

# 中兴通讯技术

Z T E T E C H N O L O G I E S

简讯

内部资料 免费交流

06

VIP访谈

Open Fiber：加快意大利  
光纤宽带网络建设步伐

09

视点

未来10年宽带网络的  
趋势、挑战和演进

13

专题：TITAN，未来10年光接入旗舰

TITAN，新一代面向100G PON  
演进的超大容量OLT



《中兴通讯技术(简讯)》顾问委员会

主任: 陈杰 副主任: 许明 张建国 朱进云 顾问: 鲍钟峻 陈坚 崔丽 方建良 王翔 杨家斌

《中兴通讯技术(简讯)》编辑委员会

主任: 王翔 副主任: 黄新明 编委: 柏钢 崔良军 韩钢 黄新明 衡云军 刘守文 孙继若 王翔 叶策 张振朝 周勇

《中兴通讯技术(简讯)》编辑部

总编: 王翔 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: 20000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 传真: 0755-26775217 网址: http://www.zte.com.cn/cn/about/publications

设计: 深圳愿景天下文化传播有限公司 印刷: 深圳市彩美印刷有限公司 出版日期: 2017年10月25日



蔡惊哲 中兴通讯固网产品总经理

迎接未来10年光接入网挑战

未来10年, 宽带将逐渐成为与水电气一样的基础设施。用户流量以每年60%的速度高速增长, 在视频泛化、IP化、超清化和虚拟化的核心驱动下, 流量增长将达100倍。流量加速增长促使宽带技术迭代周期变短; 网络频繁提速导致工程复杂度和成本上升。新一代接入网产品需要技术跨代兼容设计, 延长设备和网络的生命周期, 减少网络升级的复杂度。

未来10年, 网络架构将面临深刻变革, 网络以数据中心为中心, SDN/NFV广泛应用, 网络进化可以因需而变; 传统机房重构为数据中心, 物理网络和逻辑路由趋于扁平化, 大幅提升信息流转的效率。新一代接入网产品既要考虑对未来网络架构的适配, 还要驱动网络往更高效和灵活的方向演进。

未来10年将历经5G的主要生命周期, 5G前传/中传和光接入网络层级一致, 物理网络趋于合一, 不同的应用场景通过虚拟化技术区隔, 新一代宽带产品对5G传送的支持将推动网络深度融合, 节省TCO。同时宽带应用场景将更加多样化, 大视频、海量智能家居互联、企业专线、工业互联、VR等应用对网络的需求各不相同, 新一代产品需要满足多样化应用场景的差异化特征, 用统一的设备和合适的代价满足不用的业务需求。

中兴通讯基于对光接入网络的深刻理解, 顺应未来网络发展趋势, 推出新一代光接入旗舰产品TITAN。TITAN兼容GPON/10G PON/100G PON三代技术, 在产品架构和设计容量上满足未来10年的业务需求, 助力运营商从容应对未来光网络变革的挑战和机遇!

蔡惊哲

CONTENTS 目次

中兴通讯技术(简讯) 2017年第10期

VIP访谈

06 Open Fiber: 加快意大利光纤宽带网络建设步伐 /刘杨

视点

09 未来10年宽带网络的趋势、挑战和演进 /衡云军

11 虚拟化网络智能运维 /巫江涛

专题: TITAN, 未来10年光接入旗舰

13 TITAN, 新一代面向100G PON演进的超大容量OLT /陈爱民

15 接入传输一体化, TITAN加速网络融合 /江晓林

18 SDN&NFV助力运营商CO重构 /刁渊炯

21 超大容量TITAN, 光接入网建设OLT新选择 /田洪亮

24 切片技术实现新业务扩展 /刁渊炯

27 TITAN支撑大视频业务蓬勃发展 /田洪亮

技术论坛

30 WDM PON应用于5G前传的关键技术研究 /杨波

解决方案

33 光纤基础网络智能化管理运维浅谈 /龚裕

36 四重保障消除智能家居隐忧 /李光胜

38 电信级vBRAS, 打开云化城域网大门的金钥匙 /陈迟馨

5G专栏

40 共行、共赢、共荣——产业合作奠定5G商用前景 /金明曦



## 中兴通讯发布业界首款 基于光波导技术的 超大容量交叉平台

9月27日,在2017年中国国际信息通信展览会(PT展)期间,中兴通讯重磅发布了业界首款基于光波导技术的“下一代256T超大容量交叉平台”。该平台采用业界领先的光波导技术,支持256T背板交叉容量,适用于城域、核心、干线等大容量业务调度节点,并将在未来支持集群技术,充分满足5G时代光通信对承载设备的超高负荷要求。

随着大带宽专线租赁、大型IDC互联、5G/AR/VR等业务的高速发展,具备更灵活调度能力,更强包交换功能的超大容量交叉平台成为运营商日益关注的焦点。中兴通讯此次发布的“下一代256T超大容量交叉平台”可充分满足运营商对大颗粒数据业务的大容量汇聚、灵活调度,以及对设备节能减排的需求。首先,该平台采用先进的多背板结构和基于光波导技术的嵌入式PCB技术,有效解决传统PCB背板容量因受限于电路板层数、走线密度以及高速率光信号传输损耗等带来的扩容瓶颈;该平台支持设备平稳升级到256T交叉容量,灵活的单槽位设计将支持平台持续扩容;同时,采用光电一体化交叉和高可靠性系统架构,在同一子架上同时实现OTN大容量电交叉、光交叉以及分组交换功能,为运营商节省空间,保护建网投资;采用先进制程芯片、硅光技术和全光交叉技术,大幅降低整机功耗;同时有效解决风道散热,绿色节能。

## 中兴通讯成功通过中国移动5G承载 SPN原型设备实验室测试

近日,中国移动研究院组织业界主要设备厂商进行5G承载SPN原型设备实验室第一阶段测试。本次测试内容主要围绕SE(Slicing Ethernet)时隙交叉、业务隔离、OAM和保护倒换、超低时延转发等SE层网络创新技术验证。中兴通讯成功完成了此次测试,各项测试指标均符合中国移动的SPN技术规范要求,特别是单节点转发时延小于0.5μs,表现极为突出,测试结果获得了各方的关注和认可。这些关键技术的

实现,标志着中兴通讯5G Flexhaul承载解决方案能为SPN技术方案提供有力的支撑,为加速5G商用打下坚实基础。

5G时代对带宽、时延、可靠性有着更高的要求,对承载网络架构也提出了差异化需求,为了更好地适应未来5G业务架构,中兴通讯在业界推出创新的SE隧道技术,实现了5G承载的SE端到端解决方案,很好满足5G三大应用场景下的业务传送需求,助力运营商实现5G商用。

## 上海到北京复兴号提速为4.5小时 中兴通讯操作系统再获运营检验

2017年9月21日,搭载了中兴通讯操作系统的高铁“复兴号”正式提速为每小时350公里,京沪高铁运行时间缩短至4.5小时。

“复兴号”是中国标准动车组的首代车型,历时3年研制,采用自动化设计、自主研发。列车系统的稳定运行少不了计算机操作系统的支撑,运行在动车组上的操作系统,必须保障稳定性和可靠性。在经过严格筛选后,中国中车选用“中兴通讯嵌入式实时操作系统”(以下简称中兴操作系统)作为“列车网络控制系统”和“列车智能显示单

元”的支撑系统。

中兴操作系统是国家信息中心与中兴通讯共同建立的“嵌入式操作系统联合创新中心”的核心产品,获得第四届中国工业大奖,该奖项被誉为中国工业“奥斯卡”。



## 中兴通讯亮相2017中国国际信息通信展 5G端到端创新助推数字化转型

2017年9月27—30日,第26届中国国际信息通信展览会在北京国家会议中心举行。该展览会由国家工业和信息化部主办,被誉为信息通信行业的“风向标”之一。中兴通讯以“5G先锋”为参展主题,携5G端到端产品亮相展会。

在“5G连接”展台,中兴通讯重点展示5G NR、5G Flexhaul等创新产品和解决方案,包括业界最小最轻低频5G NR AAU等。Pre5G技术理念和

系列解决方案也在展台展现,其提前实现4G网络性能和业务体验的5G化,打造千兆网络的新价值,加速5G的演进之路。目前中兴通讯已推出面向商用部署的5G高低频全系列产品,并于今年6月发布了面向商用部署的5G整体解决方案,充分满足多样化的场景需求,并在北京怀柔进行的5G国家二阶段测试中验证了七大应用场景,测试结果刷新多项记录。

## 中兴通讯发布人工智能解决方案 助力下一代网络建设

近日,中兴通讯正式向业界发布人工智能解决方案,从“平台、业务、网络、芯片”四大维度,全面阐述面向未来网络的人工智能端到端架构、典型场景及应用,助力通信运营商打造高度智能、成本节约的下一代自动化人工智能网络。

中兴通讯人工智能解决方案,凭借统一的人工智能平台,可提供云业务、

智能网络、芯片和终端等多元应用。在云业务应用方面,可提供基于人脸识别、人车识别、语音识别、NLP等技术的语音视频业务;在智能网络方面,基于人工智能算法,可提供智能网络运维、智能网络优化和智能网络运营等方案;在芯片和终端方面,可提供自研AI芯片、机器人模组、智能手机、家庭智能终端等。

## 中兴通讯发布业界首款 T级别5G承载旗舰平台

9月26日,在2017北京国际信息通信展览会开展前,中兴通讯重磅发布5G Flexhaul承载旗舰平台ZXCTN 6700,该平台最大支持单槽位T级别业务接入,拥有目前业界最大容量。ZXCTN 6700丰富了5G Flexhaul产品家族,中兴通讯也成为业界首家提供完备的5G承载端到端解决方案的厂家,持续引领5G承载技术的创新。

中兴通讯本次发布的5G Flexhaul旗舰平台ZXCTN 6700以分组技术为内核,基于FlexE、SR、网络切片等创新技术,提供面向切片的传送网解决方案。作为5G承载旗舰平台,ZXCTN 6700具备业界最大容量,最大支持单槽位T级别业务接入,支持GE~400GE速率的丰富接口类型,具备各种场景下的组网能力。同时,ZXCTN 6700支持SR源路由技术,通过与SDN的网络控制融合,大幅降低L3下沉到边缘的实现和维护成本。中兴通讯创新的FlexE Tunnel技术,支持物理层切片,切片间物理隔离,并扩展了超低转发时延、端到端OAM及快速保护倒换等功能,实现了5G承载端到端网络技术的创新。

作为5G承载的领跑者,中兴通讯在设备功能、转发技术、网络切片等方面持续创新。自2017年2月中兴通讯在巴塞罗那世界移动大会发布5G Flexhaul承载解决方案以来,持续推出新品,今年6月上海世界移动大会期间发布5G Flexhaul紧凑型新品,9月北京展又重磅发布业界首款T级别5G承载旗舰平台,为业界提供5G承载端到端全系列设备解决方案。

## 中兴通讯发布 业界首款 千兆混线POL产品

近日,中兴通讯率先发布业界首款千兆混线MDU以及配套的分离面板新品,可以有效解决当前全光局域网(POL, Passive Optical LAN)部署时的困境,轻松实现一根网线同时提供千兆数据和语音接入业务功能,大幅降低千兆到桌面的部署成本和施工难度。

在传统园区办公网络建设方式中,数据网络和语音网络需要分别铺设,导致成本高、施工不便等诸多弊端。当前的POL方案对此进行了优化,虽然实现了千兆宽带和语音同时接入PON网络,但依然需要通过将网线和语音线缆分别接入到工位面板不同线柱中进行压接,存在着线缆、线槽、机柜占用面积大、施工量大、布线困难等问题。

中兴通讯从降低方案成本、简化施工运维、布线整洁等多角度考虑,深入研究数据语音混线方案,研发出千兆数据与语音混线专利技术:在MDU设备侧集成数据语音混线模块,实现了千兆接口8芯网线同时承载千兆数据和语音业务,用户侧办公位研发了专用的86盒面板,实现千兆数据和语音研发出千兆数据与语音分离,有效满足单个办公位语音和千兆数据同时接入的需求。中兴通讯混线MDU采用无风扇设计、无噪音,既可安装在600mm×600mm×600mm标准机柜内,也可采用半高机柜布放,机柜无需占用专门机房空间,可以布放在办公区任意位置,线缆数量大大减少,布放方便、走线简洁。获得专利的86盒面板为无源设备,安装卡接容易,美观大方,使用方便。

## 中兴通讯首发10G PON BOB家庭终端 助力千兆到户商用进程

2017年9月20日,中兴通讯率先发布采用BOB技术方案的10G PON终端产品,在增加盘纤藏纤结构的情况下,将终端体积缩小了近1/4,更加便于家庭放置。据悉,该款10G PON终端已顺利完成中国移动XG-PON测试。

当前,我国固定宽带接入用户总数超3.3亿户,50Mbps及以上接入速率的用户占比达58%,未来我国固定宽带接入达百兆短期内会成为主流。运营商纷纷规模试点家庭宽带千兆接入,以期在激烈

的家宽竞争中取得先发优势。中兴通讯是光接入领域的领先者和10G PON的引领者,继2016年发布全球首款10G PON上行智能网关,再度成为采用BOB方案的10G PON终端产品方案先锋。全球知名咨询机构IHS报告显示,2017年第一季度,中兴通讯10G PON(含XG-PON和10G EPON)市场份额位居全球第一。中兴通讯将引领10G PON FTTH终端高效生产和大规模应用之路,帮助运营商加快10G PON FTTH规模部署的步伐。

## 中兴通讯发布中国自主研发的首颗NB-IoT 安全物联网芯片RoseFinch7100

2017年9月28日,中兴微电子正式发布中国自主研发的首颗NB-IoT安全物联网芯片RoseFinch7100,凭借其轻量、高效的物联网解决方案,为用户构建完备的终端安全系统,更为安全物联网生活保驾护航。

“物联网”被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮,近年来IoT设备数量呈现指数增长态势,这些设备采集数据后,通过无线通信技术经由互联网和云共享信息,如果没有数据安全防护,无异于将自身财产置于各种威胁中。2016年Mirai物联网僵尸肆虐全球,再次敲响信息安全的警钟,面对日益增多的潜在威胁,做好系统核心数据和用户隐

私数据的保护,是物联网行业健康发展的关键。

参加发布会的企业包括中国移动、中兴通讯、阿里巴巴、万物互联产业联盟(GIA)等130多家企业与组织。与会嘉宾普遍认为中兴微电子NB-IoT安全物联网芯片RoseFinch7100在安全、功耗等方面非常符合行业需求。



## 中兴通讯和卢森堡POST Luxembourg 签署战略合作协议

2017年9月19日,中兴通讯与卢森堡最大的国有邮政和电信服务运营商POST Luxembourg签署了战略合作协议,以进一步巩固双方合作关系。

2016年5月31日,中兴通讯和POST Luxembourg签署了业务融合实现协议书。中兴通讯将为POST Luxembourg部署ZSmart 8 BSS解决方案,包括ZSmart cvBS收入管理解决方案、ZSmart在线计费 and 策略控制解决方案和ZSmart CRM客户管理解决方案,助力POST

Luxembourg简化业务流程,提高运营效率,实现数字化转型。

除了提供开箱即用的ZSmart 8 BSS解决方案,中兴通讯还将为POST提供一系列端到端服务,包括业务咨询、数据配置、定制开发、系统割接以及二线系统运维服务。

通过此次协议的签署,中兴通讯将助力POST成为卢森堡最好的网络提供商,同时该协议也充分表明,中国与卢森堡将在各个领域开展更多经济合作。

## 5G系统CU-DU分离 中兴通讯验证5G无线网络功能动态部署

近日,中兴通讯在国家5G技术试验二阶段无线网络架构测试中,率先完成无线网络实验样机高层测试,以及无线网络基本架构和基本功能的验证,通过率100%,验证了CU-DU架构的基本功能、基于双连接的无缝移动性、基于站点变化以及业务量变化的动态资源调整等一系列业界领先功能。

这是继上半年中兴通讯全部完成5G技术试验二阶段空口测试后,又一次交

出优异答卷。

在本次无线网络试验样机高层测试中,中兴通讯提供了基于ICT PaaS的云化CU,一键部署特色的CU-DU分层架构NR系统。中兴通讯的5G网络架构基于虚拟化容器技术、支持多数据中心分布式部署、实现核心网和接入网同时虚拟化共部署。本次测试的优异成绩展示了中兴通讯在5G技术研发上的竞争力,为后续5G商用奠定坚实基础。

## 中兴通讯荣获2017年 “数据中心年度 服务质量优秀奖”

近日,在北京中国国际信息通信展览会的“高性能数据中心发展论坛”上,中兴通讯承建并运维的“中国联通广东云数据中心深圳坪山基地”项目,凭借优秀的服务质量和卓越的运维能力获得“数据中心联盟”的高度认可,荣获“数据中心年度服务质量优秀奖”。

中国联通广东云数据中心深圳坪山基地于2013年10月建成,采用中兴通讯自主研发的数据中心智能运维管理系统,实现告警的集中监控、精准分析和自动派单。同时可实现运维事件、巡检任务、值班排班等无纸化电子流管理,支持手机APP移动运维;借助完善的知识库积累,故障定位耗时缩短80%,促进服务质量稳步提升。该基地运行4年来,数据中心关键设施可用性保持100%,全年平均PUE低至1.4,每年为客户节省电费、降低运营成本成效显著。

