

2017年1月 第1期

准印证号：粤内登字B第13111号

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

VimpelCom:
管理再造，成为数字化公司

09

视点

接入网虚拟化带来的
网络变革

专题：下一代PON

12

未来已至，中兴通讯推出
面向网络重构的全场景光接入平台

第21卷 第1期 总第340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: 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 陈宗琼
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: 张颖 何茜
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1月20日



蔡惊哲

中兴通讯固网产品总经理

下一代PON 全面支撑电信网络变革

展望2020年,ICT产业在创新驱动下充满巨大想象空间,一个崭新的世界初现端倪,“网络”的结构正酝酿着巨大的变革,“通信”的定义已经从人与人扩展到万物互联、虚拟与现实进一步结合、业务普遍云化、云网深度协同。而海量固定接入管道的建设正是支撑这一变革的重要基础。作为接入侧通信管道主流技术的下一代PON在这个变革的时期头角峥嵘,已经先一步进入实战状态。

中兴通讯是PON技术的领导者,一直以来秉承创新精神,与产业链上下游共同推动PON技术和应用进程。尤其是在下一代PON领域,中兴通讯一直保持技术和市场应用的领先地位。2013年上半年,中兴通讯发布业界第一款ASIC芯片的8口XG-PON1单板,并率先在欧洲、亚太等多个国家获得商用。2015年,中兴通讯提出基于Combo PON的网络升级方案,大大节省了机房面积,大幅降低向下一代PON演进的成本。

同时,中兴通讯在NG-PON2和25G/100G PON领域也投入巨大,是100G-EPON标准制定发起人之一,是NG-EPON技术白皮书和100G-EPON标准的主要贡献者。中兴通讯2013年就开始研发25G/100G PON设备,并在近期完成了针对100G PON的硅光低成本25G APD器件的联合测试。2016年,TITAN平台的推出将进一步支撑中兴通讯持续领跑下一代PON领域。

未来,大视频将成为宽带基础业务,驱动流量需求的爆发增长;物联网的发展促进万物互联和终端侧网络革命;SDN/NFV演进持续优化和改变网络架构;5G Backhaul有望成为固定宽带新的发展动力。可以预见,全球固定宽带发展将进入新一轮爆发期。Future is on!中兴通讯将持续投入下一代PON技术领域,帮助全球客户建设“极速、柔性、智慧”的宽带网络,携手共赢下一代PON网络的明天。




扫码体验移动阅读

CONTENTS 目录

中兴通讯技术（简讯）2017年第1期

VIP访谈

06 VimpelCom: 管理再造, 成为数字化公司 / 张颖

视点

09 接入网虚拟化带来的网络变革 / 刁渊炯

专题: 下一代PON

12 未来已至, 中兴通讯推出面向网络重构的全场景光接入平台 / 韩静

15 Combo PON, 引领10G PON演进潮流 / 吴颖

18 25G/100G-PON进展和演进趋势分析 / 马壮

22 25G/100G PON光模块技术分析 / 中兴通讯FN产品团队

26 大视频时代的家庭网关新趋势 / 孙裕

成功故事

28 上海电信抢滩智慧家庭蓝海 / 陈斌, 王平

30 True快速部署城市光网 / 郭文魁

32 Orange Spain: 借FTTH实现份额利润双增长 / 牟进

34 ETB完成智能GPON网络部署 / 贺亮

解决方案

36 云化核心网的高可靠实践 / 郑兴明

5G专栏

39 领跑5G, 测试争先——中兴通讯圆满完成中国5G技术研发试验第一阶段测试 / 莫林梅

07



19



30



33

中兴通讯推出 面向MIMO网络平滑演进的 X-Site解决方案

近日，中兴通讯推出了X-Site解决方案，可显著提升站点容量约40%，同时面向部署高阶MIMO平滑演进的能力，减轻网规及工程方面的投入，大大节省运营时间和成本。

UMTS网络运营在今后几年持续提供稳定的收入来源，而与此同时，LTE高速增长，如何在两者之间实现平衡，同时过渡灵活、节省成本地向下一代网络演进，成为运营商关注的重点。

X-Site站点解决方案可支持当前UMTS及2×2 MIMO的LTE网络向未来4×4 MIMO网络平滑演进。中兴通讯的X-Site解决方案包括RRU级联、垂直扇区分裂、自适应天线3大组成部分。

RRU级联使运营商在站点部署多频段业务时，可在既不改造现网天线、也不新增合路器的前提下，将不同频段的RRU直接级联起来，再通过射频电缆连接至天线，非常灵活简便，不但免去了昂贵的外置合路器，还可大大降低工程投入、缩短工期。

垂直扇区分裂技术使运营商不需要新投资天线，不需要重新进行网络规划，实现超快速部署并马上投入服务，从而赢得市场先机。

自适应天线技术可通过纯软件方式实现单一天线在三扇区模式和六扇区模式之间快速自如地切换，带给运营商更多灵活选择，快速提升UMTS容量以及灵活向MIMO网络演进。

作为全球领先的综合通信解决方案提供商，中兴通讯聚焦移动运营商未来3~5年的核心诉求，X-Site创新解决方案，直击当前网络演进要害，最大限度保护运营商的网络投资、灵活高效地实现向高阶MIMO LTE网络平滑演进的路径。

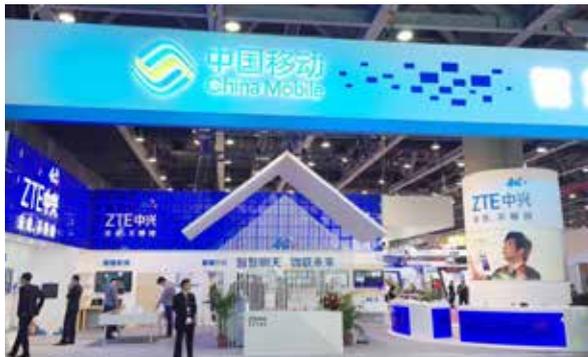
中兴通讯“智慧明天，物联未来” 亮相中国移动全球合作伙伴大会

近日，以“和你，连接梦想”为主题的2016年中国移动全球合作伙伴大会在广州隆重拉开序幕。中兴通讯作为中国移动主要合作伙伴，全面参与此次盛会活动。在广州琶洲保利展馆主场馆5号馆J1号展位，中兴通讯以“智慧明天，物联未来”为展台主题，与中国移动共同诠释“大连接”战略，精彩呈现物联网、智慧

家庭、智慧教育、终端等领域的各项成果。

此次大会，中兴通讯倾情奉上了一场智慧盛宴。在其智慧物联展区，中兴通讯展示了端到端蜂窝物联网解决方案，其中水质监测和智能停车业务演示均基于中国移动蜂窝物联网广州实验外场NB-IoT网络覆盖。同时，在中国移动协同创新展

台，双方联合展示了基于物联网PasS平台的智慧马拉松方案。在智慧家庭展区，中兴通讯展示了端到端完整的智慧家庭解决方案，有线宽带领域的深度经营和全新探索，将有效提升用户的使用体验和黏性，延伸包括中国移动在内的运营商宽带网络价值。



中兴通讯为Telefonica建设 拉美大规模虚拟化vIMS网络

近日，中兴通讯正式宣布，携手跨国运营商Telefonica共同建设拉美大规模虚拟化vIMS网络。该网络将覆盖拉丁美洲的7个国家（巴拿马、哥斯达黎加、尼加拉瓜、萨尔瓦多、危地马拉、厄瓜多尔、乌拉圭），为Telefonica本地用户提供VoLTE和VoWiFi业务。

Telefonica集团是全球最大的电信服务运营商之一，为欧洲和美洲17个国家提供电信服务。随着集团LTE业务的快速发展，部署VoLTE和VoWiFi业务已成

为其后续运营和发展的重点。通过本次合作，中兴通讯将在Telefonica集团拉美7个国家全面部署vIMS based VoLTE/VoWiFi网络，并提供完整的虚拟化解决方案。

中兴通讯vIMS解决方案在产品性能和安全性方面，继承了电信级的商用要求，能够实现与Telefonica传统网络的无缝融合，同时通过在Telefonica实验室的大量测试，可全面支持向Telefonica下一代电信云架构UNICA的演进。

中兴通讯操作系统获工业领域最高奖 自主创新加码国家信息安全

2016年12月11日,第四届中国工业大奖——每3年一届的中国工业领域最高奖项,在北京人民大会堂隆重揭晓。中兴通讯面向工业智能装备的电信级实时操作系统,凭借创新的技术与规模化的商用,获得分量最重的工业大奖。

实时操作系统是工业控制系统的关键核心,如同人类的大脑,控制着系统的稳定运行,并和系统的本质安全息息相关。本次大奖审定委员会授予中兴通讯自主操作系统最高奖项,体现了国家对核心基础软件的高度重视。

响应国家信息化与工业化深度融合的战略部署,中兴通

讯将操作系统方面的优势技术、产品和经验逐步向工业领域推广,目前已经覆盖电子、机械、航空、航天、船舶、铁路、电力、汽车等重点工业领域,已有超过1亿套中兴通讯自主操作系统在全球商业环境中稳定运行,为用户提供具备国际竞争力的工业智能装备操作系统解决方案。



Pre5G再下一城 中兴通讯助力比利时 Telenet创下欧洲最快网速

2016年12月12日,中兴通讯携手比利时Telenet完成Pre5G外场测试,创下欧洲首例外场真实环境下达到1.3Gbps的速率,是现有4G网络速率的4倍。Telenet与中兴通讯在测试现场展示了Pre5G的超快速率,90秒钟完成了13.3GB高清电影下载。

中兴通讯作为Telenet全网设备独家供应商,与Telenet保持着长期战略合作伙伴关系,本次Pre5G测试标志着Telenet网络向未来5G演进迈出了坚实的一步。

移动数据时代来临后,数据业务开始了爆发式增长,根据知名咨询公司Ovum的数据,预计到2020年5G时代到来之前,

全球数据需求将达到现在的4倍。通过与中兴通讯的合作,2017年Telenet会完成城镇地区的Pre5G部署,同时在各大体育赛事场景也会部署Pre5G,例如比利时一年一度全球最大的电子音乐节Tomorrowland,借此提供最优质的用户体验。

Telenet CTO Micha Berger表示:

“这个测试结果非常令人振奋,我们创造了最快的外场速率记录,这是我们的网络迈向5G的重要一步。中兴通讯的Pre5G方案给我们带来很多新的机遇和可能,让我们的网络更快、拥有更大的容量,为用户特别是处在高负荷区域的用户提供了更好的用户体验。”

中兴通讯助力四川电信 率先打通基于NFV架构的 VoLTE Firstcall

2016年12月6日上午10时20分,中兴通讯助力四川电信率先打通基于NFV架构的VoLTE Firstcall。

中国电信VoLTE vIMS网络建设采用了集约化的原则,分大区进行部署,以NFV架构MANO为中心进行全国集中的自动化运维,优化大区POOL容灾方案和路由互通方案,打造全球高品质的VoLTE vIMS网络。

四川电信作为中国电信集团统一部署的六大VoLTE vIMS试点省份之一,秉承中国电信一贯坚持的用户至上理念,希望通过本次项目,持续提升用户体验,构建一个架构更灵活、可靠性更高、运维更高效、业务和服务推广更迅速、更加开放和面向未来的NFV网络。

本次试点,中兴通讯为四川电信提供了成熟可靠的vIMS产品和全面的VoLTE解决方案,与传统ATCA平台相比,基于NFV架构的vIMS产品具有鲜明的优势和亮点:快速部署、弹性扩缩容、高效故障处理、全面云化的软硬件解耦方案。

该解决方案将系统划分为硬件资源层、虚拟层、应用层以及管理层,实现了硬件资源的虚拟化、动态分配和自动化管理,通过解耦软硬件,为各种应用系统提供按需分配的计算、存储等资源,建立共享资源池,提升系统资源利用率,降低VoLTE网络的建设和扩容成本。同时,电信级云平台在性能、可靠性、组网、易用性等方面进行增强,确保电信级应用的用户体验。

四川电信与中兴通讯在VoLTE vIMS建设上通力合作所取得的成果,为后续实现VoLTE高清语音及视频通话的全面商用、提升用户通话体验奠定了基础,也为在现有网络上部署NFV架构的核心网提供了样板,在中国电信CTNet2025网络重构之路上迈出了坚实的一步。

中兴通讯加入 中国联通CORD产业联盟

近日，在北京举办的GNTC全球网络技术大会上，中兴通讯加入“中国联通CORD（Central Office Re-architected as a Datacenter）产业联盟”并出席成立仪式，共同出席成立仪式的有诺基亚、华三、ON.Lab、Cavium等10家联盟成员。中国联通发起成立CORD产业联盟，旨在通过开放合作推动基于CORD平台的开源技术和理念在中国联通下一代网络重构中的试验和应用，探索通信产业发展的新思路。

中国联通CORD产业联盟成立是开源项目在中国发展和走向实践部署的重要举措。CORD项目是2016年7月在Linux基金正式立项的开源项目，由ON.lab、中国联通、AT&T、Verizon、Comcast、Google、NTT、SKT等发起成立，愿景是将传统的Central Office机房重构为DC，从而利用云计算的敏捷性和通用硬件的规模性构建更加灵活和经济的未来网络基础设施架构。根据应用场景的不同，CORD主要分为面向家庭客户的R-CORD、面向移动客户的M-CORD和面向企业客户的E-CORD等子项目。中国联通是CORD项目董事会成员，作为国内唯一参加CORD项目的运营商，正在积极推进E-COED技术研究和试点应用，期望面向企业客户提供弹性敏捷的“虚拟网络即服务”（Virtual Networks as a Service），打造面向产业互联网应用的新一代网络基础设施。中国联通CORD产业联盟的成立将有助于进一步加快CORD等开源架构和理念在中国的研发试验和商用部署，推动基于SDN/NFV的网络架构重构。