2016年11月,中兴通讯荣获了CDCC(中国数据中心委员会)颁发的“优秀模块化部署数据中心奖”。此次再度荣获数据中心联盟颁发的“数据中心年度服务质量优秀奖”,充分肯定了中兴通讯在数据中心领域的领先实力和卓越贡献。

随着数字化、云化进程加速,越来越多的企业将业务托管到数据中心,数据中心将会成为行业数字化关键性资源。中兴通讯将持续致力于提供行业领先的端到端数据中心服务解决方案,为客户打造更加安全、可靠、高效的数据中心运维保障服务。

# Open Fiber:

## 加快意大利光纤宽带网络建设步伐

采编 刘杨

06

依 据欧洲2020数字化议程和意大利政府高速宽带战略目标，Open Fiber 正在开展一个大规模的光纤到户项目，以帮助意大利缩小与欧洲其他更加发达的宽带市场的差距。Open Fiber 负责接入与传输工程的主管 Domenico Angotti在接受《中兴通讯技术(简讯)》采访时谈到了此项目。他表示：“这项工作是值得的，因为光纤设施是面向未来的并且能实现未来超宽带业务。”Open Fiber是一个由意大利跨国电力公司Enel和意大利国有银行 CDP (Cassa Depositi e Prestiti) 共同拥有的光纤批发商。

### 意大利发展光纤到户的驱动力是什么？

据调查显示，只有35.4%的意大利居民能接入30Mbps宽带，仅11%的意大利居民能享受到超过100Mbps的高速宽带。这些数字还在不断地变化，因为意大利的光纤到户市场变化非常快。我们的使命是加速宽带发展，缩短意大利与欧洲其他更加发达的宽带市场的差距。欧洲数字化议程的目标是到2020年有85%的意大利人口能享有至少100Mbps的宽带速率，100%的意大利人口能享有至少30Mbps的宽带速率，办公地点以及公共场所（尤其是学校和医院）享有至少

100Mbps的宽带速率。依据该议程，意大利政府制定了相应的宽带战略，Open Fiber正不遗余力地向这些方针看齐。意大利政府的高速宽带发展战略只是一个更大项目的第一步。该项目整合了欧洲数字化议程目标，投资面向未来的基础设施，将努力建成一个具有包容性的数字化社会。

### Open Fiber的光纤部署计划是什么？

意大利的人口结构复杂，人口分散于许多大中小的省市，所以我们发布了一个阶段性的计划。我们会在2022年以前在271个省市部署1Gbps FTTH网络，覆盖约950万用户。我们计划投资37亿欧元，铺设400万千米的光纤电缆。收购Metroweb后，Open Fiber拥有了米兰（80万户）、都灵、波隆那等大城市中的120万FTTH用户。我们的目标是到今年底覆盖至少250万户家庭，并把覆盖范围延伸到其他城市。该计划针对意大利主要地区，也就是A区和B区。

我们还参加了“空白地区”的投标（“空白地区”是指市场失灵的区域，比如无法吸引大规模投资的农村地区）。根据招标规则，在C区，将部署能提供稳定、持续连接的宽带基础设施，为70%的用户提供至少100Mbps的下行速率和至少50Mbps的上行速率；为剩余的30%的用



我们认为中兴通讯是全球领先的供应商之一，一定能为我们的网络演进提供创新性贡献。中兴通讯拥有强大的研发能力并且在意大利的市场份额和技术覆盖范围正在稳步提升，是我们可信赖的合作伙伴。

——Open Fiber接入与传输工程主管 Domenico Angotti

户提供至少30Mbps的下行速率和15Mbps的上行速率。在D区，将为所有用户提供至少30Mbps的下行速率和至少15Mbps的上行速率。

第一次招标包括意大利的6个地区。Open Fiber赢得了此次招标，需要覆盖超过400万栋楼宇。这意味着，除了住宅区我们还将负责工业区、公共行政机构和学校的光纤铺设。这对于我们来说是一个艰巨的任务，因为要进入这些较小面积又分散的地区极具挑战性。同时，Open Fiber参加了政府针对其他11个地区的第二批招标，涵盖460万户家庭。

### Open Fiber的计划会产生什么影响？

我们的合作伙伴、电信运营商、服务提供商和内容提

供商对我们抱有很大的期望。他们认为这一计划是给我们的客户提供更多服务的大好机会，并能有效地利用共享的基础设施在有线和无线网络实现超高速宽带服务演进。在这一点上虽然没有清晰的市场演进路径，但是前景是非常可观的。我们坚信该项目一定会成功。

### Open Fiber 选择了中兴通讯作为光纤到户铺设的合作伙伴。为什么选择中兴通讯？

我们认为中兴通讯是全球领先的供应商之一，一定能为我们的网络演进提供创新性贡献。中兴通讯拥有强大的研发能力并且在意大利的市场份额和技术覆盖范围正在稳步提升，是我们可信赖的合作伙伴。我们坚信未来中兴通讯能支撑我们的产品和服务演进以及我们的网络发展计划。我们也期望中兴通讯能进一步发展本地支撑团队，增加本地技术支持能力。

### 您预计该项目会遇到什么样的挑战？

从各个维度来看，光纤到户都是非常复杂的项目。我是有源业务工程的一员。目前我们最大的挑战是部署无源基础设施。我们认为这个计划很有意义，因为我们在未开发地区建设基础设施，不用受到传统设备的束缚，是面向未来的。不与遗留系统打交道能带来很多好处。在无源基础设施上，我们能利用光纤的高带宽、高性能和非常低的线路衰减来发展有源网络架构。

具体到接入层，我们采用中兴通讯的GPON产品发展光纤到户基础设施。光纤到户项目有一个清晰的技术蓝图，而GPON只是我们的第一步。我们还会不断演进，比如10G XG-PON和40G NG-PON2，因为在接下来的几年里对带宽和业务的需求还会增加。

### 你们的带宽计划是什么？

我们会根据客户的反馈，来决定如何进行网络扩容。目前，GPON是正确的选择，因为它健壮、稳定，经过了丰富的市场验证，完全能满足我们目前的需求。我们基于



是尽可能多地共享，尤其是有源网络。

### 在5G发展中光纤到户扮演着什么角色？

之所以进行该项目，原因之一是人们普遍认为光纤设施是实现国际电信联盟（ITU）所定义的5G三个用例的一大支柱。这三个用例是eMBB（增强的移动宽带）、uRLLC（超可靠低时延）

和mMTC（海量机器类通信）。在实现5G的过程中，我们的网络基础设施是非常有价值的资产。5G支持多租户模式，为运营商和行业其他伙伴提供了新的合作方式。同时，需要一个新的开放架构来挣脱传统网络的视野的局限性，使连接、内容和计算向用户侧靠拢。我相信我们的基础设施共享是一个正确的发展方向，也是因为运营商需要更有效的解决方案来部署他们的5G网络。

### 您是如何看待5G的？

依据世界经济论坛和工业4.0框架，我们认为5G是一个能引发第四次工业革命的技术。工业4.0框架的支柱包括先进自动化、无缝连接、复杂数据分析和工业网络安全。5G能促进社会和经济增长，并带来新的商业模式和可持续性发展。

根据欧盟委员会公布的5G行动计划，成员国在2018年前至少要指定一个到2020年底前可以实现5G商用部署的城市。意大利将在米兰、普拉托、拉奎拉、巴里和马特拉这5个城市建设基于3.5~3.7GHz频段的5G试点网络。

我们一直在关注整个发展过程，以及给光纤批发市场带来的挑战和商机。现阶段，虽然我们没有一个关于5G的清晰战略，但是在该阶段我们一直与5G生态系统有兴趣共享我们的网络基础设施的其他行业伙伴（如电信运营商、服务提供商、公共事业机构和行业伙伴等）一起探索商业机会。 **ZTE中兴**

## 未来10年宽带网络的趋势、挑战和演进

衡云军 中兴通讯固网产品规划部部长



### 宽带生态：宽带“消失”，视频泛化

10年以后，宽带将从人们的日常感知中“消失”，成为天然存在的基础设施，“装宽带”这个词将会和“装电”一样奇怪。

未来10年，视频将由当前的热门应用演进为基础通信服务，视频将泛化、IP化、超清化和虚拟化。

视频泛化：视频内容极大丰富，传统图文信息将普遍视频化，视频成为各种应用任意调用的基础能力。

视频IP化：当前规模巨大的卫星电视、有线电视、地面波数字电视将逐步被IP视频取代，基于宽带网络的IP视频将占绝对主流。

视频超清化：大尺寸电视/投影/虚拟成像技术的成熟和用户消费能力升级会让4K到8K/8K+更具价值。相对于当前24P（24帧每秒逐行扫描）/30P/60P技术，120P对真实世界的震撼呈现效果已经在2016年上映的李安电影《比利·林恩的中场战事》中展示，这将是未来10年视频体验提升的一个重要方向。

视频虚拟化：虚拟现实和增强现实给人们提供感知世界新的维度，视频形式和内容极大拓展，体验方式将深刻变革。

### 宽带流量增长1000倍，技术升级加快

视频IP化，视频内容和介质解耦，卫星、地面波和有

线电视逐步统一为宽带电视，宽带视频用户数有望增长10倍。未来10年视频质量将提升2~3代，预计带宽需求增长20倍。视频体验场景泛化，视频使用量预计会增长5倍。综上，宽带流量总体将增长1000倍，用户平均流量需求增长100倍。

过去20年，家庭宽带用户带宽需求年复合增长率约40%，每7年带宽需求增长10倍。未来10年凭借视频的强势驱动，带宽需求年复合增长率将达60%，每5年带宽需求将增长10倍。宽带通信技术升级以4倍/10倍能力提升为特征，宽带技术升级节奏加快，生命周期变短。5年一次的跨代升级，对技术、产品和网络都将是难以承受之重。

### 产品设计需要适应技术的快速升级

新一代宽带网络产品需要抛弃一代技术一代产品的设计思路，实现跨代兼容，同时支持未来两代技术，将设备的青壮年时间延长一倍，才能满足未来10年的业务需要。

当新技术升级时，只需要开发新的单板和软件，在现网部署新单板、升级软件版本即可实现设备技术升级，避免了设备新增、线缆重接和复杂业务割接的繁琐、低效和高昂代价。

中兴通讯新一代光接入旗舰产品TITAN，兼容GPON/10G PON/100G PON三代技术，采用全分布式交换架构，设计容量是业界同行最高能力的4倍，在产品架构和设计容量上满足未来10年的业务需求。

市场需求升级和扩容网络。

### 在意大利，什么将成为光纤到户的关键应用？

IP流量增长迅猛，占了总流量的绝大部分。我们相信视频业务将带来更多的流量，并占据网络流量的最大份额。研究数据表明，宽带速度的演进与家庭用户花在视频上的时间强相关。我们相信，在未来几年，业务尤其是视频业务的流量和吞吐量会越来越大。最具挑战的是忙时流量强度的增长速度比日流量高，网络需要更灵活，容量可以按需扩大，而总体拥有成本(TCO)不会增长。其他应用如虚拟现实和增强现实在意大利还只是少数人使用。这些应用要求很高的带宽和非常低的时延。我们对基于这些“尝鲜者”的调研很感兴趣，希望了解虚拟现实和增强现实需要多长时间才能发展起来，以及在游戏、视频、教育、购物、旅游、社交、零售和房地产等众多细分市场中，哪些才是最有前景的。

### Open Fiber 是怎么加速投资回报的？

作为一个光纤网络业务的批发商，我们有一个独特的优势。虽然我们在部署基础设施的时候花费很大，但是我们能和其他运营商共享这些基础设施，从而加速资本回报，达到双赢的结果。如果这么庞大的基础设施仅为一家运营商所用，业务的价格会非常没有竞争力。我们的目标

对于标准不完全兼容的两代技术，网络层面的技术升级极为困难，要么通过复杂的技术和高昂的代价实现对庞大用户端设备的兼容，要么采用叠加网络的方式，通过漫长的时间实现用户自然更替。

对于未来10年中可能出现的兼容性问题，中兴通讯新发明的Combo PON技术将为产业界提供一种通用的高效解决之道。Combo PON的解决思路是，将两代PON技术和合波模块，集成到一个光模块中，实现物理合一，逻辑兼容，将标准不兼容的问题在设备实现上彻底解决。

### 网络架构和业务承载方式变革

以视频为绝对主导的宽带网络，统计复用效果不再明显。网页浏览、邮件、即时消息等Web业务流量特征以脉冲式为主，用户级统计复用效率高达几十倍，多级IP汇聚效率很高。视频业务通常需要长时间（几十秒到几十分钟）稳定占用带宽，统计复用效果不明显，IP汇聚意义不再。

运营商自营视频业务（IPTV）将内容下沉到IP网络边缘，避免无效的汇聚。但大量第三方视频内容无法下沉到IP边缘节点，传统网络架构对视频的承载面临挑战。

未来，城域网以数据中心为中心，大颗粒内容均能在本地数据中心落地，绝大部分流量均能在城域网各数据中心落地。用户流量路由将大幅简化，网络架构实现扁平化。

### 寻找大颗粒业务承载的“最优路径”

视频业务路由长度短（绝大部分在城域网各数据中心终结）、路由简单（主要流量集中到几十个量级的数据中心），非常适合在IP层面通过传送网络直达数据中心，省去中间IP汇聚和处理的环节。在视频业务路由上，城域网彻底将实现扁平化。

SDN技术加持下，更可实现传送管道的灵活调整，实现“业务级”统计复用，网络更高效。

这一切实现的前提是，OTN下沉到接入机房——这一趋势已是业界共识，但同时也因为投资不菲和网络架构变化大，尚需时日。

TITAN尝试一条捷径，在光接入功能的基础上，融合

并内建OTN功能，提供OTN单板，通过网络跨层高度融合简化问题。

同时，TITAN凭借巨大的设计容量，具备部署在边缘数据中心（EDC）的能力，相比OTN下沉到接入机房，网元数量减少一个数量级。

TITAN基于路由器架构设计，支持完善的IP功能，直接作为BNG的转发面，将原来OLT-BNG两级网络压缩为一级，实现光接入云化，在用户层面和不用应用场景更高效的共享，提升网络资源利用率。

我们测算，基于TITAN接入传送一体化对网络进行扁平化重构，压缩接入层级，减少IP依赖，宽带网络端到端实现代价可降低50%。

### 宽带应用场景多元化

未来固网宽带和5G一样，也会拓展不同的应用场景，分化出差异化的业务特性需求。大视频对高带宽需求的业务特性是eFBB（Enhance Fixed Broadband），海量智能家居接入和联网场景是mMTC（massive machine type of communication），企业专线的高可靠性需求是uRC（Ultra-Reliable Communications），工业互联网场景时延敏感（LLC，Low Latency Communications），而VR同时具备大带宽和低时延（eFBB&LLC）特性。不同的应用场景有不同的网络特征、管理方式和实现代价，需要通过虚拟化技术实现单一设备和网络层面的差异化特性，用最合适的代价满足不同的业务需求。

未来10年，随着宽带的普及和提速，用户越来越不关心宽带网络，产业界却面临超越过往的诸多挑战。我们努力洞察未来10年的行业趋势和挑战，在技术创新、产品设计和网络架构变革上勇敢探索，一代产品向后兼容两代技术用以应对技术升级的加快；Combo PON简化网络升级的复杂度；虚拟化技术让宽带走出家庭成为万物互联的泛在连接；接入、传送和路由深度融合助力网络彻底扁平化。

我们呼吁产业界一起，共同迎战加速袭来的流量洪流，拥抱超宽带信息服务的非凡体验，创造未来10年流量暴涨的无限商机！ **ZTE中兴**



## 虚拟化网络智能运维

巫江涛 中兴通讯MANO产品总工

在ICT融合的大背景下，电信运营正由相对单一的传统通信业务运营向数字化运营转型，SDN/NFV为这种转型提供了技术基础。基于SDN/NFV构建的电信网络具备弹性、可编程、开放等诸多极具想象力的特性，将使电信业务敏捷化、多元化、数字化，进而激发出蓬勃的电信业务生态。据IHS调查分析，81%的运营商表示将在近两年部署SDN/NFV网络，领先运营商如沃达丰、德国电信、中国移动等将在2017年实现SDN/NFV网络商用，虚拟化网络已处于规模商用前夕。

虚拟化网络围绕数据中心进行建设，运维集中化是必然趋势，这是组织架构层面需要解决的问题。另一方面，虚拟化网络引入了更多的网络层次，新开辟了更多的专业领域，这也必将导致其运维的难度会较传统电信网络更高。

虚拟化网络运维中最突出的几类问题分别是：一，如何进行故障溯源，在网络故障发生后，快速定位故障并排除故障；二，如何使网络资源得到最优化使用，对资源进行动态调整，提升资源利用率，并使用户体验达到最优；三，如何保证网络安全。

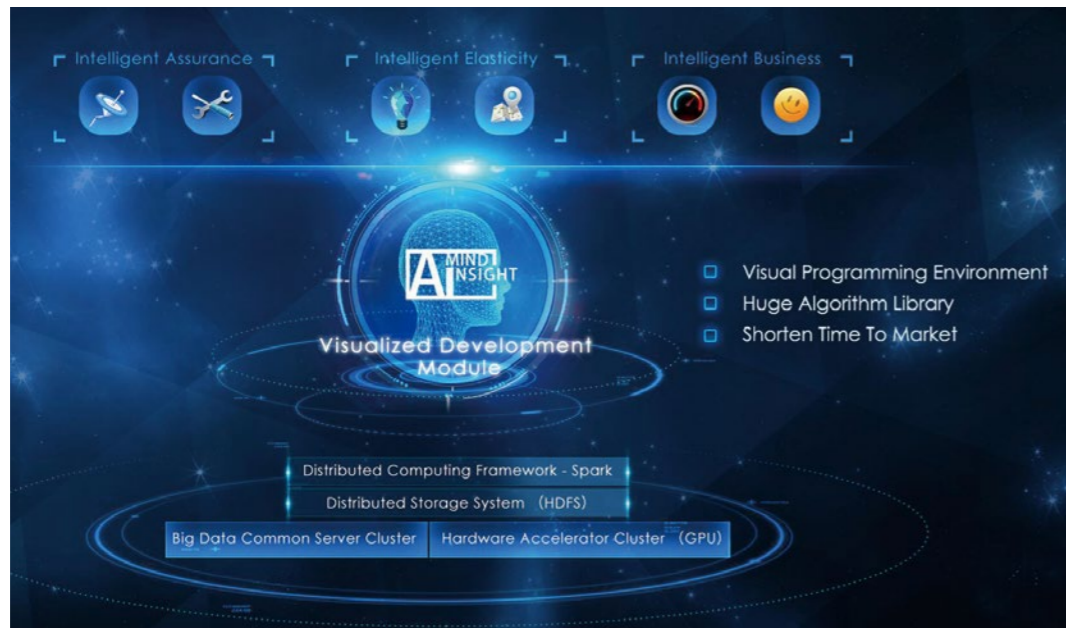
中兴通讯通过引入人工智能技术，以应对解决虚拟化网络运维中的关键难题，携手合作伙伴实现虚拟化网络智能运维。作为全球领先的电信设备与电信服务提供商，中兴通讯对电信网络有着深刻的理解，在SDN/NFV领域已走

在最前列。结合虚拟化网络运维特点与难点，中兴通讯打造了一个可视化编程的人工智能平台，该平台具备可视化AI编程环境，支持各类传统机器学习算法，同时也提供了丰富的深度学习算法；该平台支持分布式GPU集群，可对AI模型进行并行训练。应用该平台可为具体的应用场景快速搭建出相应的AI应用，结合平台提供的模型评估、推理等工具，可快速完成模型训练、评估、优化等工作，大幅降低AI应用开发门槛，有效提升AI模型训练效率，是虚拟化网络实现智能运维的加速器。

基于对SDN/NFV运维的理解，中兴通讯已基于该平台开发了两大关键应用，可在虚拟化网络中部署使用，解决虚拟化网络运维的实际问题。

#### ● 关键应用一：智能保障

智能保障主要解决虚拟化网络的故障溯源问题。智能保障的关键技术是告警根因分析，在虚拟化网络中，自底向上有硬件告警、虚拟化层告警、应用层告警、管理系统相关告警等，横向各网络域告警跨了无线接入域告警、承载网络域告警、核心网域告警等。当系统发生故障时，会有诸多告警涌现，如何在海量涌现的告警中，识别出其根源，是快速解决故障的关键。中兴通讯结合海量网络运维实践数据、虚拟化网络数据，使用机器学习算法解决了告警根因分析问题，使得部署了智能保障的网络可以自动进行故障根因的关联和推导，一方面系统可利用已经学习



中兴通讯AI平台

到的告警关联知识进行大部分故障的快速根因分析，另一方面通过自动关联推导结合运维人员的确认动作，可以不断扩充告警关联知识库。在实践中发现，通过引入机器学习，可将告警根因关联规则提取效率提升70%，极大提升了虚拟化网络的故障处理效率。

未来5G网络中，网络功能按需编排，运营商可根据不同场景和业务特征要求，灵活组合功能模块，网络功能的部署形式将更加多样化，对故障溯源提出更高要求。在5G网络的运维管理中，智能保障将是实现智能运维的基础。本着开源开放的精神，中兴通讯计划将该关键技术开源贡献出去，在开源项目ONAP立项的Holmes正是承载了我们这样的愿望。

#### ● 关键应用二：智能策略

智能策略主要解决虚拟化网络的资源最优利用问题。用户对网络的需求具有随机性和突发性的特点，随着大视频、VR、物联网等技术的普及应用，网络流量及信令负荷将持续提升，网络需要适时进行动态调整，或进行弹性扩容，或调整选路分担业务负荷，才能满足这种动态变化需求。智能策略通过机器学习技术，对海量历史数据进行学习，得到业务负荷变化模型，以及相应的业务负荷与资源的匹配模型，结合模型以及业务负荷变化趋势，推导出资源调

整动作，进而触发编排系统执行相应的资源调整动作，完成资源优化调整，从而实现基于智能策略控制的自动化闭环运维。即时的资源优化调整，结合实际负荷需要，有多种实际触发动作，可以通过编排系统对网络进行弹性伸缩，可以通过SDN对网络进行智能路由调整，也可以通过配置激活系统对网络配置数据进行调整。这种方式既实现了网络资源的最佳利用，同时也提升了用户的业务使用体验。另一方面，针对中长期的变化趋势，可以结合智能策略的趋势报告，及时采取硬件扩容等实施周期较长的措施。

在5G网络中，随着大流量、高并发等业务场景的成熟，部分转发面功能将下沉到边缘数据中心，资源的快速精准调度将关系到用户体验和业务发展。应用智能策略对资源实现快速精准调度，将有效提升5G网络资源效率与用户体验。

虚拟化网络所固有的软件特性，有利于人工智能相关技术手段与其结合，产生更大价值。随着虚拟化网络商用规模的扩大以及5G网络的发展，不断催生的虚拟化网络运维的需求将持续促进网络运维的智能化、自动化。更进一步，人工智能技术应用在虚拟化网络运营领域，将激发出更多的想象力与可能性，智能运营也许并不遥远。 ZTE中兴

# TITAN，新一代面向100G PON演进的超大容量OLT



陈爱民  
中兴通讯光接入总工

## 光

纤宽带接入历经10年高速发展，从传统的家庭宽带接入为基础，逐步扩展到其他领域，并以大视频、5G承载、SDN&NFV演进为核心驱动力，进入了一个新的发展阶段。

以4K/8K高清视频为特征的视频业务，驱动家庭宽带业务从传统的100M时代进入1G时代，10G PON成为当前建设重点；未来VR/AR业务的需求超过1Gbps带宽，加上公有云的普及，业务接入带宽的10G需求已经出现；25G/50G/100G PON在未来10年也会逐步成熟；新一代OLT（光线路终端）产品不仅要满足10G PON建设需要，还要支持平滑演进到100G PON。

传统的OLT架构，存在交换容量难以提升、功耗偏大、包缓存不够、视频体验差、三层功能受限等不足，仅能满足传统上网业务的带宽有限提升，不能适应新一轮光接入建设对于带宽和网络演进的要求。中兴通讯基于对光接入网络的深刻理解，顺应未来网络极速、智能、融合、精细的发展趋势，采用全新架构推出了新一代面向100G PON演进的融合型OLT产品：TITAN。

### 基于信元的超大容量分布式交换架构

TITAN综合考虑了未来大带宽、低时延、业务精细化管理、网络融合和SDN&NFV业务趋势，采用基于路由器

架构的分布式交换转发架构。其交换网基于信元方式，不仅实现每槽位400Gbps以上的带宽，满足平滑演进到100G PON的能力，还避免了集中式架构主控交换功耗过大的问题。同时信元交换机制保证了内部业务流量转发更加均衡，用户业务流量管理更加精细。

信元交换架构特有的VoQ（虚拟队列）功能不仅消除了交换网的线头堵塞问题，还可以实现基于切片的QoS保证，实现真正意义上的网络切片。

TITAN分布式转发架构支持多种转发方式，不仅支持传统的L2/L3的快速转发，同时针对复杂转发业务，还支持内置x86软件实现转发，并支持TDM方式的时隙交换，可和FlexE配合实现低延迟业务转发，实现5G的前传和中传。

### 全面支持向SDN&NFV演进

运营商网络越来越扁平化，业务的融合必然推进设备的融合，实现集约化管理。而SDN&NFV技术的成熟也驱动网络架构进行深刻变革。5G网络已经完全SDN&NFV化，包括光接入在内的有线网络也将顺应这个趋势。新一代OLT将是一个云化的OLT，具备完善的网络切片功能，部分业务将NFV化，并和业务编排实现联动，同时原有OLT上的部分控制面也会上移，通过SDN控制器实现对OLT业务的管理和部署，实现新业务的快速部署和运维自动化。

TITAN不仅支持丰富的L2层协议，而且还支持强大



的三层功能，具备完善的L2 VPN和L3 VPN功能，支持VxLAN，可以作为边缘数据中心的远端模块，融入以DC为中心的网络架构。TITAN支持完善的北向接口，包括NETCONF/YANG和OpenFlow，可以和DC中的SDN控制器对接，实现光接入网向SDN的平滑演进。

TITAN支持完善的网络切片功能，不仅支持基于PON口的网络切片，还支持基于ONU UNI口的网络切片，未来支持基于ONU的网络切片，以及上联口共享的网络切片。

TITAN软件系统具备SDN&NFV化演进能力，部分业务系统组件化和NFV化，并通过业务编排统一管理，动态加载，实现业务按需快速部署。TITAN为这些NFV分配计算/存储/转发资源，实现了业务隔离，也保证了业务运行的QoS。基于IT化强大的硬件能力，在网络切片场景下，每个切片可以是一个NFV，而且每个NFV根据业务不同，在编排器编排下，加载不同的协议组件和转发组件，实现针对不同的业务，有不同的转发能力，同时也实现切片数量的大幅提升，相对于其他厂家采用虚拟机架构的8个切片，TITAN可以支持64个以上的切片，并可以通过增加x86刀片资源平滑扩展。

### 传输接入一体化，助力网络重构

TITAN基于高端路由器平台，实现了和PTN、高端路由器、OTN等产品的架构融合，实现和这些产品的单板互插，可以根据运营商网络重构需要，快速推出融合型产品。

面向接入机房重构，TITAN推出超大容量形态，独立交换板4块，实现负荷分担，实现业务转发的高可靠性；线卡槽位36个，支持400G到槽位，实现平滑演进到100G；支持内置刀片和OTN，实现网络设备的融合。采用超大容量形态的TITAN，可以减少机房面积，减少设备种类和数量，降低整体建设和运维成本。

TITAN可以内置100G OTN单板，实现接入传输一体，采用统一网管管理，实现了用户侧接入到OTN时隙的端到端映射，简化了业务部署和运维，实现了大颗粒、低延时业务的端到端部署。同时基于接入传输一体的TITAN设备，相对于传统的独立OTN设备，减少了机房面积，降低了功耗，实现运营商CAPEX和OPEX的大幅降低。



TITAN支持内置x86刀片，可以实现CDN下沉，还可以实现TCP加速、FCC快速切换等加速业务，提高用户体验满意度。

### 精细化的业务流量管理

TITAN采用了基于信元的交换网架构，采用VoQ技术可以在交换网中实现针对每个切片建立用户口到上联口的独立的队列，独立部署队列调度策略，从而实现基于切片的QoS保证。

另外，TITAN针对每个用户级别（VPORT）设计了单独的队列，并可以独立部署队列调度策略，配合大缓存实现了流量整形，从而实现基于用户的业务流量精细化管理，不仅仅实现用户内部各个业务的QoS保证，还实现用户之间的流量调度公平和隔离，用户体验得到了极大提升。

作为光接入领域的创新先锋，中兴通讯领先推出的业界最新一代面向100G PON演进的融合光接入平台TITAN，创新超大容量形态、支持超高带宽能力、提供高密度10G PON线卡、实现OLT和OTN融合，并率先推出对称100G PON。TITAN继承并突破传统光接入内涵，在深化OLT能力的同时，更加顺应未来10年接入网演进发展。 ZTE中兴

# 接入传输一体化， TITAN加速网络融合



江晓林  
中兴通讯  
固网产品规划总工

### 固移融合承载对PON设备提出新要求

4G时代随着基站向BBU+RRU的分布式部署及Small Cell方向发展，覆盖密度越来越大，需要建设低成本、深度覆盖的承载网。到5G时代，单位面积的接入速率是4G的1000倍，且频率越高，基站的覆盖能力就越小，要实现无处不在的网络连接，意味着基站密度的进一步提升。在光网城市建设的大背景下，基于PON的宽带接入网已经规模部署，海量光纤已经向用户侧延伸，利用现有的低成本、广覆盖的PON网络实现移动承载已成为业界一个重要的思路。

5G业务对网络带宽、时延、可靠性、安全有着更高的要求，对承载网络提出了巨大的挑战。5G时代将以用户体验为中心，需要随时随地为用户提供百兆以上的用户体验速率，热点高容量地区甚至需要提供1Gbps用户体验速率和单基站几十G的峰值速率，超高的接入速率将引发承载网的带宽需求一到两个数量级的激增。5G涵盖各类应用场景，每种应用对时延的要求各异，其中以uRLLC（超可靠

低时延）场景下时延最为严格。根据NGMN建议，uRLLC场景下单向端到端时延不超过1ms，同时3GPP定义uRLLC空口时延为0.5ms，再考虑到核心网处理的时延，预计留给承载网的时延指标将十分苛刻，尤其对5G承载前传、中传提出了巨大挑战。

传统接入设备一般用作家庭或政企客户接入，在户均带宽、端到端时延上均没有苛刻的要求，无法满足5G移动承载的需求。中兴通讯基于对5G承载需求的深入分析，以及对PON接入技术、传输技术、包转发技术深刻理解与积累的基础上，在全新的TITAN光接入平台上进行了重大创新设计，以满足5G移动承载及大视频、AR/VR等新兴业务及网络融合的需求。

### TITAN平台技术创新满足固移融合承载需求

TITAN平台的创新包括线路侧、转发面及网络侧：用户侧引入WDM PON技术满足带宽与时延需求；转发面在普通业务转发平面的基础上引入超低时延转发面；网络侧直接引入FlexE或OTN接口接入传输网络，实现端到端通道

带宽保障和低时延转发。

### 接入侧采用WDM PON技术，提升带宽、降低时延

5G承载分前传、中传与后传。尤其前传、中传场景，对于时延要求较高，传统的TDM PON难以满足要求。在众多PON技术中，WDM PON最适合需求。WDM PON技术物理上是P2MP结构，逻辑上是P2P结构，能够达到与裸纤直连同样的效果。如图1所示，WDM PON可进行前传、中传与后传统一承载，可以通过波分复用节省大量光纤，同时提供大带宽、低时延、低抖动、长传输距离。

对于固网、移动业务统一承载的场景，可以通过在原有ODN网络基础上叠加新波长的方式。新的波长用于5G传输，原有波长用于家庭客户，系统可以灵活实现波长到不同上联接口的对接，如通过10G/100G以太网口连接宽带网络，而通过FlexE/OTN接口连接移动核心网络。

### 转发面快速转发通道保证低时延

TITAN平台在转发面上支持快速转发和普通转发2种模式，数据转发模式可以根据用户端口或业务类型进行选择。对于普通业务，在用户线卡及上联单板都会进行业务相关的包处理及缓存。而低时延业务采用类TDM的转发模式，在线卡单板及上联单板都是特别逻辑通道，不经过

报文处理和缓存，在交换网上也是确保带宽的高优先级通道，所以从线卡NP到交换网都有对应的“独立”逻辑通道，可以确保从TITAN平台入口到出口的端到端低时延。时间敏感的业务走快速转发模式，转发交换时延从通常的20~30μs降低到几微秒，减少了一个数量级，有效满足了5G承载业务的低时延需求，为新型业务及新型网络架构提供了有力保障。

### 网络侧FlexE/OTN上联实现接入传输一体化

TITAN平台网络侧直接引入FlexE或OTN接口接入传输网络，实现端到端的通道带宽保障和低时延转发。并计划未来支持FlexE/OTN用户侧接口，助力运营商构建超大容量、超低时延、多业务承载和安全可靠的端到端FlexE/OTN网络。

通过OLT设备支持FlexE上联，可实现创新的端到端FlexE Tunnel，实现业务可靠隔离、超低时延转发、端到端OAM以及快速保护倒换功能（见图2）。通过专用硬管道来保证5G承载业务的服务质量和安全，提供低时延解决方案；未来还将不断与网络新技术相融合，支持承载网持续演进和5G业务的发展。