中兴通讯携手重庆前卫， 签署城市物联网战略合作协议

2016年12月22日，围绕“智慧联接万物，共建发展生态”的2016物联网产业峰会在广州南丰朗豪酒店顺利召开。会上，中兴通讯与重庆前卫科技集团有限公司（以下简称“前卫集团”）签署了战略合作协议，共同推进城市物联网业务的发展。

当前智慧城市发展方兴未艾，全球智慧城市建设如火如荼，作为智慧城市

中的一个重要构成元素——城市物联网的价值日益凸显。尤其是随着NB-IoT技术及产业链的逐渐成熟，城市物联网应用必将迎来新的大发展契机。双方的此次合作则聚焦NB-IoT技术在城市公共服务、智慧能源计量行业的应用，将积极推动NB-IoT技术在智能计量表具行业的实际运用及行业发展，并从智慧能源计

量行业切入，依托中兴通讯强大的NB-IoT技术资源和统一的云平台开放融合能力，前卫集团在城市公共服务、智慧能源计量产品的研发、生产和系统方案解决能力以及市场渠道拓展的丰富资源，共同开拓城市物联网市场。



中兴通讯管理服务助力MTN乌干达 荣获“2016年度最佳网络体验奖”

近日，MTN集团2016年年度经营会在南非约翰内斯堡召开，会上MTN乌干达荣获MTN集团颁发的重量级奖项“2016年度最佳网络体验奖”，成为MTN集团全球22个分支中唯一获此殊荣的运营分支，整体网络质量在集团位列第一。

MTN是乌干达国内第一大运营商，市场份额超过57%，在乌干达国内拥有超过1000万用户。MTN乌干达的设备供应商多达15家，运维难度很大。

中兴通讯在2015年中标MTN乌干达全网运维管理服务项目。中兴通讯在继2016年5月获得前任MTN乌干达CTO的表扬后，9月再次获得新任CTO的签字表扬信，现任CTO Samuel先生在信中感谢中兴通讯管理服务交付团队一年多以来的卓越贡献，Samuel先生特别指出：

“在过去的一年中，我们看到网络KPI和故障处理效率都有显著的提升。中兴通讯团队对网络稳定运行和性能保障贡献卓著。”



中兴通讯Cloud Works方案荣获 Telecom Asia年度NFV创新大奖

2016年11月30日,中兴通讯Cloud Works解决方案荣获亚洲权威电信杂志《Telecom Asia》“NFV年度创新大奖”(NFV Innovation of the Year),充分展示了中兴通讯在NFV领域的创新能力与领先水平。

作为亚洲地区的权威性行业媒体之一,《Telecom Asia》每年定期举办“读者评选最佳供应商”大奖活动(Readers' Choice Awards)。奖项旨在表彰电信供应商提供的创新产品,并鼓励他们做出更多成就和贡献。各奖项的评

选,先由业内分析师、顾问及《Telecom Asia》高级编辑选出3~4家供应商,再由《Telecom Asia》读者在每个类别中甄选最佳供应商。

中兴通讯Cloud Works解决方案,基于组件化的NFV网络,构建集开发、验证、集成、发布于一体的开放平台。第三方开发者可以通过友好的开发环境,利用运营商微服务组件库中的原子级能力组件,开发出满足用户个性化需求的创新应用,并在仿真环境中进行测试验证,然后通过同一平台进行发布。

中兴通讯微波产品通过 ONF无线回传SDN PoC测试

近日,中兴通讯面向5G平台的NR8000系列微波产品顺利通过开放网络基金会(Open Networking Foundation,以下简称“ONF”)组织的多厂家无线回传SDN PoC(Proof of Concept)测试,有力推动了SDN技术在无线回传场景应用的成熟。测试的顺利完成充分展示了中兴通讯微波产品的技术实力,参与并完善标准制定的积极态度,以及推动行业开放发展的能力。

非盈利机构ONF是国际SDN权威组织,致力于推动SDN的发展和标准化,是当前业界最活跃、规模最大的SDN标

准组织,其成员范围涵盖运营商、网络设备厂商、IT厂商、互联网服务提供商等不同领域。

测试于2016年10月下旬在美国新泽西进行,主要针对管理面的空口建模测试,包括完整的空口属性配置。中兴通讯受邀参与本轮测试,并承担频谱管理应用APP的开发。测试采用了面向5G平台的中兴通讯NR8000系列微波产品,成为在预测试阶段唯一零失误厂家。从预测试、正式测试,到最后的远程演示,中兴通讯微波产品均表现优异,测试主办方多次给予高度评价。

中兴通讯助力沙特STC 完成微波1000跳链路开通

近日,中兴通讯与中东及北非最大的电信运营商STC集团携手完成了微波链路1000跳开通,双方共同举办了庆典仪式。中兴通讯在此微波项目中超预期出色交付,为政企用户提供了更好的服务体验,STC因此成为沙特政企微波市场营收增长最快的运营商。

中兴通讯提供了全室外一体化微波NR8950解决方案,无需机房即可为3G和4G网络提供大容量的以太网传输,在城市和其他高租金场景下为运营商大幅缩减租金,并缩短安装工期、降低费用。

双方在商业模式上采用了运营分成的创新方式,有效缓解了STC在特定时间段的财务风险。同时,中兴通讯重视项目执行质量和服务水平,交付速度在过去7个月始终领先其他供应商,运维KPI保持第一,STC为此先后颁发了6封感谢信,以表彰中兴通讯出色的交付能力。

STC首席技术官Eng. Nasser Sulaiman AL Nasser表示:“STC管理层非常感谢中兴通讯在这个项目中的出色表现,我们希望不久的将来再共同举办微波链路2000跳甚至10000跳庆典。未来,双方将积极探讨更多互惠互利的机会,继续深化合作。”

中兴通讯沙特公司CEO胡兴表示:“我们非常自豪地见证了STC微波1000跳链路开通,我们双方也开创了运营分成这种创新的合作模式,中兴通讯将一如既往地以高效可靠和灵活的方式,为STC带来更高的价值。”



VimpelCom: 管理再造，成为数字化公司

本刊记者 张颖

6

VimpelCom是一家跨国运营商，为超过2亿用户提供语音、固定宽带、数据和数字化服务，其愿景是为用户探索数字世界提供更多的新机会。近期，《中兴通讯技术（简讯）》采访了VimpelCom集团首席绩效官Alexander Matuschka先生。他与我们分享了他的最大挑战、他对于Excelerate计划的思考、2017年及以后的重要工作，以及他对于中兴通讯的评价。

VimpelCom在全球不同地区开展运营，作为首席绩效官，您面临的最大挑战是什么？

Alexander Matuschka: VimpelCom从传统运营商向真正的数字化公司转型的过程中，我所面临的最大挑战就是我们在全球拥有14个独立运营的子公司，而我试图把他们整合为一个组织。

VimpelCom的子公司复制了集团的许多功能。现在，我们正在整合这些功能，使VimpelCom变得更精简，并从全球规模中获益。

2015年，VimpelCom在您的领导下宣布了Excelerate计划。目前为止，您对于这个计划的执行和结果是否满意？

Alexander Matuschka: 你知道，我是个德国人。德国人天生不容易满足，他们总想得到更多。但是，我对于VimpelCom已经取得的成绩感到非常自豪。

目前为止，我们通过取消微小团队、精简机构，使得VimpelCom变得前所未有的敏捷。我可以通过数字来说明，自从我们启动Excelerate计划，到现在大约1年多的时间，我们已经将公司人员总数精简了21%。

另一个方面，我们真正开始实现集团利益最大化。目前公司70%的采购量都来自全球合同，而不再是本地合同。

谈到运营模式，VimpelCom的运营模式包含4个方面，我们已开始在其中2个方面发力。首先是我们正在建立全球共享服务中心，这将为我们带来更优质的事务流程。我们在乌克兰利沃夫设立的共享服务中心已开业，而我们原先位于俄罗斯雅罗斯拉夫尔、拥有1000名员工的共享服务中心，也完成了提升改造，达到共享服务规范的要求。我们还将在巴基斯坦设立一个共享服务中心。我们的运营模式优化取得了切实的巨大进展，而不是只停留在规划阶段。其次是管理服务，我们正在衡量VimpelCom各个子公司的管理服务。

“

VimpelCom从传统运营商向真正的数字化公司转型的过程中，我所面临的最大挑战就是我们在全球拥有14个独立运营的子公司，而我试图把他们整合为一个组织。



► VimpelCom集团首席绩效官
Alexander Matuschka



务，希望把7个国家的管理服务整合到一个管理服务合同和一个网络运营中心（NOC）中去。

此外，随着我们将越来越多的流程进行了数字化改革，客户服务正沿着正确的方向发展。我们还建立了地区总部，以减少国家层面的额外消耗。现在，一切正在步入正轨。虽然Excelerate计划才完成了50%，但在财务和运营收入上已经显现出成效。

在执行Excelerate计划的过程中，您认为中兴通讯是否提供了你们期望的支持和合作？

Alexander Matuschka：1年前，VimpelCom和中兴通讯签署了诚信合作伙伴关系，这有别于典型的客户和供应商关系。诚信是很难建立的；而要建立伙伴关系，需要非常诚实、真诚、坦率。我认为我们双方在过去的12个月里已经建立了这种关系。

可以说我们正在积极地共同发展，我相信我们双方的合作将会是一段漫长的旅程。

您能介绍一下您在2017年及以后的重要工作吗？

Alexander Matuschka：2017年是Excelerate计划的第2个年头，也是最重要的一年，我们计划大刀阔斧地实施该计划。我们知道，每一个变革计划都应该在3年内完成。如果3年内没有完成，那就不算成功。Excelerate计划也是一样，我们计划3年完成，前2

年是实施和执行阶段，第3年是学习和改进阶段。Excelerate计划是我在2017年的首要工作。

第二个重要工作是核心网的虚拟化工作。为了使VimpelCom变得更加数字化，我们做了很大的努力。

对我来说，最重要的事情就是改变公司的文化。VimpelCom集团现在太分散、太本地化，要从传统的运营商转变成数字化公司，我们需要在集团内部建立一个统一的文化。将来，我将投入最多的精力，致力于改变公司的文化。我相信我们公司有许多优秀的人才，但是他们很少有机会表达自己的观点。我希望建立一种新的文化，让每个人都可以畅所欲言。

您认为VimpelCom和中兴通讯的合作伙伴关系未来将如何发展？

Alexander Matuschka：在我看来，VimpelCom和中兴通讯的合作关系目前处于一个良性发展阶段，将来还可以大大拓展我们的合作范围。

然而，我认为中兴通讯还需要对一些业务进行反思和持续改进。

对于中兴通讯，您有什么建议？

Alexander Matuschka：我认为中兴通讯也需要完成一次文化变革：从一家传统的设备供应商转变为一家技术公司。如果中兴通讯的每位员工众志成城、共同努力，中兴通讯势必发展成为行业翘楚。 

接入网虚拟化带来的 网络变革

借助SDN和NFV技术，我们正在打造一个更
敏捷的、按需而动的接入网。



刁渊炯
中兴通讯
产品规划总工

网络虚拟化进程势不可挡

虚拟化技术使网络业务的商业价值从专用设备提供的服务快速向软件提供的服务转移。互联网公司虚拟化技术的获益者，他们的业务开发和运营，已经从租用传统IDC数据中心的物理服务器，进入到计算、存储、DC内网都虚拟化的IaaS（Infrastructure as a Service）的阶段。更进一步，会向整合开发、运营的PaaS（Platform as a Service）阶段演进，这时业务迭代和上线的速度会更快，整合合作伙伴的生态系统也会更强大。

而传统运营商，当前还完全通过专用设备提供的私有API（应用程序接口）或网管接口来运营语音、IPTV、高速上网、企业VPN等业务；其自身的IT系统，如B/OSS，大部分也还是运行在IDC的物理服务器上，集约化程度低。

终端用户的需求是多变和个性化的，互联网公司借助于虚拟化方面的领先优势，将大量连接导入到了云端，这些连接为互联网公司创造了价值。而运营商自营的语音和IPTV业务的价值被OTT业务削弱。运营商管道流量和连接数快速增长，收入却没有显著增加。

在虚拟化进程上的落后，使得运营商在互联网业务的商业价值攫取上处于不利地位。即使运营商希望和互联网公司取得双赢，运营商的响应速度也需要跟上互联网公司和终端用户业务变化的速度。加速网络虚拟化进程，对运营商来说刻不容缓。

CO重构，增强虚拟化能力

在挑战面前，运营商有两种选择，要么沦为简单的盲管道，要么进化为按需而动的智能管道。

盲管道架构如图1所示，运营商仅能获得普遍的Internet连接的收入。在盲管道内，运营商无法预知用户体验需求的变化，无法满足网络按需定制的需求，比如：大部分时间“尽力而为”的管道可以满足上网需求，但偶尔转向浏览视频网站时，就需要加大带宽；大部分时间视频网站通过单播的方式向用户推送视频，但某些重大赛事时，定制一个组播网络，更能保证用户的体验。

智能管道架构如图2所示。要获取更多价值，运营商需要建立PaaS为核心的可快速编排的网络来应对挑战。

当前主流的基础运营商都已经接受ETSI提出的NFV的网络功能虚拟化设想，计划建设云化的数据中心作为NFVI（NFV infrastructure）。基于PaaS平台的数据中心，可以类比为高速公路沿线的服务区，基于此，运营商可以随时为各种途经的流量提供差异化的服务。

从接入到IP WAN的大范围的物理网络，被抽象虚拟化到PaaS数据中心，在虚拟环境下建立了对实际网络资源的镜像。这样就可以在纯软件的虚拟环境中对网络资源和功能进行编程。