另一方面随着大视频、VR/AR、高速政企专线等新业务的发展，带宽需求飞速增长，部署OTN设备并构建从

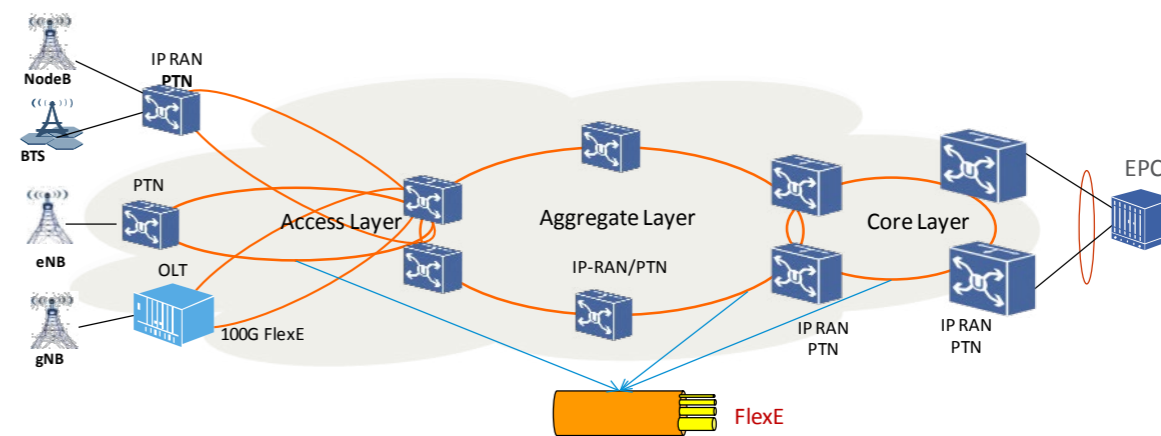


图2 基于FlexE技术进行5G承载

接入、汇聚层到核心干线的端到端OTN网络，成为光传送网的必然趋势。以此为契机，中兴通讯TITAN平台独创支持内置OTN上联，简化网络层次，该方案支持业务层直达，提升网络时延性能，节省网络建设和维护成本。

### 接入传输一体化在其他场景的应用

#### 大视频场景

视频业务的发展一方面要求高带宽，另一方面要求网络传输的低丢包和低时延。4K电视的时延和丢包率要求为20ms、0.0168%，现网经过适当优化可以满足要求。8K电视的时延和丢包率要求20ms、0.001%，VR要求为20ms、0.001%，则需要改变现网架构和设备才能满足。CDN一般都采用集中部署的方式，有利于管理维护和规模利用资源。OLT通过内置OTN上联直连CDN服务器，充分保障通道的带宽与低时延，避免由普通的二、三层转发设备带来的时延与丢包，可显著提升用户体验，尤其是对时延敏感的快速频道切换业务，对时延、丢包、带宽都敏感的AR/VR业务。

#### 宽带接入场景

网络侧支持OTN传输接口还可应用于网络融合与扁平

化场景。在典型的宽带接入网络组网中，若OLT设备与上层汇聚交换机或宽带接入控制设备BRAS距离较远或之间的光纤资源不足，在OLT与汇聚交换机或宽带接入控制设备BRAS之间需采用OTN等传输设备，此时在OLT机房需要同址额外部署OTN传输设备。且随着大视频、VR/AR、高速政企专线等新业务的发展，带宽需求的飞速增长也在推动OTN设备部署从汇聚、核心层逐步下沉到接入层。TITAN首创提供内置OTN上联单板，实现接入与传输设备的融合一体化，避免额外部署昂贵的OTN设备。经测算，相比部署独立OTN设备，可降低25%功耗、30%空间、50%的CAPEX投资。

中兴通讯全新的TITAN光接入平台在用户侧支持WDM PON接入，在转发面支持低时延转发，网络侧内置集成FlexE/OTN上联，实现大带宽、低时延业务传送，满足5G前传、中传、后传的统一承载，实现固定与移动网络的融合。通过内置集成OTN上联，实现接入传输一体化，在大视频场景可保障OLT设备与CDN平台的通道带宽与低时延，提升业务体验。接入传输一体化可避免在接入机房额外部署昂贵的OTN设备，降低TCO，提升运营商网络竞争力。 ZTE中兴

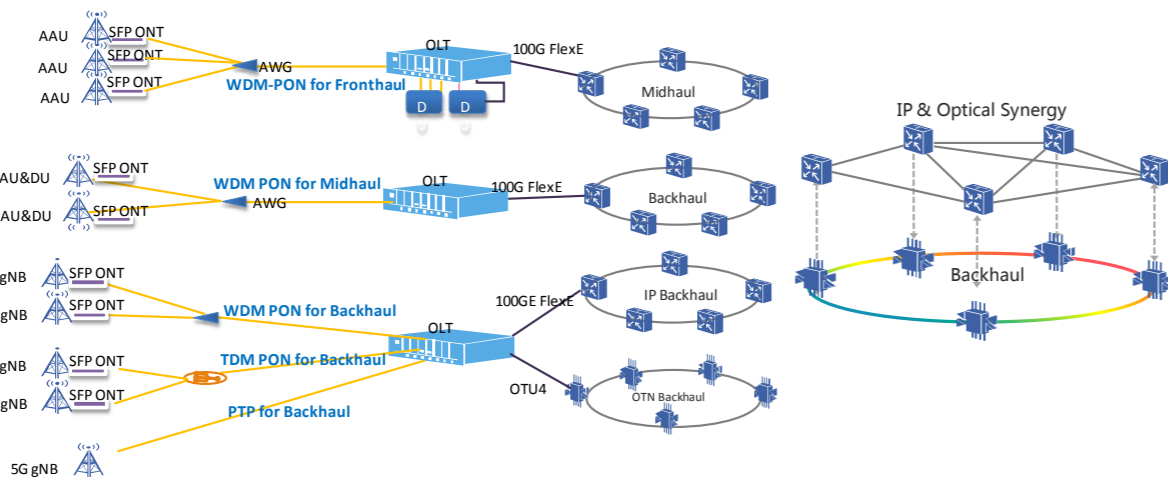


图1 基于WDM PON技术进行5G承载

# SDN&NFV助力运营商CO重构



刁渊炯  
中兴通讯  
FN产品规划总工

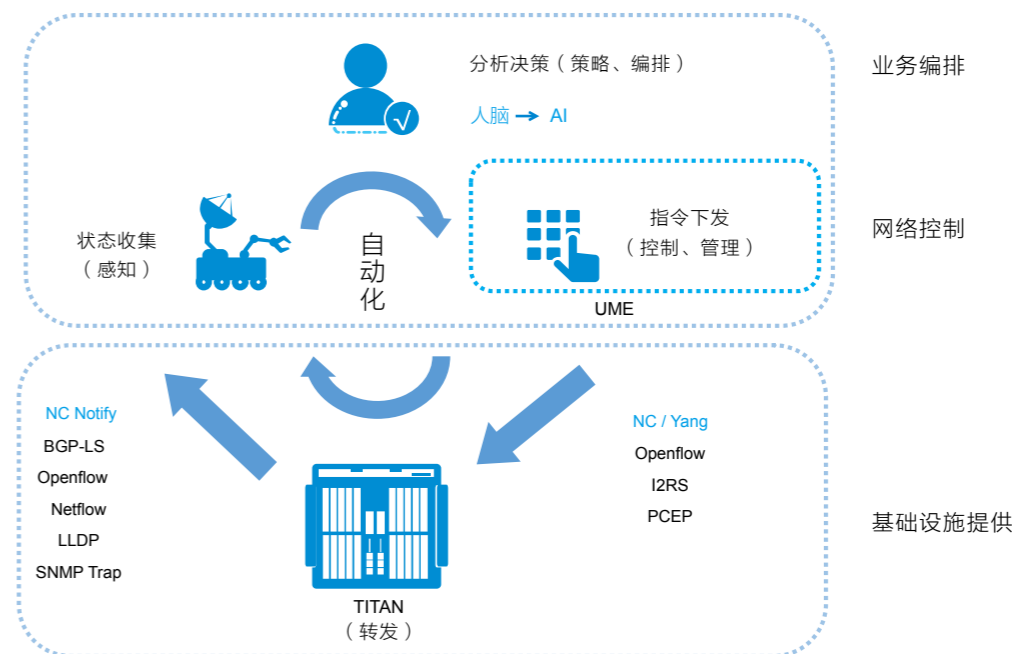


图1 分层解耦后的未来网络架构

## 运营商为何需要CO重构

在过去的10年中，运营商网络逐渐完成了光进铜退的改造，OLT、PTN、IP RAN等依赖光纤构建的接入网络，极大地提升了网络业务承载能力。但是由于互联网业务的蓬勃发展，运营商面临商业模式和技术的多重挑战：

- 传统语音、多媒体业务在面对互联网公司社交软件、各类应用系统的竞争中处于下风，比如短信业务已经多年持续下降；
- 新业务拓展无力，除了运营体制的原因外，基础设施和技术架构也不满足云化时代业务快速迭代改良的要求；
- 连接型管道业务单一，缺乏业务增值手段，差异化能力不足。

电话端局（Central Office）曾经是电信运营商的重要基础设施，随着全光网络建设和PSTN的退网，如何盘活CO资源成为运营商的重要课题。

对比BAT等互联网公司和电信、移动、联通等运营商的数据中心布局，可以发现互联网公司的超大规模数据中心在机房数量、机架规模方面并不逊色于运营商，而且凭借着标准化、模块化、DevOps（开发运营一体化）等特点，互联网公司还具备领先性。但在边缘机房布局上，运

营商CO占据了最靠近用户的位置。这些位置能提供低时延、大带宽的业务属性，这在OLT+BRAS的FTTH部署中已经得到了充分验证。这种优势仅表现在运营商的测速网站上是不够的，需要通过引入云、SDN、NFV等关键技术进行CO重构，通过数据中心化的CO增加自动化、开放性等属性，才能盘活CO资源，将这种位置优势变现。此外工业互联网、家庭物联网、AR/VR等新的领域，为了保证交互体验和绿色节能，将需要大量的边缘辅助计算能力，CO重构也为此类新业务拓展提供了基础能力。

## SDN实现能力的分层解耦

使用传统的专用网络设备进行业务开发，常被诟病开发周期长，主要是由于设备商包揽了从理解业务流程、开发控制协议、提供私有接口，到集成测试验证的全过程，触一发而动全身，在设备商能力存在短板时，就会顾此失彼。

新一代OLT（光线路终端），如中兴通讯的TITAN，导入SDN技术，实现了控制和转发分离的架构，通过分层解耦，将能力分布到业务编排、网络控制、基础设施提供3个层面，各层面之间按能力集交付，各自独立开发、验证、发布。

SDN软件定义网络的起源和OpenFlow密切相关，但发展到今天已经有多种技术流派，远远超出了OpenFlow的

范畴。现在SDN的内涵已经极大地延伸，所有具有开放接口、自动化集中管理/控制的系统都打上了SDN的标签。一个理想SDN系统的能力集，将包括集中的控制、管理、编排、策略和自动化能力，以及分布式的转发和感知能力。实现理想的SDN系统，将是一个漫长的网络演进过程。

中兴通讯新一代OLT TITAN按照面向未来网络的分层架构中的基础设施设计（见图1）。

- 在基础设施提供层，TITAN展示了中兴通讯作为传统OLT厂商核心的PON硬件能力。单一平台融合了IEEE 10G EPON系列、以太网系列、ITU-T XG(S) PON系列、NGPON2系列的多种接入技术；提供超大容量L1传输、L2交换、L3路由转发能力；提供满足IETF NVO3架构的租户隔离方案，支持Overlay方式组网，终结VxLAN、IP GRE、MPLS PW、PPPoE等各种业务隧道。
- 在网络控制层，UME（Unified Management Expert）展示了中兴通讯作为SDN/NFV软件厂商，向云原生软件开发的转变。UME实现了管理和控制能力的集约化部署。管控的对象第一类是TITAN OLT，第二类是现网的

C300系列OLT，第三类是MDU或其他厂商的接入网络设备。UME为业务编排层提供了单一接入网络管理域的统一入口。

基础设施提供层和网络控制层已经实现了初步的解耦，UME可以部署在采用云技术重构的CO数据中心中。TITAN OLT可以挂载在CO数据中心的Leaf交换机下，通过远端接入模式，部署在远端接入机房，由大容量以太网或OTN传输作为回传通道；或通过本地接入模式，直接部署在CO数据中心机房，本地直连Leaf交换机。NetConf协议和YANG模型将被TITAN OLT优先实现，并作为初步的能力集交付给驻留在CO中的网络控制层使用。一些运营商已经开始用自己开发的控制器原型，通过NetConf/YANG接口对TITAN进行编程，来评估一些新开发的业务。

## NFV技术实现NaaS（网络即服务）

以数据中心架构重构的CO，除了提供一般数据中心的

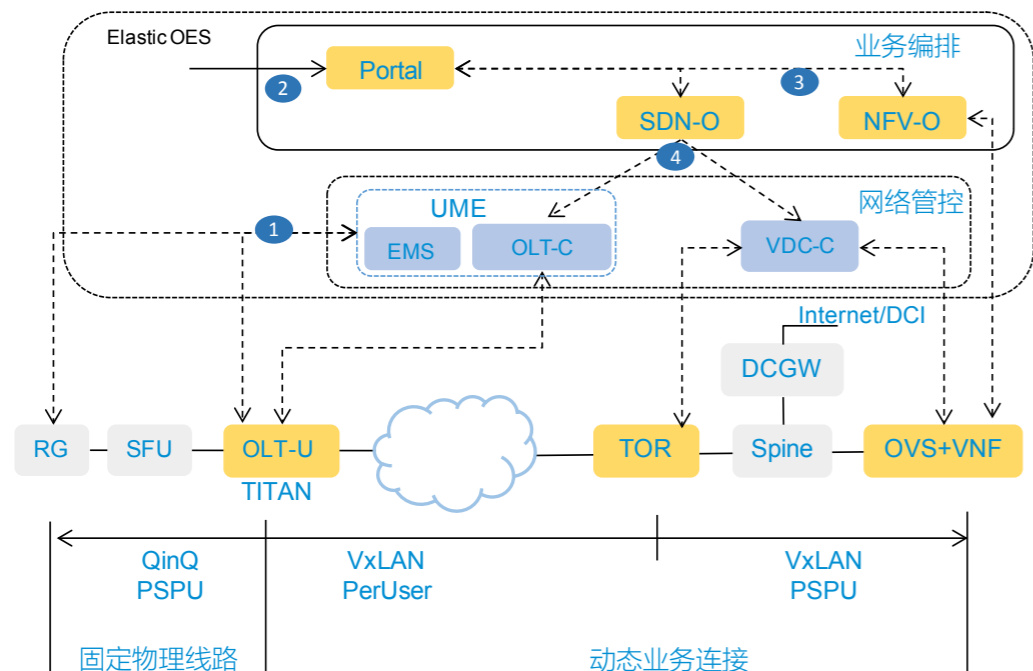


图2 端到端的业务自动化

IT类应用能力，还将提供运营网络相关的功能，如网络安全类、网络连接类、网络智能类的应用等。此外，DevOps快速迭代的业务开发模式，也需要NFV技术来体现。NFV技术本身就来源于云计算技术，NFV架构的核心是运营各种虚拟网络功能（VNF）。VNF的软件并不依赖专用的网络设备进行开发，运营时，无论专用的转发设备，还是白盒的转发设备，都可以通过分层解耦后的能力抽象被VNF作为资源使用，TITAN OLT为这些VNF提供高性能的转发资源。

如图2的应用场景，vCPE、UME、VDC-C等各种VNF分工协作，通过端到端的业务自动化，为每个使用网络的用户提供按需定制的服务。

- SFU/HGU放装时，预配VLAN线路连接到OLT-U。OLT-C（控制面部件）运行在裸服务器或由TECS（VIM）加载到虚拟机上运行；
- 家庭用户通过自服务网站订购业务；
- 家庭用户在自己的租户网络内开通vCPE（一种VNF）业务的需求指派到NFV-O，NFV-O通过TECS获得为该用户实例化的vCPE的网络位置；用户VLAN线路信息和vCPE

网络位置信息都传递给SDN-O；

- SDN-O分解网络连接域，其中连接用户的任务指派给OLT-C、VDC-C完成。

VNF是为数据中心虚拟网络环境下的租户提供服务的。右侧的VNF是为每个家庭客户服务的vCPE，它比较适合用容器化的VNF实例实现。控制TITAN OLT的UME，可能只服务于一个网络运营商，所以把它看成由裸服务器集群或虚拟机集群实现的VNF实例比较合适。

这种由一组虚拟网络功能有序编排后提供的定制服务就是NFV技术期望达成的网络即服务（NaaS，Network as a Service）的能力。

通过SDN技术，CO重构后的网络将实现分层解耦，TITAN将在分层结构中作为实现大带宽、多接入技术融合的网络基础设施。CO重构的目标之一是为每用户提供定制的网络功能，即NaaS能力，这需要通过NFV技术来实现，为了保证这些网络功能（VNF）的转发性能，TITAN将作为可被各种VNF使用的快速转发资源。 ZTE中兴

## 超大容量TITAN，光接入网建设OLT新选择



田洪亮  
中兴通讯  
光接入产品规划工程师

发 韧于“光进铜退”的FTTx光网络建设快10年了，宽带接入技术正在从EPON/GPON时代跨越到10G EPON/XG-PON时代，并向25G PON/100G PON迈进；用户带宽从十兆升级到百兆，对千兆的需求越来越迫切，大视频、5G承载、网络DC化、SDN/NFV等对光接入网提出新的要求。在这种背景下，第一代OLT（光线路终端）正面临更新换代，新一代OLT在容量、功能和性能上的具体需求，需要仔细分析和研究。

本文将从现有OLT和接入机房分析入手，结合新业务、新技术和新架构，提出新一代OLT的新需求，提出中兴通讯的解决方案及其产品亮点。

### 现有接入机房分析

光接入机房继承于铜缆时代的DSLAM机房，受限于铜缆传输距离和端口密度，DSLAM机房一般距离用户家只有3km左右，单台DSLAM容量一般不大于1000用户。接入机房一般部署多台DSLAM，通过交换机汇聚后采用多个GE上联BRAS。进行光接入网络建设后，虽然进行了部分机房裁撤、合并和局部网络优化，但光接入机房还是带有

明显的DSLAM接入机房的烙印，没有充分发挥光纤接入和PON设备的优势，具体表现为：

- 覆盖距离偏短：按标准，PON网络主干光纤可以传输20~40km，但由于接入机房位置，实际覆盖距离只有3~5km，尤其在室内，这个问题更加普遍。覆盖范围小，接入机房数量庞大，导致运营维护开销大。
- OLT设备负载偏小：点到多点的光纤传输网络架构，使得PON OLT设备的用户容量可达DSLAM用户容量的几十倍，业界主流OLT设备的用户容量可达8000/16000户。但实际部署中，每台OLT负载只有2000用户左右。导致接入机房OLT数量多，OLT槽位资源浪费严重（16槽位的机框，平均只有4块8口PON板，浪费75%）；每台OLT双主控、双上联配置，一方面导致平摊功耗高，另一方面导致上联口多，需要增加配置汇聚交换机。但汇聚交换机增加了网络层次，对大视频业务和移动回传业务的传输带来不利影响。
- OLT功能简单：作为接入设备，OLT一般只开通了二层功能。用户到BRAS的接入连接过于细长，二层网络过大，导致了汇聚网络效率不高。连接节点的层层QoS处理会增加传输时延和丢包，不利于大视频业务承载。同时，E-OAM和IP-OAM需要同时部署和对接，增加了网

络运维复杂度。

- 新业务适应能力差：随着SDN/NFV技术的发展，云计算的兴起，各大运营商纷纷提出以DC为中心的网络架构，网络弹性和虚拟化被提到了空前的高度。然而，接入机房里由于大多是接入和传输设备，缺少三层路由设备，难以引入计算和存储资源。对诸如MEC、AR/VR、vCPE、vCDN等新业务适应能力差。

根据上海电信接入机房统计数据，有超过46%的接入机房，OLT数量超过30台，用户数小于6万；有41%的机房，OLT数量达到15台，用户数达到3万，平均每台OLT带用户数小于2000。上海电信目前正在计划多框合一改造，以提高机房利用率，降低功耗开销，以及减少运维难度。

### 新业务对接入网络提出了新要求

随着大视频业务的蓬勃发展以及以DC为中心的网络架构调整，对接入网络提出了一系列新要求。

- OLT需要具备L3和EVPN功能
- 如图1，边缘数据中心的建设，使其成为业务控制边

缘，大量的业务网元，如vCPE、EPC、BRAS，采用了虚拟化技术成为VNF（Virtual Network Function）。OLT为了灵活方便地与这些数据中心的VNF对接，需要支持基于IP的VxLAN技术，也即原有的L2 OLT需要升级为支持L3路由和EVPN的关键设备。需要OLT支持路由协议、隧道技术和VPN协议。

- 大规模网络切片能力
- 随着POL（PON Optical LAN）组网的兴起，运营商可以深入企业内部网提供以PON技术为基础的LAN服务。企业之间业务需要隔离，最好的技术就是网络切片，可以按照PON口、PON板，为每个企业提供一个网络切片（见图2）。切片之间不仅IP地址空间可以重用，MAC地址、VLAN资源也完全可以重用。业务流量不仅转发面完全隔离，控制面的L2/L3协议也都是独立实例，协议版本和参数以及运行状态完全隔离。同时在底层计算存储资源方面也相互隔离。这样企业之间网络运行和传输业务做到最大的独立、隔离和安全，满足企业虚拟私网的需求。这对OLT设备提出了大规模切片能力的要求。

- 边缘计算能力，支持视频业务和vCPE业务

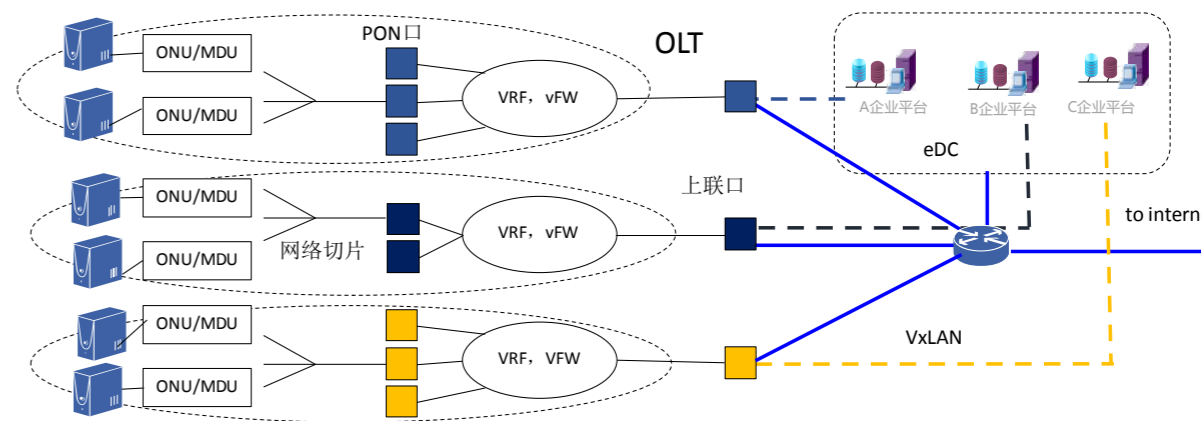


图2 企业POL和网络切片

为了就近提供服务，降低网络开销和时延，增加网络吞吐能力，更好地支持大视频业务，需要OLT具备内置计算和存储能力，提供TCP加速、AR/VR计算和缓存、快速频道切换等功能。同时，为了高性能提供vCPE业务，希望OLT内置计算资源，高效支持各种用户级VNF，如vRouter、vFW、vCDN等。

### 新一代光接入平台TITAN

中兴通讯在研究分析现网接入机房以及新业务新技术的基础上，基于高端分布式路由器架构推出了超大容量OLT旗舰产品，TITAN。TITAN的PON口容量超过500个，槽位带宽达到400Gbps，交换容量达28.8Tbps，创造了业界多项第一。TITAN推出后立即受到中国电信、英国电信、法国电信、日本软银等全球主流运营商的关注。产品亮点有：

- 单框可以接纳用户32000户，双框堆叠可以接入64000用户。结合上海电信接入机房数据，一个接入机房采用1台（或2台）TITAN即可替代原来15台（或30台）

OLT，免除汇聚交换机，释放90%的机架资源和降低60%的设备功耗。而且网元数量的减少，大幅降低了维护工作量，上联链路利用率也大幅改善。

- 采用高端路由器的软硬件平台架构，L2交换、L3路由和VPN功能完善，可以作为接入机房重构的核心，构建高效、轻量级的接入计算和互联平台。
- 具备丰富的槽位资源，可以按需内置计算和存储资源，支持大视频加速和VNF业务。
- 具备大规模网络切片的能力，每增加一块处理刀片可以增加8个网络切片，整机支持128个网络切片，能够满足包括批发业务、共享共建、分业务切片、企业POL、园区网等各种场景的网络切片需求。

超大容量TITAN，可替代现有接入机房的几十台OLT和汇聚交换机，大幅降低功耗和空间，减轻运维；同时，TITAN基于分布式路由器架构，可以作为接入机房重构的核心平台，提供大规模切片能力、内置计算存储资源能力和本地互联能力，是运营商建设新型光接入网络的不二选择。 ZTE中兴

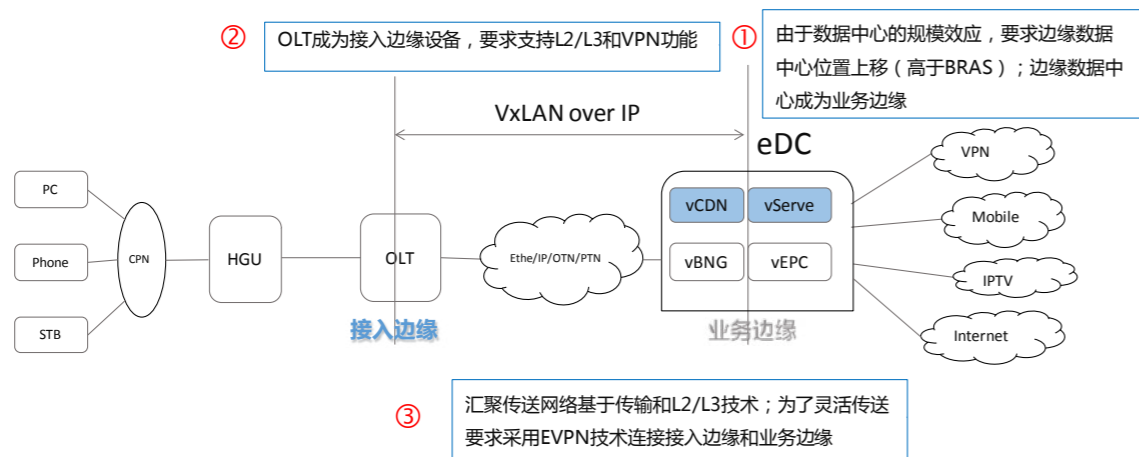


图1 边缘数据中心和OLT之间需要采用VxLAN连接

# 切片技术实现新业务扩展



刁渊炯  
中兴通讯  
FN产品规划总工

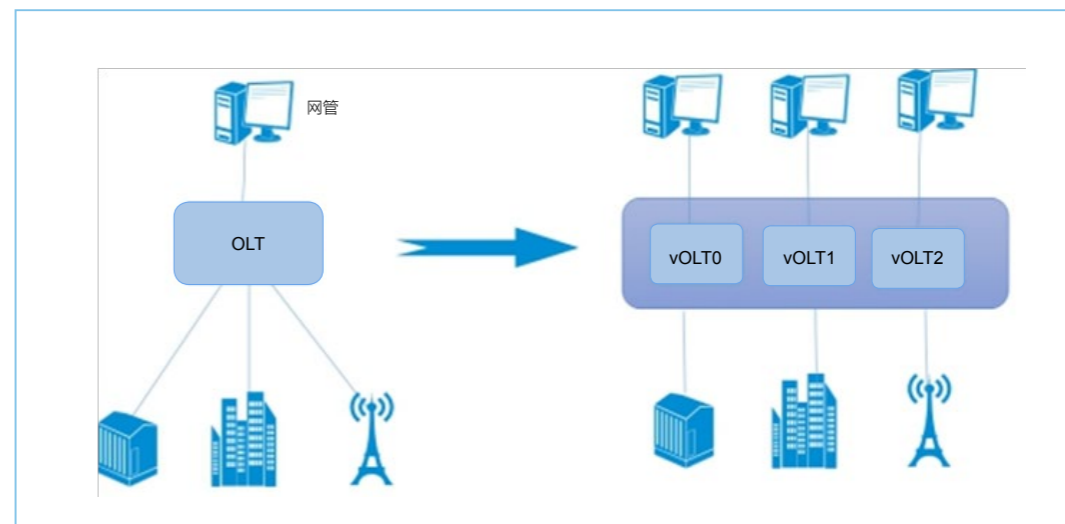


图1 TITAN实现设备切片

## 通

过共享网络基础设施降本增效是关乎运营商竞争力提升的长期议题。在没有引入切片技术之前，一般可采用物理OLT（光线路终端）框区隔，并结合差异化配置的运维手段，来保证高优先级业务的服务质量，但也由此带来网络资源利用率低、机房空间紧张、能耗大等综合成本高的问题。切片技术的引入，可以改变以上现状。

### 切片技术的使用场景

- 多运营商共建共享  
光纤接入网投资大，多个运营商共享光纤接入网，可以分摊建网成本。同时通过灵活关联用户到不同切片，使最终用户也有选择不同运营商的权利，有利于实现市场的公平竞争。

切片使用方法：在同一OLT中创建多个网络切片，出

租给不同的运营商/企业等租户，租户可以根据需要进行业务部署和运维管理。

- 多业务部门管理隔离  
随着光纤宽带接入网络规模建设，宽带接入网逐渐演进为承载家庭用户、政企专线、移动基站回传等各种业务种类的全业务接入承载网络。这些业务部门有自己的业务流程、VLAN/路由等业务规划，引入切片技术，可实现多业务部门的管理隔离，避免规划冲突。  
切片使用方法：同一OLT承载多种类型业务时，通过创建网络切片，将同一业务部门的用户（如FTTH用户）部署在同一网络切片中，便于配置和管理。新增业务部门时（如移动基站回传用户），通过新的网络切片进行独立部署。切片之间VLAN、路由等规划资源可以重用。
- 差异化服务质量的资源按需匹配  
5G移动网定义了eMBB、uRLLC、mMTC等多种对服务质量要求差别很大的使用场景。如果每个场景配置一组设备，网络建设成本很高。固网接入类似的也有针对物联

网、边缘计算等和传统FTTH上网那种尽力而为方式不同的服务质量需求。引入切片技术，可按服务质量要求合理分配资源给各个切片，从而提升网络的效益。

切片使用方法：根据时延、抖动、吞吐量等性能指标的不同要求，为不同切片分配L1传输资源、L2包交换资源，分配DiffServ QoS保障或IntServ QoS保障机制。

- 每用户提供虚拟租户网络  
随着运营商边缘数据中心的建设，在支持传统三重播放业务的同时，接入网需要将一部分流量导入边缘数据中心。数据中心普遍采用IETF NOV3的架构组建多租户的vDC（虚拟数据中心），这里的租户可以是企业专网、运营商自营业务专网，或家庭私有云。  
切片使用方法：采用Overlay方式构建租户虚拟网络，形成端-管-云一体化的网络切片，既可以在用户侧接入实体的网络功能PNF（Physical Network Function），也可以在数据中心接入虚拟网络功能VNF（Virtual Network Function）。
- 综上，我们可将网络切片归纳为两类。  
前两个使用场景，我们将其归类为设备切片。设备切片专注于网络基础设施的管理域切分，资源占用周期较长。好比造了大楼，分配其中公寓的所有权。后两个使用

场景，我们将其归类为业务切片。业务切片专注于合理地分配端、管、云资源匹配业务期望的网络特性。业务切片的资源占用相对动态，使用周期较短。业务切片可以Overlay在设备切片上，也可以直接Overlay在物理的基础设施上。好比一套公寓每次出租时，租户都可以按自己的需求定制使用。

### TITAN，全面支持切片技术

TITAN支持设备切片和业务切片。通过设备切片实现管理域的隔离，进一步在管理域内进行业务切片实现多租户的网络虚拟化隔离，并提供差异化服务质量保证。

如图1，TITAN实现的设备切片是将单一物理OLT设备在逻辑上划分为多个虚拟设备，设备切片之间业务资源、业务规划、业务运行、业务维护和切片管理的独立隔离以及差异化设置，可以减轻或解除宽带接入网承载全业务时的各种限制，也可以在虚拟运营商的批发商业模式中提供差异化的网络服务。

在设备切片的基础上，每个管理域通过建立起全局的业务编排器，对分配到该管理域的设备切片资源进行管控，实现Overlay在设备切片之上的业务切片。

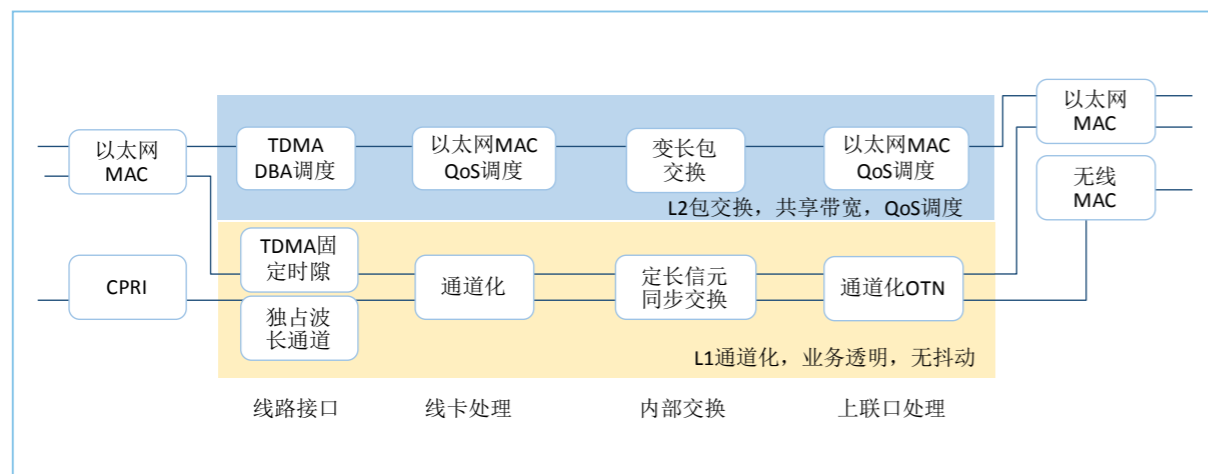


图2 TITAN提供差异化服务质量保证

现有的接入网按业务多边缘将用户的不同业务挂接不同的物理网络设备，如BRAS、SR、A类路由器等，并普遍使用VLAN技术用于隔离不同的业务烟囱。

CO重构的方案中，业务边缘将逐步由边缘数据中心承担，物理硬件隔离转变为vDC网络虚拟化方式实现的租户之间的隔离。这种vDC架构主流是按IETF的NVO3标准的Overlay方式构建，用户和业务节点都通过网络虚拟化边缘NVE（Network Virtualization Edge）接入vDC。配合DC为核心的CO重构，接入网也将向Cloud Access演进，成为vDC中租户的接入网：