互联网公司 and 最终用户不拥有实际的WAN物理网络，通常情况下只能使用提供普遍服务的Internet作为连接。如果运营商建立起网络虚拟化的能力，当有价值的连接将要发生时，用户和互联网公司就可以向运营商提出网络定制需求，获得比Internet连接时延更短，或带宽更大、成本更低的一对多连接。

SDN技术有助于虚拟化的实现。SDN技术的控制、转发分离帮助软件功能从专用硬件中脱离出来。即使分布在数据中心外的物理网络资源，通过SDN控制器，也可以在虚拟化的软件世界里建立镜像，供VNF使用。这和传统的VPN专网不同。传统的VPN，无法为自己提供一个虚拟化的镜像，不对上层应用提供全局的网络视图。SDN控制下的网络，可以为上层应用提供网络的全局镜像，允许上层应用定制自己的网络连接。

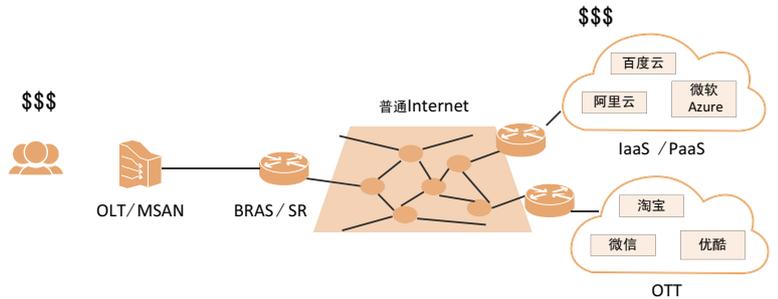


图1 运营商盲管道架构

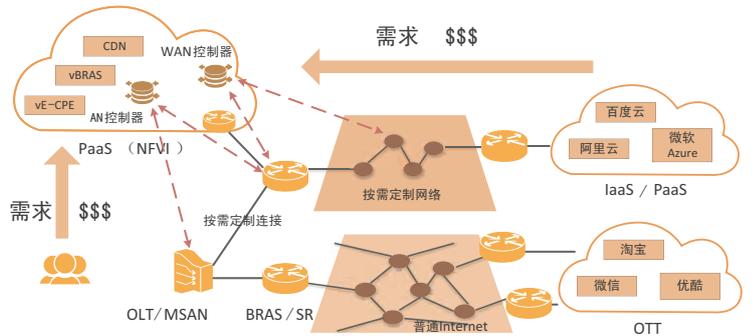


图2 智能管道架构

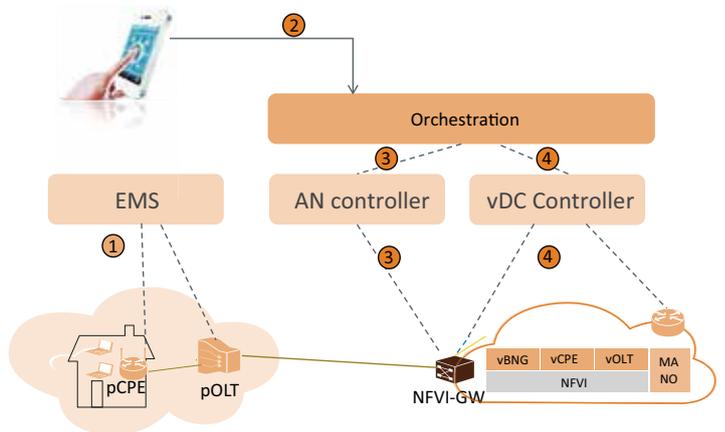


图3 接入网虚拟化的主要部件

接入网虚拟化的主要部件

接入网的虚拟化主要包括网络虚拟化和网络功能虚拟化两个方面。

网络虚拟化：实现接入网络的切片，每个切片都是一个定制的虚拟网络：可以是预配置的、生命周期较长的网络，如基础运营商批发给虚拟运营商的虚拟接入网络；也可以是按用户体验要求，动态创建和删除的虚拟网络，如工业控制发生时要求的是低时延、小带宽，VR发生时要求的是低抖动、大带宽。这类网络切片要能跟随需求发生的变化，快速通过SDN控制器分配匹配的网络资源。通过网络切片，物理的接入网可以被多个虚拟接入网共享，达成资源的充分利用，而不用为每种使用场景建设独立的网络。

网络功能虚拟化：VNF，纯软件功能模块，功能的开发和验证不依赖于专用的硬件平台，实际运营时的计算和存储资源取自于x86等虚拟化平台，网络资源可以取自直接的物理网络连接，这时网络的流量需要导入该功能模块处理；也可以是从SDN获取的物理网络的镜像，通过SDN去驱动实际的物理网络，实际的用户流量可以不经过VNF。

如图3所示，接入网虚拟化主要部件包括VNF（网络功能虚拟化）、NFVI平台、物理转发设备（pOLT、各种硬件网关）、接入域和DC域的SDN控制器、EMS网管等。

网络功能虚拟化的VNF部件包括vOLT、vBNG、vCPE等，分别从原来的物理OLT、BNG、CPE分离出控制面、管理面的软件功能。

VNF运行需要的NFVI平台由IaaS或PaaS平台提供，该平台完成物理的计算、存储和网络资源的虚拟化。

受NFVI控制的物理转发设备包括分布式的OLT转发设备、集中式的NFVI-GW转发池和数据中心内的Overlay网络。

SDN控制器至少包括vDC控制器和AN控制器。和计算、存储资源集中在数据中心的情况不同，网络资源除了集中在数据中心的DC网络，还有很多网络节点和链路是在数据中心外的，vDC控制器虚拟化数据中心内部的Overlay网络，AN控制器虚拟化用户到NFVI的接入网络。各种VNF通过SDN控制器来控制网络流量的走向。

EMS配置和虚拟化无关的部分，如实际的物理节点和链路，这些配置基本是半永久的，一般不会变化，和上层业务的编排基本没有关系。

此外，接入网虚拟化时，也需要考虑和传统网络的关系，比如和传统BNG的协同，就有下面这些选项，运营商在部署时需要根据自己的情况考虑。

- NFVI作为传统BNG的辅助

IP session和用户管理仍由BNG完成，BNG分流IP session中特定的流量到NFVI的业务链去实现增值业务的处理。受业务处理顺序的影响，vCPE等业务链处理完以后，可能还需要从NFVI再连接到BNG，传统BNG不受NFVI控制，所以有时流量走向会比较复杂。

- NFVI从BNG分流一部分用户（推荐作为BNG向vBNG的过渡阶段）

存量用户或没有VNF业务链需求的用户的IP session和用户管理由老的BNG完成；新增用户的IP session和用户管理完全导入NFVI，对这部分用户NFVI有完全的控制，vCPE和vBNG等VNF的转发池之间的连接由SDN控制器统一控制。

- NFVI用转发池+vBNG完全取代BNG（适合没有传统BNG、没有PPPoE连接的运营商）

接入设备OLT作为分布式的物理转发池，处理大流量；各种NFVI内的转发池可以由NFVI-GW，或另外设置专门的硬件网关来承担，作为集中式的物理转发池，在数据中心转发各种需要发起VNF业务链的定制流量。

借助SDN和NFV技术，我们正在打造一个更敏捷的、随需而动的接入网。数据中心技术的逐步成熟，是接入网虚拟化的一个大背景。网络的控制和管理功能可以借助于计算和存储资源的虚拟化，不必再完全依赖专用设备的有限能力。SDN技术可以帮助网络虚拟化从数据中心内向数据中心外扩展。虽然越来越多的流量会发生在东西向的数据中心内或数据中心之间，但仍需要一个受控的接入网将南北向的流量按需地分发到各数据中心和传统的Internet，供各种业务软件灵活地使用。 ZTE中兴

未来已至， 中兴通讯推出面向 网络重构的全场景光接入平台



韩静
中兴通讯
产品规划总监

随

随着高清视频、虚拟现实、云计算等新业务的迅猛发展，用户带宽每7年便会增长10倍，现有接入网技术需要不断升级以适应更高的带宽和技术要求。面对不断提升的业务带宽需求，FTTH组网从GPON/EPON技术向10G PON乃至100G/25G PON升级成为趋势。同时带宽的飞速增长使得整个网络将发生结构性变化，原有网络中各部分的功能和性能都在被重新定义。更灵活、易扩展和简单易用将成为未来网络的基本能力，可按需开通质量可保证的虚拟网络将成为未来网络的关键。

未来基础网络发展有以下几个趋势：

- 大视频业务和视频联网设备的增加是宽带发展的主要动力，大视频将作为宽带的基础业务；
- SDN/NFV发展带来网络架构的改变，构建弹性、融合的接入网络成为发展趋势；
- 智能家庭拓展带来家庭网络的革命；
- 4G/5G Backhaul是有线宽带发展新的驱动力。

中兴通讯适应未来网络发展趋势，推出了一款面向网络重构的全场景光接入平台TITAN，助力运营商打造一张更宽、更简化、更经济的未来网络，提供更好的业务体验。该平台具备高宽带、业务运维简化以及平滑演进的能力，支持大视频、SDN/NFV、物联网、4G/5G Backhaul等需求和应用。

功能最强：采用全T比特架构，支持12模接入

为了满足纷繁多样的宽带应用，作为接入网的核心设备，具有全T比特能力是跨入未来的入场券。

TITAN平台提供超强的整机交换能力、强大的上联带宽能力、无阻塞的线卡槽位带宽，整机提供高密度的TWDM-PON/100G PON或10G PON端口，整机交换容量为业界平均水平4倍，可以满足未来10年甚至20年的业务和带宽发展需求。

TITAN平台提供超强的整机交换能力、强大的上联带宽能力、无阻塞的线卡槽位带宽，整机提供高密度的TWDM-PON/100G PON或10G PON端口，整机交换容量为业界平均水平4倍，可以满足未来10年甚至20年的业务和带宽发展需求。

超大的线卡槽位带宽可以支持40G PON或100G/25G PON的无阻塞接入。按照4K时代100Mbps的家庭基本带宽需求，整个系统的接入能力为业界现有平均容量的4倍，并可从容支持8K甚至VR业务发展需求。

TITAN是一个承前启后的平台，支持12种光接入技术，包括已经大规模商用的GPON、EPON技术和已经开始规模商用的10G PON，乃至后续的25G/100G PON；支持按需选择，灵活演进，最大程度保护投资。

构建扁平化网络：内置OTN上联，重新定义OLT

将OTN（光传送网）的功能融合进TITAN平台，不仅仅是增加了一块上联单板，而是对OLT（光线路终端）设备的重新演绎。该方案简化了网络层级，减少数据传输过程中的时延，更好地支持大视频等低时延应用。传统OLT通过GE/10GE以太网接口上联汇聚交换机或直连BRAS，然后汇聚交换机或BRAS通过OTN传输设备连接城域网的CR核心路由器或者数据中心。TITAN平台直接提供OTN的传输接口，减少设备间的光模块接口和光纤资源；可以在OTN传输层直接连通数据中心和OLT，减少数据包层的IP路由跳数，对时延敏感业务的支持性更好；继承OTN的管理和保护倒换功能，利用OTN层的快速保护机制，提供数据包层业务无损的保护；提供数据包层和传输层在SDN控制器下的跨层协同，“尽力而为”的业务可以走慢速转发的数据包层，使用逐跳路由；需要提供业务服务质量保障的业务可以走OTN层，直达数据中心。

TITAN平台采用内置OTN技术后，减少三层的汇聚设备，简化网络架构，有助于降低数据传输时延，网络建设成本大幅度下降，网络管理效率大幅提升，符合网络简化的发展潮流。

最经济的接入设备

面向网络重构的全场景光接入平台TITAN集成了多种技术来控制成本，除了上面提到的内置OTN和高密度大容量集成平台线卡外，中兴通讯All-in-one的Combo PON技术，帮助运营商达到低成本演进的目的，

节省升级演进成本。采用Combo PON方案升级到10G GPON或TWDM-PON/100G PON，可以节省60%以上的机房空间占用；而且可以根据家庭用户的带宽升级需求，随着业务的发展按需升级ONU，实现轻资产的PON升级部署，避免直接全部采用最新PON技术升级带来的终端高成本投入，快速实现投资和收益的平衡。

TITAN平台设计秉持绿色节能的理念，经中兴通讯实验室测算，每接入光口功耗均低于CoC标准20%以上，减少35%的建网成本。

覆盖多重场景：大视频、CO重构、4G/5G Backhaul、物联网

视频业务已经从增值业务转变为基本业务，4K将成为视频业务的主要呈现形式，8K和VR/AR也将逐渐走进我们的生活，视频终端连接数也呈海量剧增。100Mbps带宽将逐步成为家庭固网接入的基本带宽需求，而1000Mbps带宽接入也会成为越来越多高端用户的选择。TITAN平台提供高于业界4倍水平的接入容量，满足大视频场景超大规模应用。针对大视频业务的低时延要求，TITAN平台具备资源切片能力，能够对设备资源进行逻辑切片，创建多个网络切片实例，分配给不同QoS需求的用户，构建大视频专用网。

数据中心正在重构网络的价值链，运营商原先只提供简单的Internet连接管道，通过CO重构，运营商建立了一个IaaS/PaaS开放平台，在这个平台上，运营商可以重新参与业务创新的价值分享。如图1所