- SDN化接入网，使接入网资源（如带宽、用户线路连接）可以被驻留在数据中心内的业务调用；
- 支持按边缘DC中的租户对接入网资源进行切片，使接入网成为数据中心租户网络向用户驻地的延伸，切片保证租户间的隔离；
- 采用Overlay技术连接用户和vDC，避免大量租户对城域网的基础网络设施造成冲击。

TITAN直接支持网络虚拟化边缘NVE的功能，传统用

户线路无需改造即可将VLAN映射到VxLAN VNI连接数据中心。这一过程在业务编排器的控制下自动完成，这种按需建立的虚拟化网络，可以将用户自动连接到DC化的CO中的vBRAS、vCPE、vRouter等各种VNF，打通了云到端的最后一公里连接。

此外，为了满足差异化服务质量保证的资源按需分配，TITAN还提供2种特性的资源，供不同的业务切片按需选择（见图2）：

- 基于Packet交换，和其他切片有QoS竞争的管道，配备流量监管和调度等手段；
- L1层的同步传输通道，基于固定信元达成的时分空分方式，没有抖动和带宽竞争，时延小且固定。

设备切片避免了每个网络管理域都需要单独采购设备、单独建网的成本，缩短基础设施的工程周期，提升了网络基础设施的使用效率。而业务切片结合CO的DC化重构，实现云到端最后一公里的租户级别的网络虚拟化，使每个最终用户都可以享受快速高效的按需网络服务。 ZTE中兴

## TITAN支撑大视频业务蓬勃发展



田洪亮  
中兴通讯  
光接入产品规划工程师



视频业务是最重要的宽带业务之一，其流量占整网流量的70%，各大运营商已经把视频业务升级为业务。同时，随着视频分辨率的提高，4K电视、8K电视和AR/VR的出现，大视频业务对接入网络提出了越来越高的要求。这些要求集中体现在更高的带宽、更短的时延和更少的丢包。参考业界共识，基本指标需求如表1所示。

按照这个指标，现有网络架构、管道模型和设备特性都必须进行调整和优化才能满足要求，尤其是8K电视和VR视频对网络苛刻的时延和丢包要求。

中兴通讯新一代OLT平台TITAN具备丰富的大视频支撑特性：提供业界第一的大带宽，支持不断提高的大视频带宽需求；分布式路由器架构，具有强大的L3功能，支持共享管道承载大视频；内置CDN，实现多种加速功能，提

高视频业务体验质量。针对现有接入网络架构承载大视频存在的时延和丢包等问题，TITAN提供了大视频承载新思路和新方案。

### L3功能下沉OLT，采用共享管道承载大视频

现网承载IPTV业务的管道模型，基本是沿用宽带上网的管道模型。这种模型中，每用户的二层管道细长，需要穿过HGU、OLT、AGS和BRAS，且对每个管道在沿途各节点配置了带宽限速和队列整形，导致时延和丢包增大，管道之间缺少统计复用，带宽利用率低下。OLT上联口一般为10GE，如果不划分管道，则是共享管道的承载模型，如果按用户划分管道，则是分管道的承载模型。假设每用户管道100Mbps，一个10GE端口可以承载100个用户管道。由于在分管道模型中，存在管

表1 大视频业务对网络的典型需求

	入户带宽	端到端时延RTT	端到端丢包率	接入网时延（单向）	接入网丢包率
4K电视	100Mbps	20ms	0.0168%	4ms	0.0084%
8K电视	500Mbps	16ms	0.0020%	1ms	0.0010%
VR视频	1000Mbps	12ms	0.0010%	0.5ms	0.0005%

道之间流量的不均匀，同一时刻，有些管道没有流量，如果并发率为50%，则平均时延将加倍。更严重的是时延抖动将严重劣化。假设一个突发块1Mbit，用户管道100Mbps，需要转发时延10ms，共享管道10Gbps，转发时延为100μs。同样PON口下行如果采用共享管道模型，也可以优化时延指标。

细长二层管道，同样会引起丢包问题，因为分管道模型中，设备缓冲区被分成多份，抵御突发流量的能力降低。

这种细长管道模型其实是来自于宽带上网业务模型。宽带上网业务其实是卖带宽，对时延、丢包等业务质量并不关注，但IPTV业务是卖业务，业务质量好坏关乎业务的成败，因此，有必要改变这种管道模型架构。

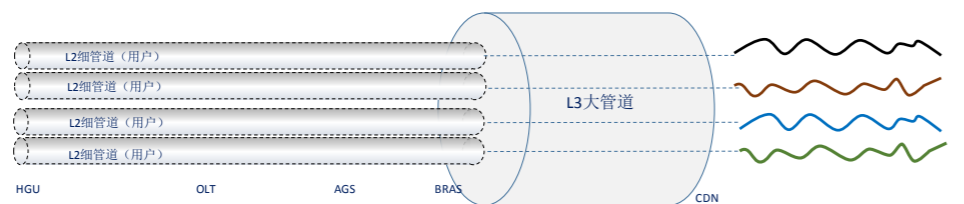
中兴通讯新一代OLT产品TITAN把L3功能下移到OLT，同时OLT与HGU之间按PON设置粗管道，可以显著改善时延、丢包和带宽利用效率。同时由于OLT支持三层功能，视频全路径性能监测可以统一采用IP-OAM手段，降低OAM技术部署复杂度，提高OAM效率。另外，缩小二层网络，可有效减少二层广播流量，提高网络安全性能。并且L3 OLT为以后CDN进一步下沉到接入机

房提供条件。图1为改进的IPTV承载管道模型。

### CDN下沉OLT，解决大视频业务时延和丢包问题

OTT视频业务走的是宽带上网的通道，按照既有的宽带上网业务模型，一般运营商只承诺了最大上网带宽，一般是在BRAS、OLT等关键设备处部署CAR技术对用户流量进行限速来实现。但基于令牌桶的CAR技术极易造成丢包，这非常不利于基于TCP的OTT视频业务流的承载。

根据表1，8K电视的单向端到端时延为8ms，丢包率0.002%，VR电视的单向端到端时延为6ms，丢包率0.001%。这对现网CDN架构和承载网架构提出了很大挑战。CDN端和家庭网络端的时延各为2ms，一般很难改进，这样，留给整个传输网络的时延只有2ms/4ms。另外，由于现有PON网络的DBA技术，上行时延大于1ms，因此，OLT到CDN这段网络的时延要求非常高，对VR业务来说，只有1ms，对8K电视来说，也只有3ms。解决问题的办法只有缩短从OLT到CDN的传输路径，具体来说有两种思路：一是CDN下沉到接入机房，二是OLT通过低时延传输网络（如OTN）一跳直达CDN。



IPTV业务的带宽管理采用了宽带上网的带宽和QoS管理模式，导致管道更细、更长，限速和整形技术分别导致丢包和时延增加，不利于IPTV业务的承载。

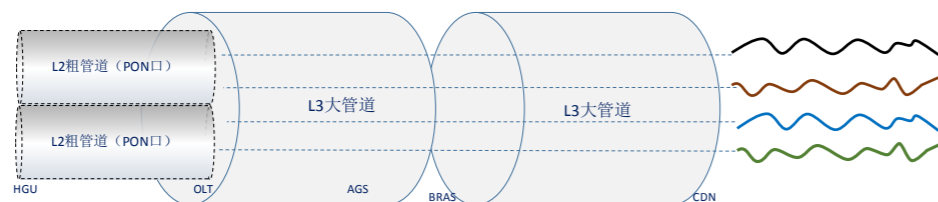


图1 改进的IPTV承载管道模型

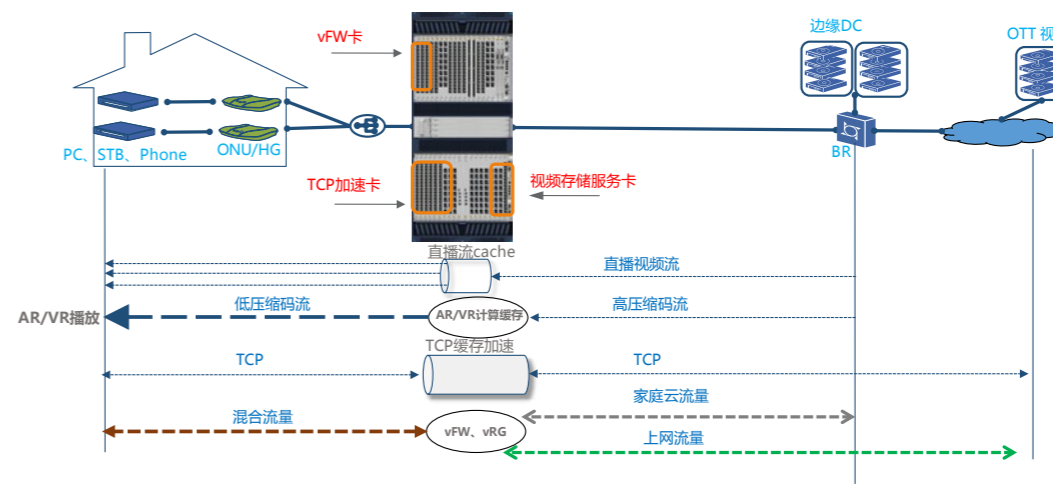


图2 CDN内置OLT，支持AR/VR、FCC和TCP视频加速业务

如图2，可以把CDN下沉到接入机房，旁挂OLT或内置OLT，就近提供IPTV和OTT视频业务，包括快速频道切换、TCP视频加速和AR/VR缓存和计算。

也可以利用TITAN支持FlexE和OTN的优势，对低时延的8K、VR大视频业务直接通过FlexE和OTN直连到CDN，以达到降低时延和改善丢包的目的。

### OLT支持大缓存和动态优先级缓冲区管理，降低突发丢包

大视频业务对丢包尤其敏感，在数据网络中，主要的丢包都是突发丢包。为了减少突发丢包，首先要求设备本身配备足够的缓存，提高突发流量缓存能力；同时要求设备具备完善的缓冲区管理功能。主要是两个方面，第一，用户流量之间共享缓冲区，提高应对视频突发流量的能力；第二，区分业务优先级分配缓冲区，可以保证视频业务拥有更多的缓冲区来缓存流量，同样减少突发丢包的发生。

同时，TITAN的PON卡支持每用户每业务的队列，利用这个队列的shaper能力和WRED丢包技术，可以很好地支持基于TCP传输协议的OTT视频流量，减少丢包，提高TCP吞吐量，改善互联网上的大视频体验质量。

### 丰富的大视频业务快速故障定位手段

从STB到CDN的全路径上，现网中OLT、AGS一般是二层设备，不支持常见的IP OAM技术，需要局部采用以太网OAM技术。这直接导致了视频路径性能监测的困难，给大视频传输故障的快速定位设置了障碍。而且在现网中，HGU、OLT、AGS和BRAS的以太网OAM支持参差不齐，即使局部测试都难以实施。

中兴通讯新一代OLT平台TITAN提供丰富的大视频业务故障定位手段：

- 支持实时路径还原；
- 支持MDI、VMOs、VQoE视频质量指标在线实时监测；
- 支持TWAMP、RFC2544和E-OAM在线路径性能监测；
- 支持端口亚秒级流量统计。

随着视频分辨率的不断提高，对网络时延和丢包要求越来越高，尤其是后续的8K和VR业务，更对网络提出了苛刻的指标要求。现有接入网络的传输模型、关键设备功能亟需重构和变革。中兴通讯新一代OLT平台TITAN，具有L3 OLT、共享管道承载模型、OLT内置CDN、OLT设备缓冲区管理、shaper限速等创新方案和关键技术，支撑大视频业务蓬勃发展。 ZTE中兴



# WDM PON应用于5G前传的关键技术研究



杨波  
中兴通讯  
FN产品技术预研高级工程师

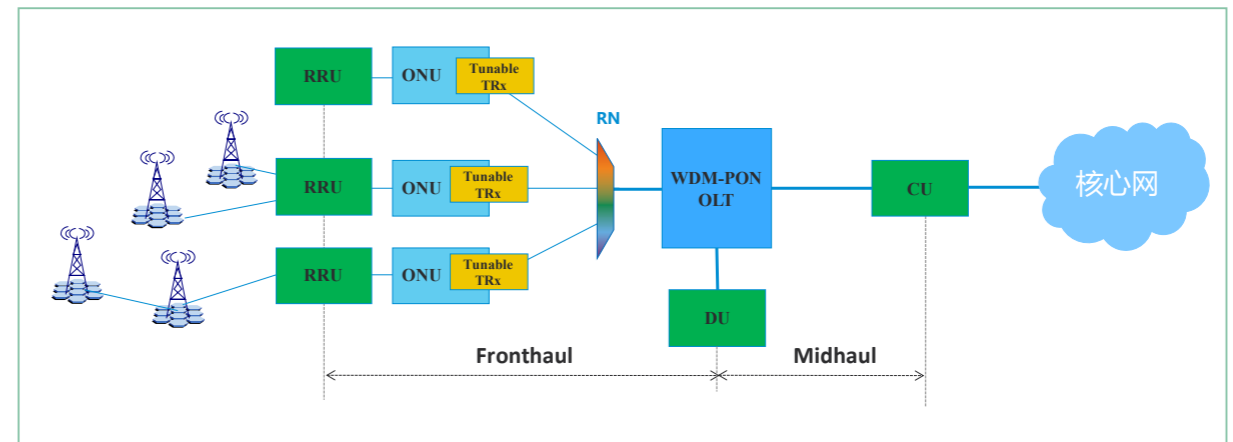


图1 WDM PON 5G前传的网络架构

前5G网络研究已经形成第一波浪潮，进入技术标准研究及研发试验的关键阶段。相对于4G技术，5G网络在吞吐量、时延、连接数量等方面性能有显著提升，同时对前传网络也提出了新的挑战，如密集光纤部署、更高传输带宽、更低时延等大量新需求。WDM PON结合了WDM技术和PON拓扑结构的特点，具有高带宽、低时延、节省光纤、运维简单、成本低等优点，在5G前传应用方面具备其独特的优势，近年来广受关注。

受限于标准和技术成熟度，WDM PON商用网络或实验样机的速率还相对较低，一般单波长不超过10Gbps。2015年，ITU-T在NG-PON2标准中对WDM PON (PtP WDM选项)进行了架构和指标定义，线路速率定义到10Gbps；同时还定义了WDM PON系统中传输波长分配信息与OAM数据的辅助管理与控制通道 (Auxiliary Management and Control Channel, AMCC)。考虑到5G前传的更大带宽需求，近期ITU-T开始了应用于5G前传的单波25G WDM-PON技术白皮书研究。

## WDM-PON 5G前传的网络架构

5G网络前传C-RAN架构中，BBU功能将被重构为CU和DU两个功能实体。CU设备实现非实时的无线高层协议栈功能，支持部分核心网功能下沉和边缘应用业务的部署，DU设备实现物理层功能和实时性需求较高的传输层功能。为了节省RRU与DU之间的传输成本，减小RRU与DU之间的传输带宽，部分物理层功能下移至RRU实现。目前，DU和RRU之间接口的标准化还没有达成共识，业内主要有NGFI、eCPRI和CPRI等方案。

WDM PON 5G前传的网络架构如图1所示，DU与RRU之间基于WDM PON无源光网络点对多点树型网络拓扑连接，WDM PON OLT和ONU分别与DU和RRU连接，采用波分复用技术以及AMCC技术实现DU与RRU之间的透明业务传输。OLT设备在实现DU与RRU之间前传业务的同时，承载DU与分离CU之间的中传业务。

上述WDM PON 5G前传的网络架构具备以下技术特点：

- 采用PON网络拓扑，对于站点密集的5G前传网络，可大

量节省光纤部署，共享已有的光纤基础设置、机房空间，大量节省建网和维护成本。

- 采用波分复用和AMCC技术，不进行帧处理和DBA调度，相比于有源承载设备和TDM PON设备具备时延小、频率抖动低的优势，并且可灵活适配不同类型的前传接口。
- 单波长带宽独享，高传输效率，带宽资源丰富。
- OLT可以做到xHaul (Fronthaul和Midhaul) 共设备，OLT平台可以和DU池部署在一个机房，降低配套设备和机房建设的成本和综合能耗。
- 无色ONU技术，成本低、运维简单。
- 统一光接入平台、共享OLT，同时支持移动用户和家庭用户业务需求。

## 低成本高速无色ONU技术

作为WDM PON系统的关键技术，无色ONU技术一般采用基于可调激光器技术的可调ONU技术。可调激光器与调制器集成较易实现高速率传输，目前业界有多种已商用技术方案，如分布布拉格反射 (Distributed Bragg Reflector, DBR) 激光器、数字超模DBR激光器 (Digital Supermode Distributed Bragg reflector, DS-DBR)、外腔激光器 (External Cavity Laser, ECL)、V型腔激光器 (V-Cavity Laser)。这4种商用可调激光器技术方案的调谐机制、集成方式、波长调节范围以及成本差异如表1所示。从表1可以看出，目前25G可调激光器尚未完全成熟，应用于5G前传网络，在速率提高和成本降低方面还有待研究。

表1 可调激光器技术对比分析

可调激光器类型	波长调谐机制	集成方式	调谐范围	调制速度 (bps)	成本
DBR	电流、温度	单片集成DML/EA	>10nm	2.5G/10G	低
DS-DBR	电流	单片集成MZ	>40nm	10G (25G)	较高
ECL	温度/微机械	混合集成DML	>30nm	2.5G	较低
VCL	电流、温度	单片集成DML/EA	>30nm	2.5G/10G	较低



## 光纤基础网络智能化运维管理浅谈



龚裕  
中兴通讯  
光纤基础网络规划总工

### 作

为光纤宽带网络通信的基石，光纤基础网络近几年随着全球数字经济和宽带网络的发展取得了长足的进步，网络数量和覆盖得到了前所未有的发展。即便如此，为了更好地刺激和迎合全球经济的发展，多国都在酝酿新一轮的光纤宽带网络建设。在中国，2017年国家工业和信息化部发文要持续推进高速宽带网络部署，鼓励企业加大投资力度，深入推进高速宽带网络基础设施建设，进一步扩大光纤网络覆盖；在海外，欧洲、中东、亚太和南美区域多国都在启动或加速全国光纤网络部署。显然，光纤基础网络的数量和覆盖将持续增长扩大。

与此同时，随着光纤基础网络的不断发展，其本身也面临着新的问题和挑战，其中最主要的是光纤基础网络的管理运维。光纤基础网络有三个重要特点：海量、分散和无源哑资源。这些特点决定了光纤基础网络的管理运维不同于其他通信产品设施，管理运维所面临的问题和挑战要远高于其他通信产品。显然，管理运维的质量和效率将直接决定光纤基础网络的总成本TCO和网络的健壮性与可持续性。

基于在业界的丰富经验和对网络的深刻理解，中兴通讯为光纤基础网络的管理运维提供全方位的、基于统一管理运维平台的整体解决方案，从“点、线、面”三个层面涵盖节点安全、线路质量和资源梳理等，并通过一系列的物联新技术、手机APP和统一电子化流程提升管理运维的效率和可靠性，从而降低端到端的TCO，提升网络健壮性，保证光纤基础网络的可持续性发展。

### 智能化节点安全综合方案

无论光纤基础网络还是无线通信网络，都需要通过各类有源或无源的机房、室外机柜、室外箱体等节点设施进行连接，因此各个节点的安全保障至关重要，尤其是大量无人值守的网络节点，节点安全的保障和人员进出站点的管理十分关键。中兴通讯智能化节点安全综合方案，结合了智能电子锁和视频联动抓拍等功能，多维度确保了网络节点的安全。

在传统的节点安全方案中，多数采用传统的机械锁或RFID锁。机械锁的使用存在诸多不便或风险，例如携带不同的钥匙非常麻烦，钥匙存在丢失或被盗配的风险，机械锁的使用基本无法有效授权或管控，且机械锁的开锁或关锁无法做到跟踪追溯，只能人工记录。RFID方案比起机械锁方案，除了携带稍微方便和可实现简单权限控制外，基本延续了机械锁的缺点，而且锁具还需要增加供电。此外，不管是机械锁还是RFID方案，无法实现和视频照片抓拍的联动。很显然，传统的机械锁或RFID方案，基本上不具备智能化的功能，在实际应用中存在诸多不便。中兴通讯智能化节点安全方案，通过引入电子流程和手机APP等技术，彻底解决了上述传统节点安全方案中的不便和风险。

首先，智能电子锁方案替代了传统机械锁或RFID锁方案。智能电子锁方案主要包括智能电子锁、电子钥匙、手机APP和管理运维平台四大部分（见图1），其中电子钥匙是可选模块。智能电子锁是对传统锁具的升级，增加了电

提升可调光模块速率，可以结合10G可调器件和高阶调制技术来实现，如4级脉冲幅度调制技术（4-Level Pulse Amplitude Modulation, PAM4）、光双二进制技术（Optical Duobinary, ODB）等。采用高阶调制技术实现25G可调模块，一方面可以利用成熟的10G光器件产业链，降低光器件成本，加快25G可调光模块商用进展；另一方面还可以提升高速可调激光器的抗色散性能，增加可调模块可支持的传输距离。

降低可调光模块成本，除采取低成本的可调谐激光器外，也可以通过降低模块封装成本来实现，例如利用AMCC技术结合波长监控技术来降低可调激光器模块的波长稳定度要求，实现封装工艺简化，达到降低成本的目的。

### AMCC

WDM PON 5G前传透明传输管理功能采用AMCC技术路线，其特点是在不影响数据传输的同时能够对WDM PON ONU进行管理控制，包括波长分配信息与OAM数据等。

AMCC一般采用Transparent AMCC技术方案，要求不能对用户数据进行封装、编码、增加FEC等任何操作。

Transparent AMCC具体有两种实现方式，一种是基带过调制（Baseband Overmodulation）方案，另一种是射频调顶（RF Pilot Tone）方案。基带过调制技术是在用户数据顶部叠加一个低速率的0101基带数据，射频调顶技术是在用户数据顶部叠加一个低速率的ASK或FSK等调制方式的数据。两种方案各有优缺点，基带过调制接收方案简单，不需要ADC和DSP芯片，传输速率能达到100kbps以上，但对传输信号光功率稳定性要求较高，不能传输多路AMCC信号。射频调顶方案接收侧较复杂，并且传输速率受限于信号速率，但具备同时传输多路信号的优点。上述两种方案对数据信号传输都会产生一定的影响，一般来说引入1dB光功率代价以内，AMCC信号对数据信号幅度的调制深度不超过10%。

5G时代，新型网络架构、诸多新技术及应用特性对前传网络提出了新需求、新挑战。WDM PON系统具备低时延、高带宽、节省光纤、运维简单等优点，在5G前传应用中具备独特的优势。通过高效灵活的组网架构、低成本高速无色ONU技术与AMCC等关键技术突破，构建低成本、高性能的前传方案，必将为5G技术发展和商用引入新动力。 ZTE中兴

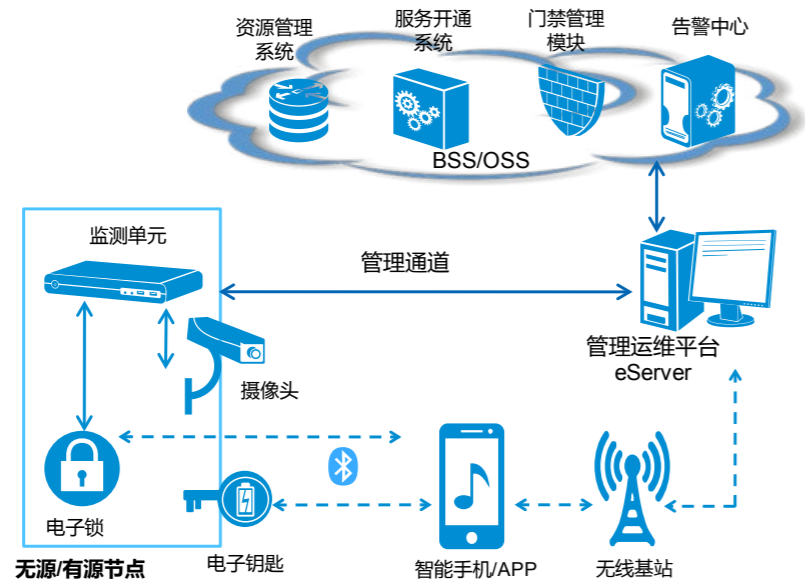


图1 中兴通讯智能化节点安全综合方案

子锁芯或蓝牙等新功能模块，可以是有源或无源电子锁；电子钥匙用于提供手机APP和电子锁之间的蓝牙通道和临时供电，当电子锁是有源电子锁且具备蓝牙功能时，电子钥匙可以省略；手机APP主要用于工单接收执行、电子锁的启用、电子锁的开锁和关锁操作及所有操作信息的记录与系统上传；管理运维平台，主要是对接手机APP和上层BSS/OSS系统，实现工单下发与系统授权等一系列管理功能。基于上述系统架构，管理运维平台下发工单到运维人员的手机APP，同时实现对手机APP的多种操作授权，授权模式可以按次、按时或按区域等多种灵活组合模式，然后通过手机APP和电子钥匙（可选）实现电子锁的开锁和关锁操作。与此同时，手机APP完成所有操作信息的记录并同步上传系统，包括开锁和关锁时间、运维操作人员的

信息数据，确保后续可以追溯。由于整个工单、授权与操作等都是通过电子化流程来操作，所以整个流程与过程是可管可控的，具备智能化的能力，即使手机丢失也不会造成安全风险，而且只有电子流程确认工单内容操作完成后，才能正常结单。此外，电子锁的安装启用等工作，也是通过手机APP和管理运维平台实现的，因此确保了整个节点安全方案的端到端电子化流程，充分实现了智能化。

其次，智能电子锁还可以触发和联动视频照片抓拍。在具备视频监控的场景中，不管是正常开锁还是非法被开锁，都可以触发系统通过视频照片抓拍开锁者，从而记录并上传运维人员或非法入侵者的视频照片图像信息，进一步提升了节点的安全性。

中兴通讯的节点安全综合方案，多方面保证提升了节

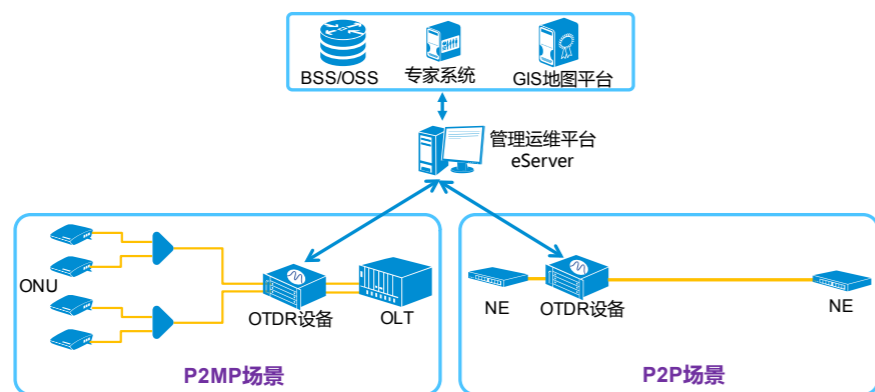


图2 中兴通讯智能化光纤线路质量保障方案

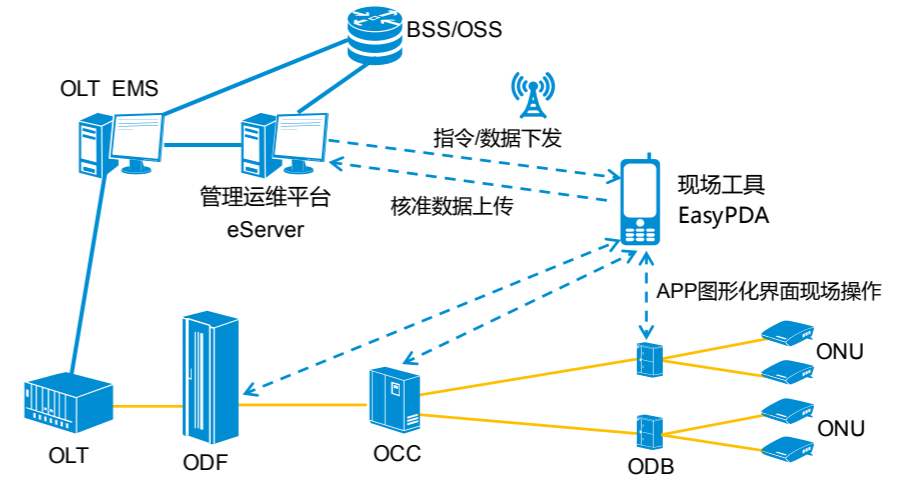


图3 中兴通讯智能化光纤资源梳理方案

点的安全性，很大程度上降低了节点安全的管理难度，真正实现了智能化节点安全的高可靠、高灵活和高效率。

### 智能化光纤线路质量保障方案

传统光纤线路质量保障，基本依靠用户投诉发现问题，然后运营商派出运维人员到外场寻找并检查故障点，费时费力。这种低效的光纤线路质量保障手段很容易导致客户满意度的下降，同时运维成本也会居高不下。中兴通讯智能化线路保障系统，通过专业仪表、电子化流程和专业智能的专家分析系统，实现快速高效的线路质量保障（见图2）。

中兴通讯光纤线路质量保障方案是一套具备提前预警光纤线路风险、快速诊断光纤线路故障和保障光纤线路质量健康的智能化端到端OTDR系统。本方案主要由高性能OTDR监测设备、统一管理运维平台、专家系统及GIS地理信息系统组成。OTDR监测设备实现光纤线路的高性能硬件检测；统一管理运维平台用于监测设备的配置、指令下发及监测结果数据的对比和上传等操作；专家系统是基于经验和专家数据分析的智能化综合故障分析平台，帮助更好地实现故障定位、分析与判断；GIS地理信息系统是可选功能，主要用于光纤线路故障在地图上的实时显示，便于更好地故障呈现，同时也可以实现故障点的导航，加快故障点处理效率。

在建设光纤基础网络的同期，可一同部署中兴通讯光纤线路质量保障方案，同时覆盖P2P和P2MP光纤基础网络，提供7×24小时不间断光纤线路质量监测。中兴通讯光纤线路质量保障方案可自动获取光纤线路性能数据，和健康数据库对比分析，和有源设备网管信息联动，并且能

够在GIS地图上直观显示故障点和各链路状态。基于该线路保障方案，光纤线路质量保障不再是难事，性能劣化能够提前预警，线路故障判断更加容易，效率更高。除此之外，故障点位置定位导航，可有效缩短排障时间；光纤线路质量评分按区域责任到人，丰富详尽的报表数据，光纤线路质量进入完全可视化管理的新阶段。

### 智能化光纤资源梳理方案

资源数据错误率高是光纤基础网络中最常见的问题，主要原因是光纤网络的无源哑资源特性。以往人工资源梳理方式费时费力，纠正效果也不能保证。中兴通讯智能光纤资源梳理方案，通过现场智能工具和系统、设备网管的电子化流程互动，实现用户账号、光纤网络分光器端口、有源设备端口等数据关联的一体化操作，提高全网端到端资源的准确性，提高资源梳理工程效率，降低了人为操作的错误风险，整体上显著降低了资源运维的端到端成本（见图3）。资源梳理对于已经长时间运营的网络具备特别的价值，分光器端口资源的梳理和保障，可以更好地节约资源和发展新用户。

光纤基础网络是光纤通信的基础，光纤基础网络的海量、分散和无源哑资源特性，给光纤基础网络的管理运维带来了巨大的挑战。中兴通讯凭借新兴技术和丰富的经验，支撑和帮助运营商实现高效的光纤基础网络管理运维，不仅能够降低管理运维的成本，提升管理运维效率，保证运营商的盈利能力，更重要的是能够确保光纤基础网络的长久稳健，保证网络的可持续发展。 ZTE中兴

# 四重保障消除智能家居隐忧



李光胜  
中兴通讯  
有线产品软件高级系统工程师

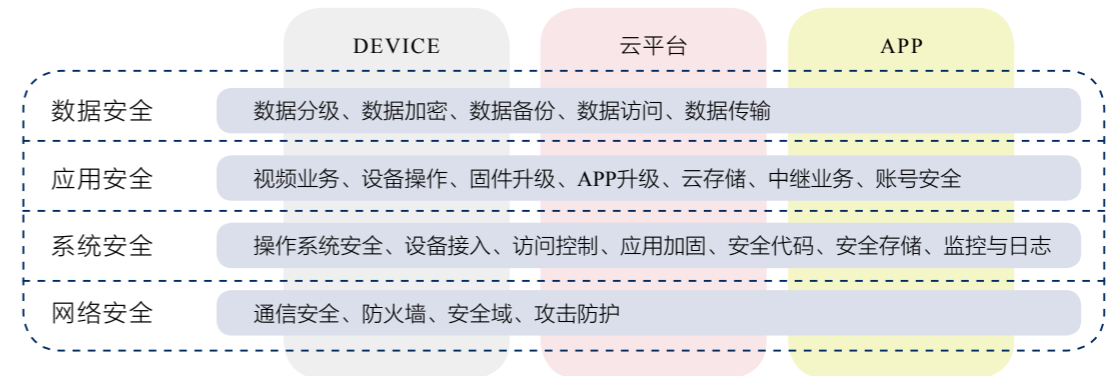


图1 中兴智能家居安全总体框架

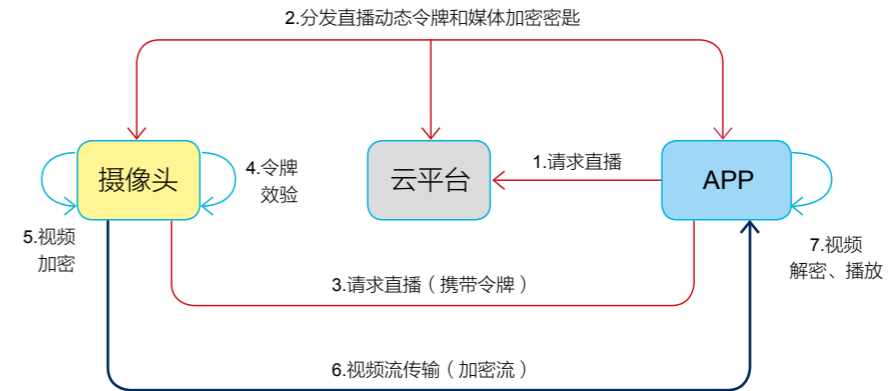


图2 小兴看看视频直播安全方案

年多以来，智能家居市场得到了高速的发展。众多行业巨头纷纷发力，共同推动智能家居技术的进步与生态圈的健全。然而智能家居在带给消费者便捷互联的智能新生活的同时，安全问题仍然没得到改善，还是那个继续盘旋在消费者头脑中挥之不去的隐忧。