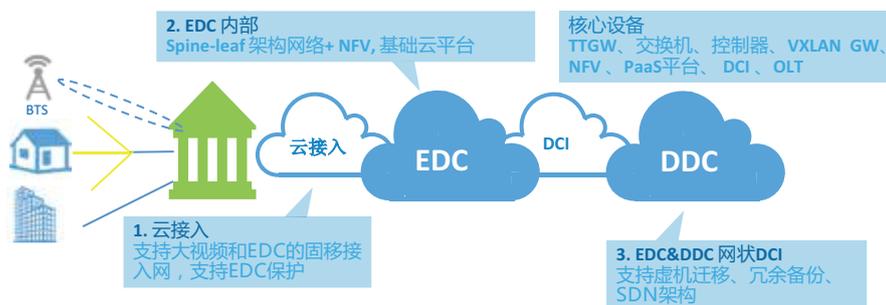


图1 基于SDN网络的数据中心架构图

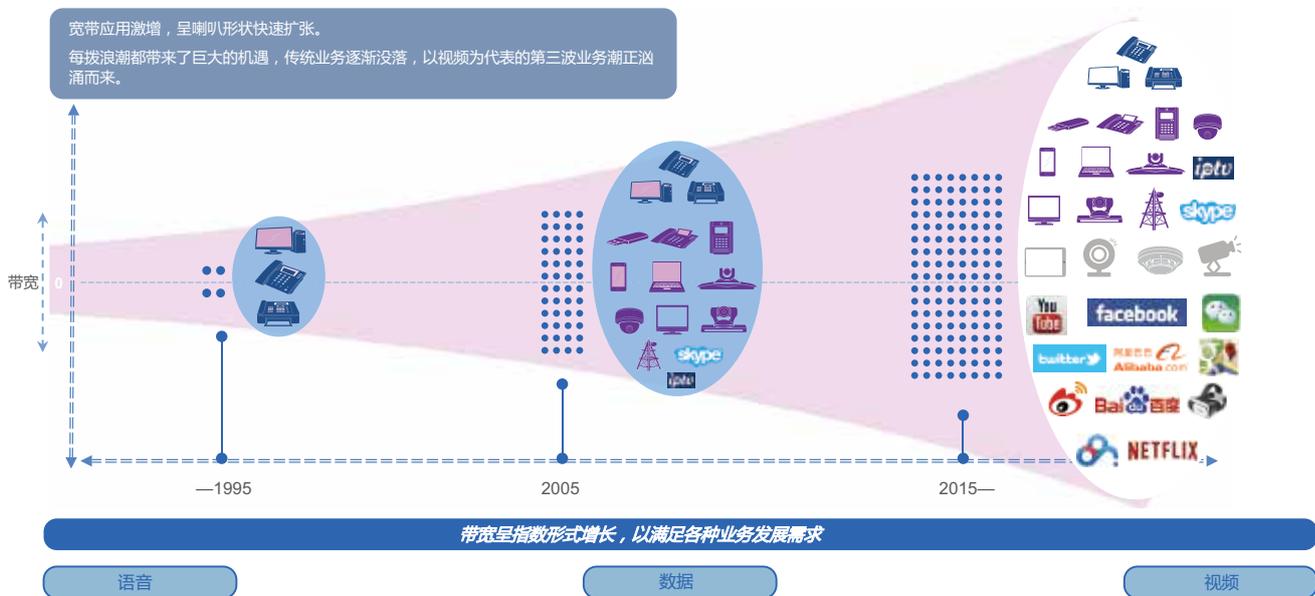


图2 用户终端的发展趋势

示，CO重构伴随着作为NFV基础设施的边缘数据中心（EDC）的引入，业务边缘的控制功能将越来越多地从原来的BNG向EDC中的各种VNF迁移。TITAN平台可以作为EDC的leaf节点，灵活按需部署在EDC的内部或者外部；具备可编程和资源管理能力，支持传统网络向SDN/NFV的演进，并支持网络逐步演进，保护已有投资，减少后续演进成本。

超密集组网（UDN）将是满足5G以及未来移动数据流量需求的主要技术手段，5G基站蜂窝变小，高密度基站覆盖，带来移动网络架构变化。回程网络的范围和场景拓展，将是有线宽带的新机遇。运营商可以重用现有接入资源，打造一张光纤网满足综合业务接入区内家庭、企业、基站承载等全场景应用，实现网络增值。TITAN平台提供GE级别甚至10GE级别的接入带宽和快速转发的网络能力，满足5G更高的时延KPI指标，保障高可靠和高质量的业务。网络可平滑演进，实现现网业务无缝迁移，保护既有backhaul网络的投资，而且具备面向未来的高扩展性。

随着手机、平板和电脑等移动设备连接数不断增加，至2016年，移动设备流量的80%由WiFi（有线宽

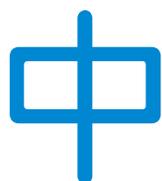
带）承载，因此移动设备增长将是有线带宽提升的重要驱动力。终端数量的增长驱动带宽增长、家庭网络投资增加，以及Wi-Fi的普及。如图2所示，固网发展的第三波浪潮席卷而来，物联网云服务和大数据智能互联家庭生态系统是一个庞大的商机。TITAN平台作为物联网的关键接入节点，提供高于业界4倍水平的接入容量，除了能支持家庭用户业务种类多样化和业务应用多样化，还提供了多种类终端的统一管理，通过FTTH-Like的管理和维护降低了管理的复杂度，缩短了产品上市时间（TTM），构建持续性网络。

中兴通讯推出的面向网络重构的全场景光接入平台TITAN，将OTN功能融合进光接入平台，有效减少网络中通信设备的数量，大幅提高网络管理效率。从产品定义上延伸了传统光接入的内涵，在深化OLT能力的同时，覆盖到未来网络变革，业务极速发展所带来的整个网络变化。为用户提供极速接入带宽，具备更加灵活高效的组网能力，推动以大视频为代表的宽带业务的发展，可在未来10年以上的网络建设中发挥中坚作用。

COMBO PON, 引领10G PON演进潮流



吴颖
中兴通讯
固网产品规划经理



国的百兆光纤宽带进入普及阶段，千兆光网成为运营商抢占的新高地。现网EPON、GPON可满足百兆到户需求，千兆到户需要进一步向10G PON升级演进。FTTB场景升

级为10G PON，OLT（光线路终端）和MDU（多用户居住单元）可采用同步升级方式，EPON/GPON MDU可全部替换升级为10G PON MDU。对于FTTH，采取OLT先行升级演进，ONT按需替换升级的方式。现网EPON/GPON ONT和10G PON ONT必然会长期大量共存，10G PON如何兼容现网EPON/GPON局端设备和分散在千家万户的海量ONU终端，最大程度实现平滑演进，保护运营商投资，降低工程改造难度，是必须充分考虑和妥善解决的问题。

10G-EPON的PON端口兼容EPON和10G-EPON ONU，已经实现了灵活、按需的升级演进。10G PON端口只能接入10G GPON ONU，无法接入GPON ONU。10G GPON和GPON的兼容共存需要采用合波方式实现，即下行把OLT 10G GPON口发出的1577nm波和GPON口发出的1490nm波合入同一根光纤中；上行把10G GPON ONU发出的1277nm波

和GPON ONU发出的1310nm波分别滤出让对应的PON口接收。

现网大量的GPON网络如何向10G GPON演进？如何将GPON用户无缝平滑迁移到10G GPON？G.987.1标准中描述了GPON向10G GPON迁移的两种场景：

- 已有PON网络中有些GPON用户升级到更高速率的10G GPON用户，GPON和10G GPON会在相对长的时间里共存；
- 用10G GPON网络完全替代已有的GPON网络，也存在GPON和10G GPON共存和客户升级，但是升级时间窗相当短。

10G GPON对GPON的合波方案

10G GPON对GPON合波方案可采用外置和内置两种。

外置合波方案

该方案采用外置WDM1r技术实现GPON向10G GPON演进，包括同OLT合波和跨OLT合波（见图1）。外置合波解决方案的特点是采用比较成熟的技

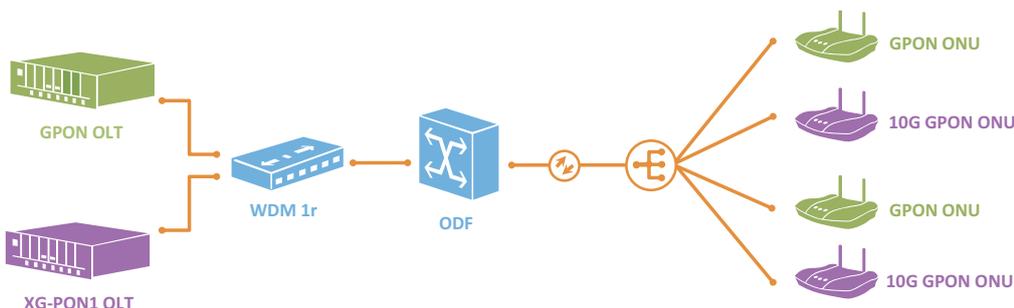


图1 外置合波方案网络架构

为了解决外置合波器带来的一系列工程上的限制，中兴通讯首家提出了Combo PON概念并首家推出了Combo PON方案。Combo PON概念是把两代PON集成到一个单板和光模块中，实现两种PON技术的兼容，如GPON与XG-PON、GPON与XGS-PON等。

术和产品，实现简单，适合在现网设备演进的初期采用，简单可靠。

外置合波的好处有：

- 对现有GPON系统影响小，10G GPON和GPON继续独立运行，互不影响。
- 合波器与设备解耦，可独立部署和集约化管理。
- 异厂家设备之间合波需要采用外置方式。

内置合波方案

在GPON向10G GPON升级演进过程中，10G GPON要与GPON共用ODN（光配线网）需采用外置合波器WDM1r。正是由于增加了这一器件，给实际工程应用带来了一些限制：

- 需要很多机房机架空间来安放合波器，很多机房

无法满足；

- 合波器会增加1.5dB插损，工程上需要现网ODN具备3dB左右光功率余量；而现网ODN和用户ONU如余量不够，无法通过缩短接入距离、减少接头之类的方法提升光功率，可尝试提升OLT的光模块等级，比如把GPON的B+换成C+，把XG-PON1的N1换成N2a等，对光功率进行增补。但如果上述手段无法奏效，则需考虑采用内置合波方案。

为了解决外置合波器带来的一系列工程上的限制，中兴通讯首家提出了Combo PON概念并首家推出了Combo PON方案。Combo PON概念是把两代PON集成到一个单板和光模块中，实现两种PON技术的兼容，如GPON与XG-PON、GPON与XGS-PON等。目前的Combo PON方案将GPON和10G GPON光波长在一个光模块内进行双通道合波后，从同一光口输出（见图2）。

Combo PON的好处有：

- 无需改动ODN网络，工程精简；
- 不引入新的插损，彻底解决光功率余量问题；
- 节省机房空间，简化运维。

Combo PON实现原理

Combo PON即GPON和XG-PON的联合体，利用两种技术采用不同的承载波长原理，在一个光模块内将两种波长合波实现GPON和10G GPON光信号的独立发送和接收处理，兼容现有GPON网络业务的同时，按需提供高带宽业务，重用现有网络设备

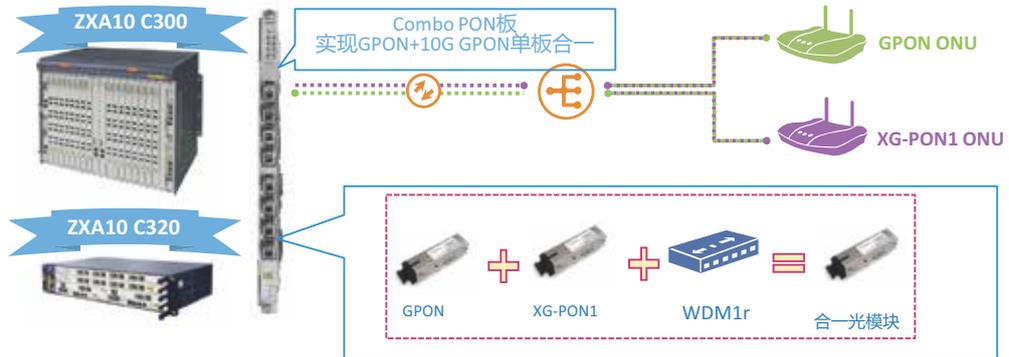


图2 内置合波方案网络架构

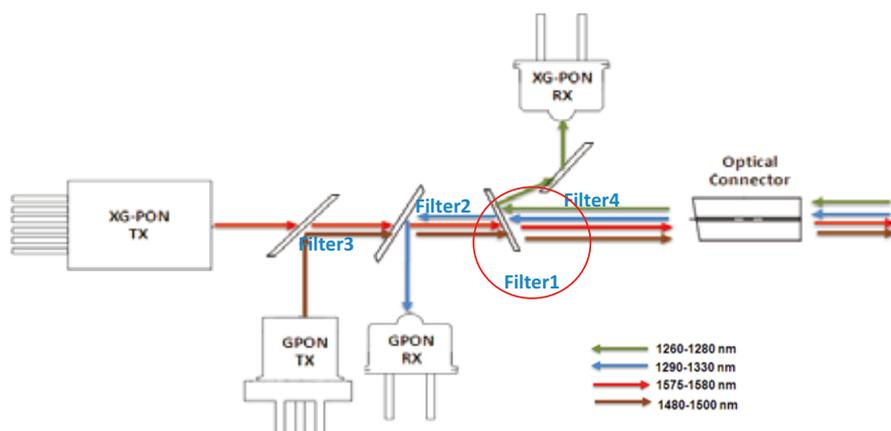


图3 Combo PON光模块原理图

和ODN，实现高带宽业务的快速平滑升级。Combo PON光模块原理图如图3所示。

在单板硬件上，Combo PON板采用8端口GPON+XGPON双通道的硬件设计，一个Combo PON端口是XGPON和GPON合一端口，使用一根光纤链路，一个Combo PON端口对应两个PON MAC（GPON MAC和10G GPON MAC）和两个物理通道（外置合波器集成到光模块中）。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到ONU，XGPON ONU则接收XGPON的信号，GPON ONU接收GPON的信号。上行GPON和XGPON采用不同的波长，在光模块内部进行滤波，然后送到不同的MAC通道进行处理。

其软件实现方案是每个Combo口逻辑上内部对应两个逻辑通道（GPON+XG-PON），8个物理口的Combo PON板采用1~8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管对接。

光模块设计上是内置合波器的特殊光模块，可以合分波XG-PON和GPON所需的上下行4个波长，实现单纤四波传输。光模块采用QOSA光器件+电路组合设计，实现4波长合分波。

Combo PON目前采用的光模块类型是B+/N1,后期将继续挑战提升光模块等级、小型化和更多模集成等技术。

Combo PON的管理运维

Combo PON单板采用合一的物理接口标识1~8，维护配置上需要增加一种新单板类型，GPON和XG-PON终端统一编号，自动识别GPON和XG-

PON ONU类型并自动适配通道。由于1个Combo PON端口对应2个物理通道，它与10G PON在维护方案上与原XGPON板相比主要有以下不同：

- 一个Combo PON端口含GPON和10G GPON 2个逻辑通道，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；
- 原对GPON、XG-PON1独立获取信息，现需对Combo PON同时获取2个通道的信息；
- 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自动适合通道。

在管理运维方面增加了一些和Combo PON相关的MIB以及获取逻辑通道信息的内容，增加的内容其实并不多，并在2016年10月的江苏电信业务端到端打通的测试中得到了验证。

Combo PON方案经过技术验证与试商用考验，蓄势待发

Combo PON已在CCSA和ITU等标准立项。2016年已在中国电信和中国联通进行了技术方案和产品测试和现网商用试点。

中兴通讯拥有全球领先的EPON/GPON/10G PON光接入系统，根据全球知名咨询机构OVUM最新的市场份额报告：中兴通讯在2015年第三季度到2016年第二季度期间市场成绩突出，10G PON市场份额全球第一，固网接入整体增速全球第一。中兴通讯首创提出Combo PON方案并获得运营商高度认可，引领业界。

千兆时代，Combo PON必将大放异彩。 ZTE中兴

25G/100G-PON

进展和演进

趋势分析



马壮
中兴通讯
技术预研资深专家



“宽带中国”战略首次在国家层面将宽带网络定位为“新时期我国经济社会发展的战略性公共基础设施”。宽带接入网具有投资大、建设周期长、网络复杂的突出特点，是宽带网络的主要组成部分。随着云计算、高清视频、虚拟现实等新业务的迅猛发展，用户带宽以每7年10倍速度增长，现有接入网技术需要不断升级以适应更高的带宽和技术要求。基于点到多点拓扑的PON网络是主流宽带接入技术，PON网络技术已经经历了从EPON和GPON到10G PON的发展历程。当前全球宽带接入市场逐步进入千兆时代，未来10G入户将成为宽带接入建设的必然趋势。随着4K视频和5G技术的加速发展，10G-PON技术也难以满足未来的驻地接入、移动前传和回传的带宽需求，支持25G/100G更高速率的PON技术正逐步成为业界研究热点。

下一代PON标准进展

10G-PON之后PON技术的演进主要有2种方

式，一种是单波长速率提升，波特率由10G提升到25G/40G等；另一种是采用多波长叠加方式，每波长承载的速率是10G/25G，多波长叠加到40G/80G/100G。

FSAN组织在2011年启动NGPON2的标准研发，2015年完成标准制定。FSAN组织选择了TWDM-PON作为主要技术方案，采用4/8波长叠加方式，每波长采用10G TDM方式，移动回传和商业客户可选择点对点的WDM overlay技术。NGPON2的关键需求主要为40G下行和40G/10G上行，实现20km传输距离和1:64分光。ITU标准组织也在关注单波25G的研究进展，预计近期将启动25G-PON的标准制定。

2013年IEEE开始启动NG-EPON研究，成立了IEEE ICCOM对NG-EPON的市场需求、技术方案进行分析，2015年3月发布了NG-EPON技术白皮书。2015年7月开始启动100G-EPON标准制定，命名为IEEE 802.3ca，预计在2019年发布100G-EPON标准。100G-EPON目标定义了3种MAC层速率：25G、50G和100G。其中25G分为非对称10G/25G和对称25G/25G两种制式。



25G/100G-PON调制技术分析

由于接入网技术升级快、规模巨大、投入高，高性能和低成本一直是决定接入网技术演进的关键因素。其中光器件由于成本占比高，更是接入网技术升级需要考虑的重中之重。当前E/GPON和10G-PON的光器件产业链已经成熟，而10G-PON之后25G/40G光器件具有技术密集、成本高的特点，产业链尚待培育。传统基于OOK调制的PON技术在10G之后，会出现色散大、接收灵敏度下降等问题，在设计中使用色散补偿和均衡算法来提升性能是常见方案。高速光器件的带宽是保障性能和制约其成本的核心要素，如果使用低带宽的光器件来传输高速信号，就需要引入双二进制和PAM-4等高级调制技术，这些也会提高电路实现的复杂度，例如使用高速AD/DA和DSP器件。

对于10G-PON之后的下一代PON，业界最近研究较多的是单波长25G-PON，其实现方式主要有NRZ调制、双二进制调制和PAM-4调制3种方式。

NRZ调制

基于NRZ调制的25G-PON主要有2种实现方

式：一种是发送端和接收端均采用25G光器件；另一种是发送端采用25G光器件，为降低成本，接收端采用10G带宽光器件，通过DSP带宽补偿算法来实现25Gbps传输速率。以上2种方案的调制均采用OOK直接调制方式。该调制方式技术关键点为：首先，上行25G突发模式的电芯片BCDR实现难度大；其次，如果波长规划在O波段之外，还要增加色散补偿算法；第三，为满足PON网络功率预算要求，发送端一般引入预加重，接收端采用均衡算法提高灵敏度。NRZ调制的优点是系统实现简洁，关键光器件可以重用100G以太网和10G-PON的成熟产业链。25G光收发器件当前成本较高，随着25G器件在数据中心和FTTx的大规模应用，未来会有一定下降空间。

双二进制调制

双二进制是一种二进制的数字编码方式，它将二进制中逻辑信号“0”转换为逻辑信号“+1”和“-1”，使信号的频谱带宽减小为原来的一半。在光纤通信中双二进制有两种应用形式，三电平幅度

对于IEEE标准体系，EPON演进到10G-EPON之后，对称10G-EPON将逐渐成为主流；10G-EPON之后将演进到单波长25G-EPON和多波长50G/100G-EPON，其中单波长25G-EPON，采用NRZ技术是近期标准组织主要讨论的技术方向，PAM-4等高级调制技术在单波长50Gbps以上速率可能成为未来研究热点。

调制和光双二进制。三电平幅度调制形式，接收机需要双二进制解码电路，与传统二进制IM-DD系统相比，三电平判决会导致接收机灵敏度劣化。三电平幅度调制方案的优点是，系统实现简单，电域、光域的信号带宽与NRZ的系统相比可以减小一半。缺点是与NRZ系统相比，系统光功率预算会下降。光双二进制，使用M-Z调制器，采用幅度调制和相位调制（AM-PSK）相结合方式，该方案的特点是接收端可以与传统二进制IM-DD系统的接收机兼容，不会导致灵敏度劣化。光双二进制的优点是在接收端不需要判断所接收信号的相位是多少，只要取出其幅值即可，因此在接收端只需要使用传统的直接检测器件，其难点是M-Z调制器的体积大和成本高。

PAM-4调制

脉冲幅度调制（PAM）是高阶调制技术的一种，原理是将2个或以上比特信息映射到不同的发射脉冲幅度（电压）上，增加每符号的比特传输速率。使用PAM调制的主要目的是在提高传输速率的情况下，降低或保持传输信号的带宽不变，从而降

低或保持发射和接收机的成本。PAM-4有4个幅度信息，每个幅度上可携带2bit信息。PAM-4调制的色散容限相对于NRZ可提升4倍。PAM-4调制可以采用12.5G带宽光器件传输25G信号，但是相应代价是在发送端和接收端要采用高速AD和DA等技术进行编解码，接收端还需要采用相对复杂的算法进行带宽补偿。

综合以上分析，单波长25G-PON实现需要对光器件带宽和电层实现复杂度两个核心因素进行权衡，选择出性价比合适的实现方案。基于NRZ编码的25G-PON由于架构简洁、器件成熟度高，近期成为标准制定和业界研究的主要热点。单波长实现25G传输速率后，就可以结合多波长叠加以及通道绑定（Channel binding）技术来实现50G-PON（2波长）和100G-PON（4波长）。

25G/100G-PON波长规划分析

25G/100G-PON系统的波长选择主要考虑光纤色散、光纤损耗、已有PON系统兼容性、光器件成本和技术实现复杂度等几方面因素。

25G/100G-PON包含25Gbps、50Gbps和100Gbps 3种速率。100Gbps速率采用4个波长，每个波长25Gbps，可选的波长规划主要有以下3种方案：全O波段，上下行4对波长均位于O波段；O/C/L波段一，第一个波长通道Lane0上下行波长位于O波段，其他波长位于C、L波段；O/C/L波段二，所有上行波长位于O波段，所有下行波长位于C、L波段。全O波段方案可以采用NRZ调制，无需复杂的色散补偿处理，可以重用100G以太网产业链，可以使用DML（直接调制激光器）和EML（电吸收调制激光器），物理层实现简单。O/C/L波段方案波长通带范围大，激光器波长漂移指标降低，可以采用无制冷激光器，合分波器设计容易，可以使用EDFA放大器；但C、L波段色散大，需要采用复杂调制、均衡等技术进行色散补偿，其性能、成本影响还需进一步研究。

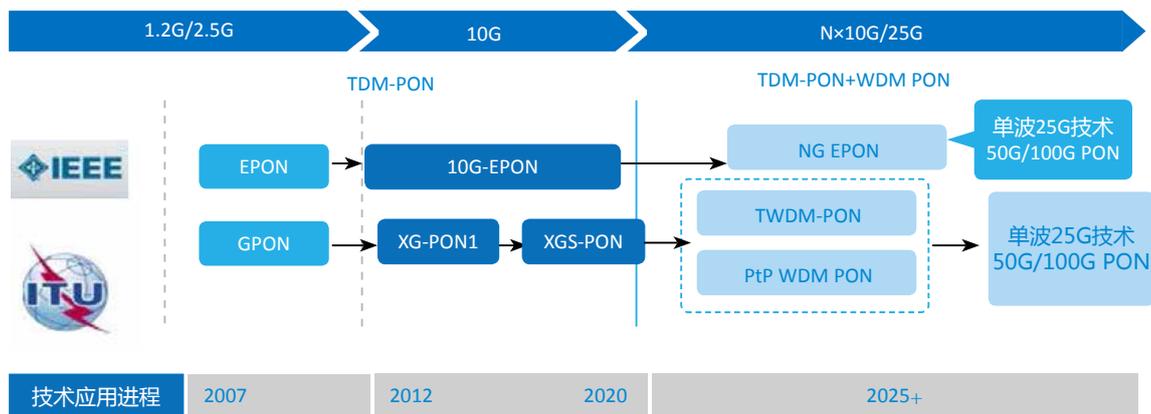


图1 PON技术演进趋势示意图

下一代PON演进趋势

图1是IEEE标准体系和ITU标准体系的PON未来演进趋势，PON技术演进可从技术升级换代和平滑演进两方面来进行分析。

技术升级换代方面，对于IEEE标准体系，EPON演进到10G-EPON之后，对称10G-EPON将逐渐成为主流；10G-EPON之后将演进到单波长25G-EPON和多波长50G/100G-EPON，其中单波长25G-EPON，采用NRZ技术是近期标准组织主要讨论的技术方向，PAM-4等高级调制技术在单波长50Gbps以上速率可能成为未来研究热点。对于ITU标准体系，非对称XGPON1将逐步演进到对称XGS-PON。NGPON2未来要规模商用，需要解决技术复杂和成本较高的问题。对于NGPON2之后的下一代PON技术，ITU在物理层技术上将会和IEEE逐步融合。

对于下一代PON技术的兼容性，考虑到带宽需求的增长、波长资源和成本因素，2代PON兼容是比较合理的选择，即EPON和10G-EPON兼容，10G-EPON和25G/100G-EPON兼容，GPON和10GGPON兼容，10GGPON和NGPON2兼容。

从带宽需求上看，10G-PON能够提供每用户100Mbps~1Gbps带宽，可以满足2020年前的用户带宽需求，2020年后25G-PON、NGPON2、50G/100G PON可以为用户提供1Gbps~10Gbps带宽。

下一代PON产业链进展

在10G-PON之后的25G/100G-PON研究上，近期产业链上下游成果颇丰。SiFotonics近期推出针对下一代100G-PON光接入的硅光低成本25G APD器件，2016年4月中兴通讯和上海大学对其进行了测试，接收灵敏度可以达到-28.5dB。Avago和住友在25GEML/DML激光器上也积极投入研发，已经推出成熟的产品。光模块厂家海信和光讯也在积极开展25G/100G-PON光模块研发，已有样品面试。2016年3月，在OFC和ECOC上多家科研院所和设备商发布学术论文和原型样机。中兴通讯在25G/100G-PON上也积极投入研发，是100G-EPON标准制定发起人之一，为NG-EPON技术白皮书和100G-EPON标准的主要贡献者。2013年中兴通讯开始研发25G/100G-PON设备，先后获得深圳市科技创新计划技术攻关100G-PON项目支持，和上海市科委高新技术领域100G-PON项目支持。