作为全球知名的通信设备制造商，中兴通讯为全球运营商提供电信级的通信方案与产品。自2014年涉足智能家居行业以来，中兴通讯先后推出了“小兴看看”系列智能摄像头、智能门锁、路由器等智能家居产品，具备端到端电信级智能家居整体解决方案能力。这些产品性能稳定、功能完善，在消费者市场广受赞誉。除此之外，更值得关注的是，保障网络安全是中兴通讯的核心优势，将电信级的安全体系带入智能家居方案，也是中兴通讯对智能家居行业的重要贡献。

中兴通讯智能家居安全方案包括数据安全、应用安全、系统安全、网络安全四重保障，全面覆盖智能家居设备、云平台、APP三大产品领域，保障智能家居的端到端系统安全。中兴通讯智能家居安全总体框架见图1。

## 数据安全

数据安全是智能家居系统的核心。智能家居业务包含了大量个人用户数据和设备信息，为了防止用户隐私泄露，中兴通讯智能家居系统根据数据敏感程度划分成不同等级，并实施不同的数据安全方案。对于核心数据，如账号信息、音视频资料等，系统采用了AES/SHA加密、数据访问控制、备份等多种手段，确保数据在传输、存储、访问、容灾等过程中的安全性。

## 应用安全

应用安全是智能家居系统安全的关键。智能家居包括音视频服务、设备操作、云存储、固件升级等多种服务和应用，产品根据其特点制定了针对性的安全解决方案。例如，为了保证摄像头最核心的视频直播应用的安全，“小兴看看”系统采用了“动态令牌+音视频加密”安全技术，确保个人视频数据不会被第三方非法获取，视频直播安全方案如图2所示。另外，为了保证设备固件升级安全，平台采用了固件包签名、安全通道传输、固件包校

验、双版本保护等多种手段，可有效防止固件包的数据泄露、篡改。

## 系统安全

系统安全是智能家居系统安全的基础。系统安全包括操作系统、设备接入、设备访问、应用加固等多个方面。中兴通讯智能家居产品方案要求：接入云平台的每一台智能家居设备都必须拥有全网唯一的身份ID，当设备接入云平台时，安全中心对设备的DeviceID和DeviceKey进行合法性校验。APP在对这些设备访问时，必须要向安全中心申请访问权限，只有用户授权的访问才允许对设备进行操控，并且针对不同的用户角色，系统分配了不同的设备访问权限。

## 网络安全

网络安全是智能家居系统安全的前提。为了应对日益复杂的网络安全问题，防止通讯链路被监控及敏感信息泄露，中兴通讯智能家居系统所有指令使用TLS通信链路进行传输，并使用双向认证机制，确保设备、APP、云平台之间的通信安全。同时，系统对接入域、内部域、外部网络域使用了不同安全保护措施和安全策略。

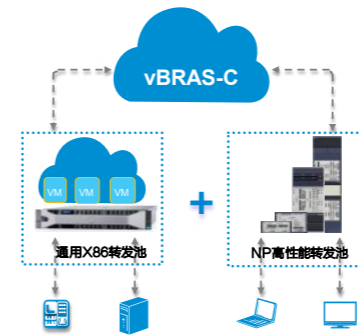
中兴通讯智能家居产品安全解决方案基于多年安全优秀实践，充分考虑智能家居系统的多样性、复杂性，以及设备的软硬件环境差异，建立起多维度的安全体系，保障数据安全、应用安全、系统安全、网络安全，为用户安全使用智能家居产品保驾护航。 ZTE中兴

# 电信级vBRAS， 打开云化城域网大门的金钥匙



陈迟馨  
中兴通讯  
承载产品规划经理

中兴通讯vBRAS产品架构



vBRAS两种转发池协同组网

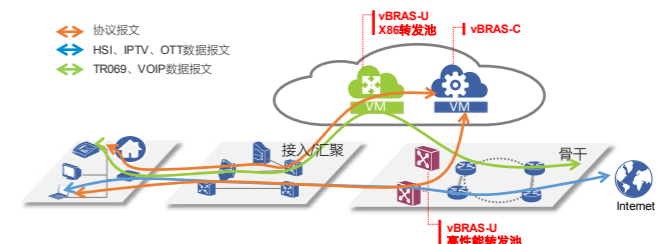


图1 中兴通讯vBRAS架构及组网方案

## vBRAS应具备电信级运营能力

2017年，电信业的NFV已经进入实质引入阶段。vBRAS作为固网业务NFV改造的首选场景，将转发面与控制面分离，可以克服传统BRAS设备资源利用率不均、新业务部署周期长、分散配置运维工作量大的缺点。目前vBRAS已完成实验室概念验证，正走向迎接现网业务运营考验的阶段。网络是信息社会最基础的服务之一，运营商网络面向众多公众用户和政企客户提供各类业务，vBRAS作为实现城域网各种业务接入的网关，应具备电信级的运营服务能力。

### 满足运营商网络大规模、高带宽、强扩展的需求

- 单个vBRAS实例可支持千万级用户接入能力，用户拨号上网速度超过10kpbs；
- 转发面能满足城域网百兆/千兆光宽带业务和以4K为主的IPTV业务规模发展的高带宽需求；
- 全分布式架构，容量可根据定义的弹性伸缩策略实现动态的scale in/out，实现自动扩缩容。

### 提供业务级的高可靠性和高可用性

现阶段当vBRAS对应的VM出现故障，若采用VM热迁

移技术，其切换速度难以保障业务的连续性，无法达到电信级可靠性的要求。因此vBRAS的可靠性主要还是以网元的冗余备份作为主要手段。可采用将vBRAS控制面各个功能拆分成不同的组件部署于不同的虚拟机之上，实现单个vBRAS实例内所有功能组件冗余备份，同时亦能提供vBRAS多实例的跨局址备份，最大程度地提供业务级的可靠性。

在城域网多种业务叠加承载的环境下，vBRAS仍需做到稳定运行，丢包率降低到运营商定义的电信级 $10^{-6}$ 的标准。

### 承载城域网所有业务类型

- 提供PPPoE、IPoE、IPTV组播，覆盖家庭triple-play业务、个人WiFi业务；
- 提供IP Host、L2/L3 VPN、L2TP接入，覆盖政企互联网专线、VPN业务；
- 强大的CGN功能及完善的CGN保护方案，确保私网IPv4业务的开展与可靠性；
- 高性能QoS/H-QoS能力，助力固网宽带业务的精细化运营和流量经营。

### 网络平滑演进，保护既有投资

当前运营商基本已经完成了城域网扁平化的改造，二级网络架构大幅提升了网络效率，vBRAS的部署应基于现有的城域网架构，且可向CO重构后的未来网络无缝演进。

现网传统BRAS设备基于硬件NP实现高性能转发，当前阶段拥有X86纯虚拟转发难以企及的转发性能，从运营商运营投资的角度讲，vBRAS新技术的引入应尽可能做到充分利用现有网络设备以保护既有的资产投资。

### 标准接口，网络能力开放化

运营商网络一般是多厂商、多域网，端到端业务开通和管理离不开多厂家网元协同，vBRAS应提供标准化开放化的北向接口，实现端到端网络资源和业务的编排与协同控制。通过开放网络能力，与第三方应用平台合作，提供灵活的功能调用，实现用户对网络和业务的按需定制，助力宽带业务的创新。

### 中兴通讯电信级vBRAS，助力运营商网络云化

中兴通讯在运营商城域网多年深耕细作，凭借对城域网现状与发展的深刻理解，在2016年推出了面向运营商网络的电信级vBRAS产品方案，充分汲取了SDN/NFV的核心思想，通过SDN实现控制与转发分离、通过NFV实现控制面软件与硬件解耦，不仅具备由SDN/NFV技术本身所带来的优势，还满足以上所有“电信级”的需求。

中兴通讯vBRAS采用转控分离架构，控制面(vBRAS-C)实现了业务控制的软件虚拟化，在转发面(vBRAS-U)提供两种类型的转发池：基于NP的高性能转发池和基于通用X86的纯虚拟转发池(见图1)。两种转发池采用统一的vBRAS控制面，可以协同组网，实现业务、资源协同优化：高性能转发池可提供T比特

级转发能力，在复杂业务叠加环境也可轻松达到优于 $10^{-7}$ 的丢包率，不惧大视频业务的挑战，可用于承载高带宽、对服务质量要求高的业务(如HSI、IPTV、OTT等)。X86纯虚拟转发池可用于承载低带宽、弱QoS的业务(如TR069、VOIP、WLAN等)，帮助分担用户会话数，降低对高性能转发池的流表开销。同时，高性能转发池可由现网传统BRAS设备软件升级实现，充分保护运营商的原有资产投资。

近一年来，中兴通讯积极参与各大运营商vBRAS测试与试点验证，与运营商、第三方应用与平台厂家深度合作，共同探究vBRAS技术的发展演进，推动NFV产业的标准化进程：

- 业界首家在中国移动、中国电信实验室完成转控分离架构的vBRAS技术验证性测试，随后在中国移动、中国电信现网多个省份完成了试点验证。
- 与中国移动研究院及业界其他厂商共同制定了转发分离vBRAS技术CCSA行业标准，规定了详细的设备技术规范、测试规范，推动vBRAS的行业标准化。
- 在第一个中国主导的全球开源项目Open-O中，中兴通讯vCPE、vBRAS产品基于第三方平台合作提供了家庭场景解决方案，助力完成第一个版本“SUN”的发布。

中兴通讯深度关注运营商网络和业务的特点，创新推出的电信级vBRAS产品方案，在兼具NFV技术带来的所有优势之外，亦能跨越当前X86本身的性能短板，切实满足电信级运营高会话、高带宽、高可靠和高效率的需求，助力构建智能、敏捷、弹性的下一代云化城域网。 ZTE中兴

# 共行、共赢、共荣

## ——产业合作奠定5G商用前景



金明曦  
中兴通讯  
5G产品方案策划经理

与其他任何产业不同，通信行业需要在全  
球范围内达成统一共识，以便建立可以  
在全球互联的网络。这个统一的共识包  
含了标准规范的制定、频率的规划使  
用，及产业链中各方的通力合作。第五  
代移动通信技术，即5G，目前已成为全球移动通信产业的  
焦点，全球各国、各大标准组织、主流通信企业都在积极  
开展5G标准化、测试等工作，唯有推动标准统一、强化技  
术创新、促进跨界合作，才能真正促进5G的商用进程，让  
5G更好更快变成现实。

### 标准规范制定

全球移动通信标准基本由3GPP (3rd Generation Partnership Project) 主导。尽管美国移动通信运营商 Verizon在2016年7月宣布完成其5G无线标准(简称V5G)的制定，搅乱了本就纷繁复杂的标准界，但中国、欧盟、日本、韩国等为代表的绝大部分国家，在标准制定上达成了共识，要继续坚定地围绕3GPP这个5G标准体系来制定全球5G标准。目前，3GPP已确定将在2017年底确定Non-

Standalone的标准，2018年6月完成第一个5G标准版本 (Release 15)，2019年底完成满足ITU要求的5G标准完整版本。这样，全球在5G标准制定、商用部署的时间点上达成了一致，全球5G一个标准的目标也基本达成。

中国企业在5G标准制定过程中贡献着重要的力量。以中兴通讯为例，在3GPP 5G NR (New Radio) 方面已经累计提交3500篇国际提案，获得2个5G关键规范的主编席位，牵头并通过了NOMA研究项目的立项，以及网络切片 ATSS研究项目的立项，全力支持在ITU和3GPP框架下研制全球统一的5G技术标准，支撑2020年5G商用。

### 频率规划使用

尽管5G标准尚未完成，但全球已经开始进行测试验证，甚至已有国家率先公布了5G频谱规划。不过，频谱和标准一样，需求全球统一，才能形成规模效应，实现全球漫游。

低频段具备良好的无线传播特性，用于广覆盖，但带宽有限；高频段覆盖范围较小，但带宽充沛。5G商用既需要低频段资源，也需要高频段资源。不同频段范围具有不

同的特性，任何一个频段都不可能满足5G的全部需求。可以预见，未来的5G网络必定是高低频共存，这也对通信设备供应商提出了多频段的需求。中兴通讯在2017年初巴塞罗那举办的MWC2017展会上率先发布了面向预商用的5G高低频系列化产品，推出业界最小最轻的低频AAU，并现场展示了高频设备的峰值吞吐率。近日，在IMT-2020 (5G) 推进组组织的中国5G技术研发试验第二阶段测试中，中兴通讯首家进行了26GHz高频试验和外场测试，并与行业多家仪表、芯片厂商进行了互通对接测试。此外，中兴通讯还额外申请在上海研究所内进行了40GHz以上频段的高频正式测试，表明我国在高频各个频段的关键技术能力迅速提升。

### 产业链合作

除了运营商、供应商之外，芯片、电子元器件、软件、智能硬件等也影响着5G向前推进的速度与步伐。

2017年2月，Qualcomm Incorporated子公司Qualcomm Technologies, Inc.、中兴通讯和中国移动联合宣布，计划合作开展基于5G NR规范的互操作性测试和OTA外场试验，这是业界首个符合3GPP标准的低频IoT测试。试验将基于3.5GHz频段展开，旨在推动无线生态系统实现5G NR技术的大规模快速验证和商用，使符合3GPP Rel-15标准的5G NR基础设施和终端能够就绪，以支持商用网络的及时部署。三家公司将在试验中展示多项5G NR技术，高效地实现每秒数千兆比特数据速率及与当前网络相比显著降低的时延和更高可靠性，以及更多功能。这些技术对于满足日益增长的消费者速率需求至关重要，其将支持虚拟现实、增强现实和联网云服务等新兴消费移动宽带体验，并为自动驾驶汽车、无人机和工业制造等用例提供兼具高可靠性和低时延的全新服务。

### 技术创新与商用实践

2017—2018年是5G发展历程中上承前启后的重要阶段，整个5G会从技术标准走向网络实践，为后期规模商用

奠定基础。

作为5G关键技术之一，Massive MIMO在提升频率效率和空口数据带宽上起到至关重要的作用。2014年6月中兴通讯率先提出5G技术4G化，Pre5G Massive MIMO在国内外等高端市场规模部署过程中，领先业界获取了大量实际移动网络中类5G应用场景的商用经验，为3GPP和ITU提供了许多高价值的真实场景的实测数据，极大地加速5G核心技术的成熟和完善，有效缩短5G产品验证和规模商用的周期。

MUSA是中兴通讯主导的另一个标签技术。中兴通讯多年在MUSA领域的研究和实践，在短码和接收机设计方面取得重大突破，做到了在真正免调度和随机资源选择情况下，实现接近600%的高过载率，为大连接需求提供优异的非正交多址解决方案，解决了未来物联网海量连接的规模商用难题。

### 实现产业共荣

业内普遍认为，5G网络一旦正式商用，除了会使通信业进入新一轮发展期外，还将带动多个规模万亿级别的新兴产业。包含车联网、大数据、云计算、智能家居、无人机等在内的多个行业将迎来快速发展期，人工智能、智能制造等产业也将随之崛起。近日，由中国信息通信研究院发布的《5G经济社会影响白皮书》中指出，“作为通用目的技术，5G将全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施，从线上到线下、从消费到生产、从平台到生态，推动我国数字经济发展迈上新台阶。”以中国为例进行测算，“2030年，在直接贡献方面，5G将带动的总产出、经济增加值分别为6.3万亿元、2.9万亿元；在间接贡献方面，5G将带动的总产出、经济增加值分别为10.6万亿元、3.6万亿元。”

因此，各方需采取更加开放的态度，营造产业生态环境，深化各领域融合应用，全面开创5G发展新局面，为全球5G发展做出新的、更大的贡献；以全球统一5G标准和产业生态为基础，加速产业成熟并打造协同创新的跨行业融合生态，实现5G产业的共行、共赢、共荣！[ZTE中兴](#)



# Leading 5G Innovations