当前10G-PON正在规模部署，25G-EPON/100G-EPON正在进行标准制定，单波长25G正在成为标准和技术研究热点。10G-PON满足近期的带宽需求，25G/100G-PON在2020年后将逐步商用。中兴通讯在25G/100G-PON上积极投入，逐步推动标准制定和产业链成熟。

ZTE中兴

25G/100G PON 光模块技术分析

中兴通讯FN产品团队

近期，25G PON和100G PON成为技术研究热点。IEEE 802.3工作组于2015年11月成立了IEEE 802.3ca 100G-EPON工作组，该标准计划支持25G/50G/100G多种MAC速率，其中单波长传输速率要达到25Gbps，4个波长波分复用实现100Gbps传输。在单波长25G实现方式中，当前讨论较多的是基于NRZ编码、双二进制编码和PAM-4编码。在这些编码方式中，25G/100G光模块成本与技术的实现难易程度成为技术路线选择的一个重要参考点；光收发模块在25G/100G PON系统中的成本占比较大，而接入网又对成本相当敏感，基于成本的考虑成为技术路线选择的关键环节。本文简要分析25G/100G PON光模块技术。

基于NRZ编码的单波长25G PON OLT光模块

基于NRZ码型的单波长25G OLT（光线路终端）光模块功能框图如图1所示。

下行方向采用静态波长EML（电吸收调制激光器），25G NRZ Driver对电吸收调制器进行信号调制，同时考虑功率预算，可选择增加光放大器。完成光电转换后的NRZ光信号进入光纤。

上行接收端主要包括突发光放大器、APD（雪崩光电二极管）、突发跨导放大器TIA、限幅放大器。接收光放大器可采用突发模式放大，快速调整放大增益；采用大于17GHz带宽的APD型探测器与突发跨导放大器，可支持25G NRZ编码以及足够的动态范围。

光模块采用NRZ方案，主要的优点是调制方式简

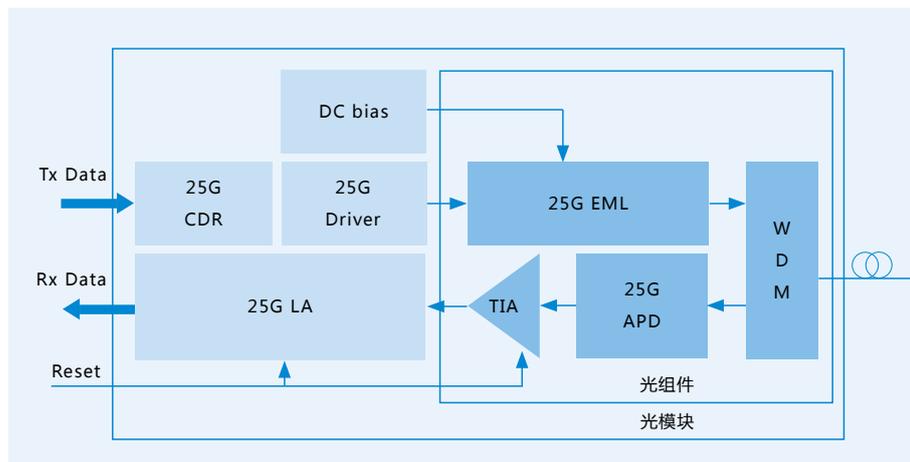


图1 基于NRZ码型的单波长25G OLT光模块功能框图

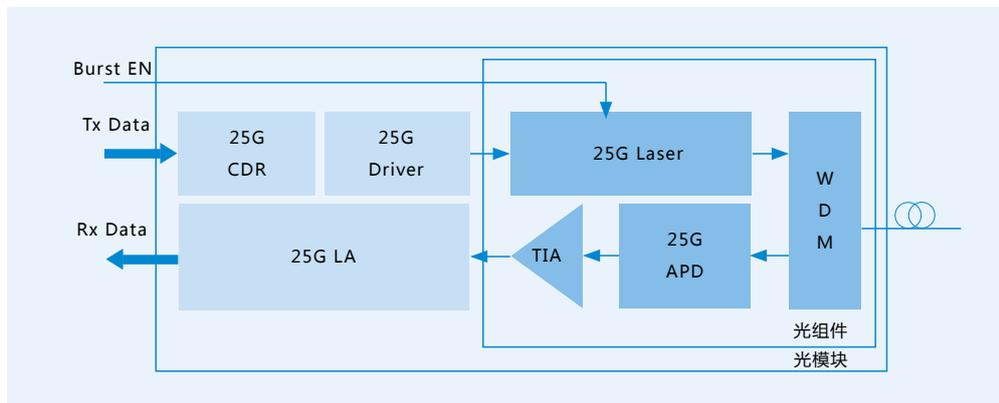


图2 基于NRZ码型单波长25G ONU光模块功能框图

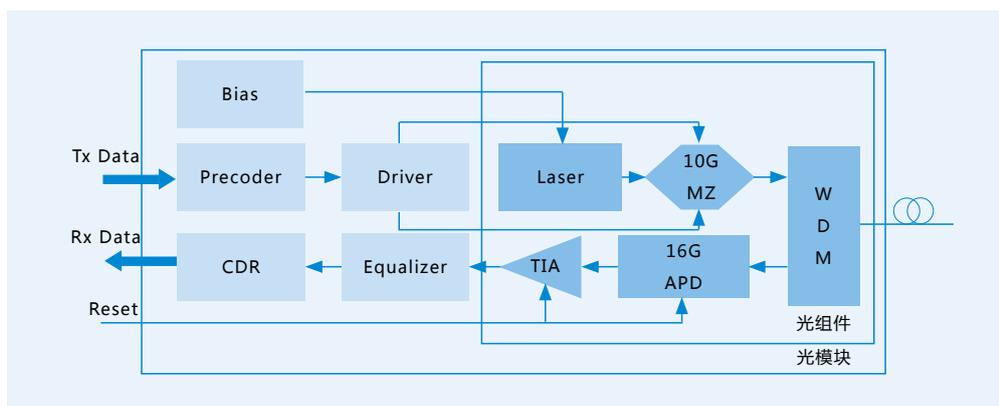


图3 基于双二进制码型单波长25G OLT光模块功能框图

单、工艺可控、产业链较成熟、有良好的指标性能；主要难点在于需要大带宽的激光器和探测器，才能支撑25Gbps的高速率，光器件的带宽增加，芯片技术难度加大，成本增高。

基于NRZ编码的单波长25G PON ONU光模块

采用NRZ码型的25Gbps ONU（光网络单元）光模块框图如图2所示。

下行方向，光模块采用25G APD、25G跨阻放大器TIA以及25G限幅放大器LA，实现将接收侧25G光信号的光电转换、增益控制放大输出25G NRZ电信号至MAC。

在上行方向，光模块实现将25G NRZ电信号转换为光信号发送到ODN（光配线网络）中，上行方向支持突发控制功能。

ONU侧光模块对成本和技术实现难度非常敏感，此方案最大限度利用产业中的成熟技术，降低模块技术难度，避免高阶调制带来的额外性能损失。

基于双二进制编码的单波长25G OLT光模块

采用双二进制的25G OLT光模块，下行发射机需要对25G的NRZ码型做预编码处理，再分解为双二进制所需的三阶脉冲幅度，驱动马赫曾德（MZ）发射机。光模块可以采用较低速率的10G MZ调制，采用低成本激光器做光源，目前MZ调制器相对NRZ调制器成本要高。另外MZ调制器由于零调制状态下光强消光比不理想，也导致系统指标劣化。光模块功能框图如图3所示。

上行方向，OLT侧接收采用16GHz APD，外加均衡信号处理，解码后恢复出25G NRZ信号。

从光信号带宽来看，25G双二进制OLT光模块可以实现低带宽传输高速率的应用，且MZ调制模式有很好的抗色散能力，接收侧的实现方案也比较简洁。

基于双二进制编码的单波长25G ONU光模块

基于双二进制编码的25G ONU光模块，同样下行发射机对25G NRZ码型做预编码处理后，分解为

双二进制所需的三阶脉冲幅度，驱动MZ发射机。目前MZ调制器体积都较大，成本也比NRZ调制器高。光模块功能框图如图4所示。

上行方向，接收与NRZ方案类似，采用16GHz APD，加均衡解码后恢复出25G NRZ信号，简洁易实现。

双二进制ONU光模块采用高成本、大体积的MZM调制器，是此方案在接入网系统规模应用的重要制约因素。

基于PAM-4编码的单波长25G OLT光模块

基于PAM-4码型单波长25G OLT光模块功能框图如图5所示。

下行方向采用DAC输出，并bias-T射频驱动电吸收调制器实现多阶幅度调制，考虑功率预算不足，光模块增加光放大器增加输出功率。

上行方向，同样采用突发放大、10G APD探测器、前置放大器采用线性跨导放大器（TIA）。还需要研究快速增益控制，以提高系统接收的动态范围。

对于PAM-4调制的突发接收机而言，在跨导放大

器之后，数模转换器（ADC）进行数据恢复之前，增加低噪声线性放大单元（LNA），有利于PAM-4信号适应ADC的量程。

光收发模块将PAM-4接收机的ADC数据，上传至系统进行PAM-4解码以及数字处理。

基于PAM-4编码方式，虽然表面看起来用10G的光器件替代25G光器件具有一定的成本优势，但模块的整体实现难度增加，额外增加ADC、DAC的成本。且灵敏度的性能难以与NRZ编码方式相比。

基于PAM-4编码的单波长25G ONU光模块

25G PON ONU光模块实现PAM-4编码的光信号与电信号的转换。

发送侧需要实现突发性能，增加Burst EN控制激光器电流，达到发射端光信号的突发控制。

与PAM-4编码的OLT光模块技术类似，采用DAC输出，Bias-T射频驱动EML光器件，实现多幅度调制。

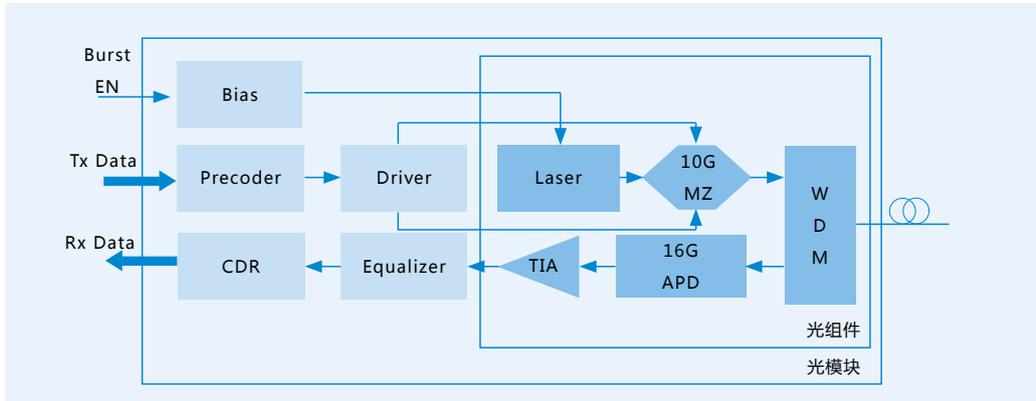


图4 基于双二进制码型单波长25G ONU光模块功能框图

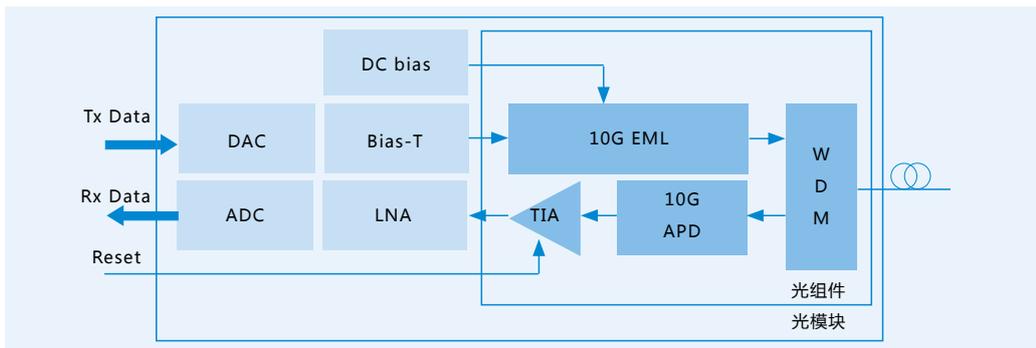


图5 基于PAM-4编码单波长25G OLT光模块功能框图

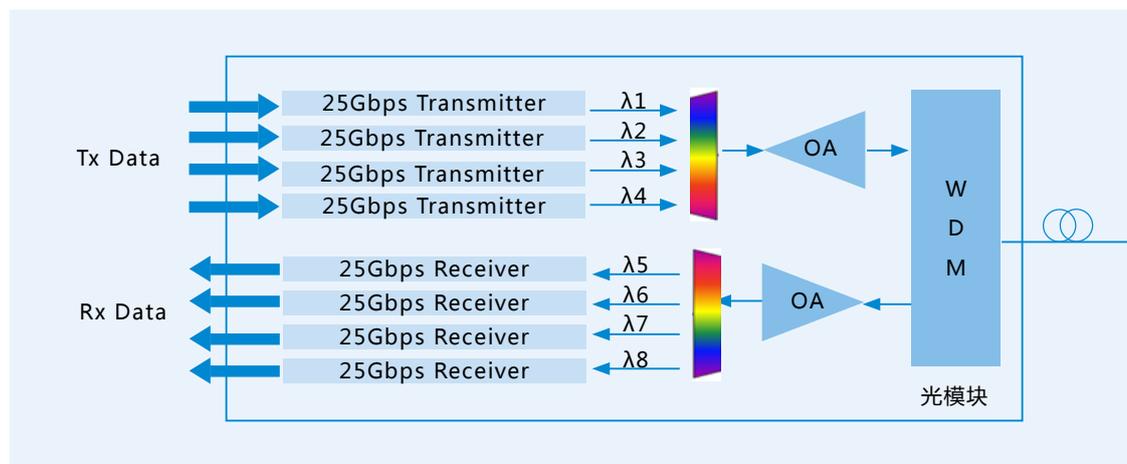


图6 100G PON 光模块功能框图

表1 单波长25G PON光模块技术性能对比

类别	NRZ	Duo-binary	PAM-4
光器件成本	较高	高	较低
模块性能	最高	一般	最低
光模块实现	容易	很难	很难
现网兼容	容易实现平滑升级	很难	很难

接收侧也需要高线性度TIA、低噪声放大器；使用高价值的ADC模拟数字转换芯片。

ONU模块对成本非常敏感，采用10G光器件替代25G光器件看起来有一定的成本优势，但额外增加ADC、DAC，也增加了光模块的生产以及维护成本。

PAM-4 ONU光模块的灵敏度性能较差，与同类应用场景的NRZ ONU模块相比较，还需要额外增加功率补充功能，或降低应用场景的要求。

100G PON光模块

100Gbps OLT光模块技术实现，无论基于NRZ码型调制还是PAM-4码型调制，都是在25Gbps单波长技术路线基础上进行4通道波分复用处理，如图6所示。

每通道25G单元电路光路功能仍可继续沿用原调制方案。

单波长25G PON光模块技术性能对比如表1所示。

在2014年OVUM发布的100G光器件产业链分析中，认为随着100G市场的成熟，光器件产业链也会成为一个成熟的产业链。

目前Avago、MACOM、Oclaro、Renesas等公司均有成熟应用的25G NRZ激光器，Finisar、海信、光迅等国内外光模块厂商有规模量产的100G产品。光器件、光模块产业链成熟。

结论

采用产业链成熟的技术可有效降低技术引入风险以及部署难度。共享100G光器件产业链规模化生产所带来的成本优势和成本红利，对于成本敏感的接入网部署来说，是个不错的选择。

基于NRZ编码技术的光模块，技术难度低，性能优良，且可共享产业链技术与成本。

基于复杂调制格式的光模块，如PAM-4技术，一定程度上可以较低带宽的10G光器件达到25G速率传输，可降低一部分光器件成本。复杂调制格式，需要额外引入ADC、DAC电芯片，也间接增加了光模块物料成本，以及生产维护成本。

采用复杂调制格式，很难重用现有100G产业链，新技术产业培育也需要付出时间和成本的代价。ZTE中兴

大视频时代的 家庭网关新趋势



孙裕
中兴通讯
产品规划经理

随着接入带宽的提升、互联网内容资源的不断丰富、用户数的迅速增长，全球互联网流量呈现爆炸式增长，高清/4K超高清视频成为流量的主角。随着智能手机的普及和社交网络的流行，个人消费者录制的视频等UGC内容也成为新的流量来源。而过去很多文本、图片形式的信息，现在也逐渐转变为视频化呈现方式。我们已经进入了一个大视频时代。

随着4K电视价格的大幅下降，4K电视被越来越多的消费者接受，其家庭普及率越来越高。一路4K视频需要50M~100Mbps带宽，8K视频所需带宽是4K视频的4倍，VR/AR业务的带宽需求更是超过千兆；并且此类高带宽应用将逐步渗透普及到各类视频拍摄、安防系统、网络游戏中。因此，固网接入亟需继续提速，为用户提供普及百兆、高端千兆的接入带宽。极速宽带是家庭网关需要具备的首要能力。

除了提供极速宽带的的能力外，家庭网关还需为用户提供灵活的组网能力。智能手机、PAD、笔记本等移动终端在近几年迅速普及，iTV、OTT机顶盒等视频业务快速增长，WiFi的无缝覆盖成为家庭宽带组网的刚性需求。未来的家庭网关需要帮助用户解决家庭组网和WiFi覆盖的问题。

在为用户提供了高速宽带之后，在此基础上叠加增值业务将赋予带宽以更大的价值。运营商在发展光纤宽带的过程中，家庭终端经历了从SFU到家庭网关的发展历程，家庭网关的智能化将是下一个发展趋势。智能网关具有强大的性能、丰富的接口和强大的业务拓展能力，是运营商扩展业务范围、提升网络价值的必然选择。

综上，极速宽带的提供介质、家庭网络的组网中心、智能业务的控制中心，是未来家庭网关的三大核心特征。

10G PON成就家庭极速宽带

EPON/GPON技术以其较高的性价比在宽带建设中广泛应用，为接入速率快速提升发挥了重要作用。据工信部统计，截至2016年9月，我国采用EPON/GPON技术的FTTH/O用户数达到2.1亿户，占有宽带用户的比重达到70%以上。

接入技术演进方面，10G PON技术是EPON、GPON的下一代接入技术，已成为运营商的普遍共识。OLT（光线路终端）已开始全面建设和升级为10G PON OLT，在FTTB场景，因接入用户数多，提速需求迫切，ONU优先升级到10G PON；在FTTH场景，为了应对大视频和千兆宽带的的需求，也需要逐步

升级到10G PON。中国电信、中国联通均已完成10G PON集采,经过几年的发展和不断成熟,商用规模已达数百万线,设备成本大幅降低,具备进一步扩大规模的条件。

10G PON上行的宽带终端也已成熟,业界多厂家提供了多种接口形态的10G PON家庭宽带终端,满足不同应用场景的接入需求。目前已经开始在高端用户家庭试点,预计到2018年开始大规模的部署,并且随着规模的不断提升,预计10G PON终端的成本也将随之下降。

中兴通讯在光接入领域一直保持着领先地位,尤其是10G PON产品的市场份额长期保持全球第一。中兴通讯10G PON终端已在湖北、上海、江苏、广东等多个省份完成了试点,具备规模商用的能力。

全景WiFi,一站式解决家庭组网问题

为了解决家庭组网和WiFi覆盖问题,中兴通讯全景WiFi解决方案将家庭网关作为主控制器,配合扩展AP实现家庭网络的全景覆盖。相比传统的WiFi覆盖方案,全景WiFi解决方案实现了以下3方面的优化,大幅提升了用户的组网和用户体验:

- 扩展AP零配置,即插即用:支持全景WiFi协议的扩展AP,可以自动同步家庭网关的WiFi参数,即插即用;
- WiFi信号自动防干扰:家庭网关和扩展AP可动态检测信道使用情况,选择最优信道,避免相互之间信号干扰,保证WiFi性能;
- 无缝漫游:家庭网关和扩展AP可自动检测手机/Pad WiFi信号强弱,自动选择信号更好的AP重新接入,实现无感知切换。

家庭网关的全景WiFi功能可以将运营商普及百兆、试点千兆的提速努力真正落实到家庭的每个角落,让用户切实体验到业务质量的提升。

网关智能化,打造家庭业务新生态

智能网关最大的优势在于,通过丰富的对外接口、开放的应用平台和智能化的网关操作系统,为用户提供丰富的家庭业务,借助互联网创新力量提升管道价值。不仅如此,相较于传统网关新业务开发难度大、周期长等缺点,智能网关的应用可以按照客户需

中兴通讯近期率先推出了10G PON上行的智能网关,充分结合了极速宽带、无缝组网、智能化的特点,不仅可以提供千兆宽带接入能力和有线无线双千兆的家庭组网,还能帮助运营商打造以运营商为主导、以用户为核心的智慧家庭应用生态,将业务由管道向渠道深化发展。

求个性化动态加载,新业务开发完成后可立即安装到智能网关,大幅缩短新业务的上线时间。智能网关作为家庭组网核心,提供更灵活的组网方式和更丰富的应用,用户可以通过智能网关的手机APP进行智能操控,实现上网控制、WiFi调节、一键测速等功能,还能实现智能提速、全景WiFi覆盖、智能家居等更多智慧家庭业务。

中国电信的智能网关“天翼网关”为用户提供了智能加速、远程下载、智能家居等几大类智慧家庭业务,目前已经历了两次集采,达到了数百万台的用户规模,预计到今年年底将达到千万级别。中国联通和中国移动也正在积极尝试智能网关的试点,预计很快将迎来规模商用。在中国电信的两次天翼网关集采中,中兴通讯采用自研芯片的产品均成功中标,支持中国电信的智慧家庭战略实施。

中兴通讯近期率先推出了10G PON上行的智能网关,充分结合了极速宽带、无缝组网、智能化的特点,不仅可以提供千兆宽带接入能力和有线无线双千兆的家庭组网,还能帮助运营商打造以运营商为主导、以用户为核心的智慧家庭应用生态,将业务由管道向渠道深化发展。

中兴通讯长期致力于通信技术和家庭业务的研究,家庭网关的发货量已超过2.2亿台,为数亿用户提供高宽带和家庭信息业务。中兴通讯OLT和家庭终端产品已实现芯片自研,通过强大的研发实力,将推动10G PON技术在家庭接入领域的普及,助力运营商为用户提供更丰富的家庭应用,增强运营商的综合业务竞争力。 ZTE中兴

上海电信 抢滩智慧家庭蓝海



陈斌
中兴通讯
固网产品方案总监



王平
中兴通讯
固网产品方案经理



中国电信集团公司是中国三大电信运营商之一，世界500强企业，在中国31个省（区、市）和美洲、欧洲、香港、澳门等地设有分支机构，中国电信股份有限公司为其旗下控股上市公司，于2002年在香港纽约上市。上海电信为中国电信股份有限公司子公司，拥有中国电信集团内最大的城市电信网络，为超过2200万用户提供固定电话、移动通信、宽带互联网接入、卫星通信、信息化应用等全业务综合信息服务，拥有超500万宽带用户，超200万IPTV用户，其中100M及以上宽带用户超过140万，4K智能高清IPTV用户超过80万。

2014年以来，中国固网宽带市场竞争渐趋白热化，中国电信、中国联通、中国移动三大运营商角逐家庭宽带建设，国家宽带战略也督促运营商不断提速降费；同时小米、360等国内互联网厂商利用OTT优势，纷纷推出智能路由器，抢占家庭网络入口点，试图将入口向管道延伸。中国电信现网家庭宽带网关e8-C面临着接口单一、扩展性低、缺乏高值应用等问题，亟需改变。

同时，上海电信现网有超140万100M及以上宽带和超80万4K智能高清IPTV的中高端家庭用户，这部分用户的用户体验期望值不断抬升，对于4K视频、家庭多终端灵活/免配置组网、家庭安防、智能家居等业务需求强烈，上海电信也期望能有迅速提供新兴增值业务、提升用户体验的手段。

此外，中国电信手握“最后一公里”宽带接入资源，也希望利用好家庭网关这个接入核心节点，据此切入智慧家庭蓝海市场，打造开放平台体系，将家庭网关逐步演进成智能中心，成为家庭万物互联的汇聚点和业务控制中心，并由此转变为真正意义上的家庭入口。

2014年开始，中国电信上海研究院受集团委托，开始研究和制定智能网关技术规范。中兴通讯与上海研究院一直保持密切合作，从智能网关操作系统的选择（Android/Open Wrt/OSGi）、智能网关云管理平台架构及相应接口规范、智能网关性能要求、首批智能业务插件的提供到智能网关结构外观的定义都提出了有建设性的意见，推动了整个智能网关平台体系的迅速成熟。

同年7月，中国电信集团召开“悦me”品牌发



布会，统一旗下智能网关、高清机顶盒等业务，打造为中国电信“天翼e家”客户品牌下的智慧家庭业务统一品牌，正式进军智慧家庭市场。同年底，中国电信组织了“悦me”智能网关第一次集采招标，上海电信是主要应用省份，中兴通讯凭借一直以来与中国电信的精诚合作和优异的解决方案、产品质量，一举拔得头筹。截至2015年底，中兴通讯在上海电信部署超30万“悦me”智能网关。

完善的家庭网络是开展智慧家庭业务的基础，针对新时代家庭多终端组网情况下五类线布置不佳、WiFi穿墙信号差导致的用户体验下降难题，



上海电信率先在家庭互联领域进行了深入探索，采用E-LINK方案解决了家庭内部互联网组网问题，同时采用5G频段对IPTV业务承载进行了验证测试，该创新方案取得了预期的效果。目前中兴通讯已经成为上海电信家庭互联网络最主要的供应商。上海电信探索的家庭互联方案将对接下来智慧家庭业务的拓展起到强力助推作用。

针对高端用户，中兴通讯还提供一系列智能化业务，以协助上海电信满足高端用户需求，提升业务收入，包括：智能看护业务，解决家庭老人/小孩视频看护和离家视频监控需求；智能家居安防业务，实现对家庭水浸、烟雾、可燃气体、温湿度、红外、门窗磁、紧急按钮等告警系统的全方位打造，并实现空调/电视、智能窗帘、智能插座等家居的远程控制。

通过智能网关的部署，截至2015年底，上海电信收获了逾30万“悦me”智慧家庭用户，在三大运营商间率先打响了“悦me”智慧家庭业务品牌，维护了中国电信固网市场第一的市场品牌形象。同时丰富的智能业务也帮助上海电信提升了宽带利用率、业务体验和客户满意度，业务收入增幅明显，并且通过与迅雷、91应用商城等合作拓宽了后向收费渠道。 ZTE中兴



郭文魁
中兴通讯
产品经理

True 快速部署城市光网

2015年开始，True启动了宽带提速计划，将固网和移动承载网络融合；通过快速部署FTTH业务，并充分利旧原有DSLAM网络，采用新技术（Vectoring）提高用户带宽，提升用户体验；在曼谷之外的区域，利用原有CMTS网络，发展宽带用户。





部署中兴通讯QRUN方案后，True几乎实现了开通维护工单的零错误率，极大提升了开通维护效率，快速开拓FTTx新用户。



入技术建网，迎接应对其他运营商ADSL/VDSL的接入方式。此举既能稳定True的固网宽带市场，又能利旧用现有固网铜线资源，有效降低CAPEX和OPEX，使True以较低代价升级网络，发展固网宽带用户。

2015年6月，中兴通讯开始与True合作部署GPON。中兴通讯的快速物流体系为True大规模部署GPON创造了良好的条件，更加坚定了True快速建设FTTx的信心。

在快速部署FTTx网络的同时，业务发放问题困扰着True。原先移动营业网点如何能适应新的宽带部署，并能兼容原有业务？如何在激烈的竞争市场中快速争夺用户？传统的业务开通发放系统已经完全不能满足用户需求，True急需一套定制化的OSS（运营支撑系统），以支持FTTx网络部署和业务推广的脚步，并能够降低网络运营维护的难度。针对True快速放号、简化运维的需求，中兴通讯提出了全套OSS系统QRUN方案，方案简化FTTx用户的开通放号流程，支撑起True在全国范围内的新增用户需求。

部署中兴通讯QRUN方案后，True几乎实现了开通维护工单的零错误率，极大提升了开通维护效率，快速开拓FTTx新用户。

通过与中兴通讯的合作，True快速部署了FTTx+VDSL，并实现快速业务发放，及时响应了泰国固网宽带市场的需求，让泰国大部分国民感受到了FTTx网络的魅力。在竞争激烈的泰国宽带市场，在FTTH部署方面，True在2016年保持了平均每月7万台的上线量，领先于竞争对手，保证了在固网的绝对领先地位。 ZTE中兴

True是泰国第一大全业务运营商，第三大移动运营商，曼谷地区最大的宽带业务提供商，拥有TrueMobile、TrueOnline、TrueVision三个子集团业务，分别主营移动、固网、付费电视业务。截止至2016年12月，True共有260万线宽带用户，在曼谷区域已经建成大量成熟的光纤网络，后续重点发展外省宽带用户；付费电视用户有300万。

泰国是东南亚第一旅游大国，近年经济一直稳定增长，人民生活水平逐年提高，对网络宽带的需求不断提升。泰国固网接入宽带市场竞争非常激烈，有铜线资源丰富的国有老牌运营商TOT，又有新兴固网运营商AIS。自从AIS 2014年6月开始战略投入固网宽带市场，泰国运营商之间的用户资源争夺就异常残酷。为满足用户速率需求，True也开始了宽带提速计划。但是在残酷的市场竞争环境下，业务ARPU值降低，财务状况相对紧张，True如何以更小的代价获取更多的宽带用户？

2015年，经过一系列测试验证和试验局，True制定了采用GPON技术的FTTx的整网改造和建设方案，计划在3年内实现FTTx+VDSL的网络建设。其中重点商用用户和高端用户采用FTTH方案，而针对广覆盖的家庭用户，考虑到ODN网络建设的限制问题，采用FTTB+VDSL的下一代Vectoring接



Orange Spain: 借FTTH实现份额利润双增长

我们非常高兴有机会和中兴通讯进行战略合作来建设高带宽FTTH网络。通过这套网络系统，我们会有更多的用户体验到最好的光纤网络服务。

——原Jazztel CEO, Jose Miguel Garcia Fernandez



牟进
中兴通讯
产品经理

2015年，Orange Spain完成了对Jazztel的收购，在网络融合的大环境下，Orange Spain成为西班牙第二大固网宽带运营商和最具活力的移动运营商。

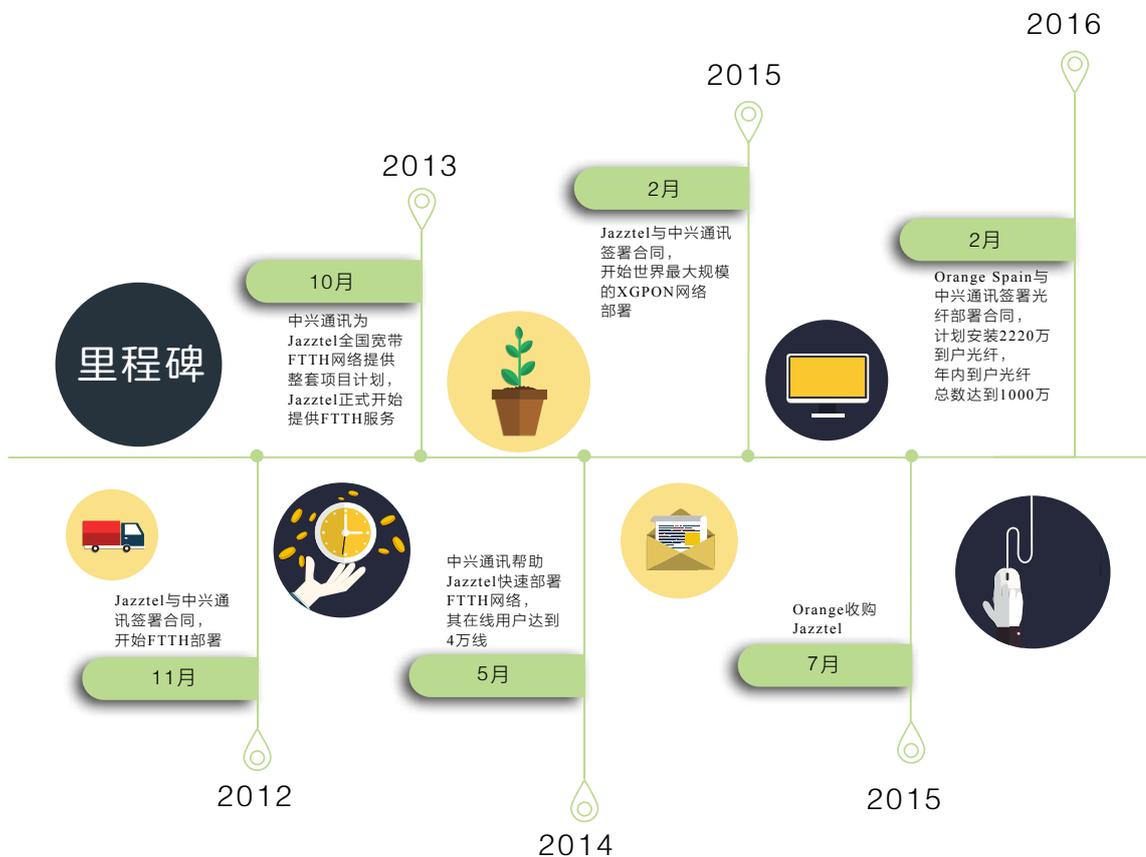
Orange Spain最早以无线网络作为发展重点，固网的主要业务是DSL服务。其宽带市场占有率低，缺乏市场竞争力。相比之下，Orange在西班牙的主要竞争对手Telefonica和Vodafone在宽带市场的发展上都有着极具侵略性的规划。Telefonica在2007年开始部署FTTH，并计划在2020年达到2000万线。而Vodafone收购了西班牙主要有线电视运营

商ONO，其宽带市场份额也从8%提升到23%。

由于铜线租赁费用高，Orange Spain调整了其在GPON FTTH部署上的投资策略，于2015年收购了Jazztel。Jazztel拥有可观的宽带市场份额，上升势头迅猛，收购Jazztel后，Orange Spain宽带市场份额从14%上升到26%，在西班牙仅次于Telefonica。

Jazztel选择FTTH组网

早在2012年，Jazztel就开始部署FTTH。相比于高额租赁Telefonica的网络去部署ADSL，Jazztel选择建立FTTH网络来部署自己的业务。Jazztel和



Telefonica签署了一份垂直基础设施接入合约，共享FTTH网络部署。这标志着其光纤部署的开始。

为了建设高质量的FTTH网络，具备更强的竞争力，Jazztel选择和中兴通讯合作。Jazztel和中兴通讯签署了FTTH框架协议，计划两年内建立起覆盖300万普通用户和企业用户的宽带网络。

成为主流宽带供应商

做固网光纤宽带大面积部署，运营商主要有两个方面的考量：降本和增收。在提供高质量网络服务的同时，如何降低资本支出和运营成本，如何增加平均每用户收入。

中兴通讯为Jazztel提供包括设备、外线工程和维护在内的全套端到端整体解决方案。

为了满足FTTH网络未来的发展需求，中兴通讯提供了大容量全业务光接入平台——ZX A10 C300 OLT。ZX A10 C300不仅可以提供高速的光纤宽带接入业务，还能实现向未来NG PON的平滑升级，满足市场多变的要求和快速的增长，最大限度保护Jazztel的投资。

为了保证Jazztel的投资物有所值，中兴通讯精心设计网络解决方案，在更小空间更少功耗条件下，提供更高的设备性能和端口密度，降低建网成

本和运营成本。

中兴通讯拥有快速订制能力，可以满足多变的市场需求。凭借专业的交付团队，项目快速交付，Jazztel在短短的两年时间内拥有了12%的市场份额，成为西班牙第二的固网宽带供应商。

Orange，保持西班牙第二的市场份额

在被Orange Spain收购之前，通过与中兴通讯合作部署FTTH网络，Jazztel仅用2年时间就完成了400万光纤入户工程建设。快速增长的光纤用户数使得Jazztel成为西班牙首屈一指的FTTH运营商。截至2014年第一季度，Jazztel的股价增长了93.56%。

在被Orange Spain收购之后，截至2015年年底，其固网宽带营收继续稳定增长（比去年增长6.6%），宽带激活用户数达到375.3万（比去年增长6.7%）。其中融合业务比例达到81%，比去年增长了4%。光纤宽带激活用户数量达到80.9万，比去年增长了3.9倍。此外，2016年Orange Spain还与中兴通讯签署了220万线光纤扩容建设合同，以应对FTTH网络持续建设和发展需求。

在中兴通讯提供的高品质光纤宽带网络架构基础上，Orange Spain将继续引入新业务，拓展新商机，发展新用户，巩固其宽带领先者的行业地位。 ZTE中兴



ETB完成智能 GPON网络部署



贺亮
中兴通讯
产品经理

ETB (The Empresa de Telecomunicaciones de Bogota) 是哥伦比亚首都波哥大最大的固网电信运营商，拥有大约200万线固网用户，其中宽带用户约60万线，宽带用户占整个波哥大市场份额约34%。ETB制定了无线+有线网络同步发展的方向，有线网络主要以对网络管道高速宽带化为战略，同时基于高速管道向用户提供N-PLAY业务以及其他新业务来增加业务收入。

ETB GPON网络面临的挑战

基于N-PLAY战略，ETB2012年启动波哥大城



通过部署EasyOptical+OTDR，ETB将显著降低宽带服务的运营成本，提高用户满意度指数（CSI）和用户体验质量（QoE），大大增强了其在哥伦比亚宽带市场的地位，增强其生存和赢利能力。

区FTTH GPON网络建设，对接入网进行光纤化改造，项目主要由中兴通讯承建。

在通过运营GPON网络扩大市场份额、提高经营收入的同时，ETB GPON网络的维护和服务保证问题也日益突出：缺乏PON网络监测与诊断方

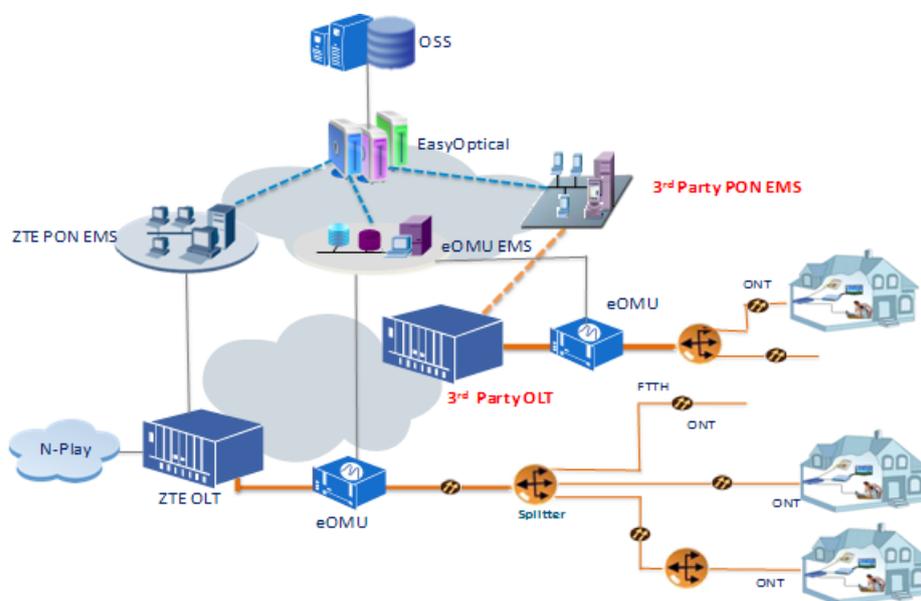


图1 Easy Optical+OTDR部署示意图

法；低效的光纤网络故障定位，用户投诉反应迟缓；缺乏端到端的服务保障体系。ETB迫切需要建立完善的FTTH GPON网络运维保障体系，提升客户满意度。

定制化方案助力ETB提升GPON网络运维效率

中兴通讯自2013年初与ETB合作部署GPON以来，双方合作良好，为建立全方位合作伙伴关系奠定了基础。

中兴通讯深入分析了ETB的痛点：快速诊断和定位宽带接入网的故障；预测宽带业务的性能下降；分析和管理的宽带接入网的服务质量；优化宽带服务运维流程。在此基础上，以降低运维成本、提高用户满意度为最终目标，中兴通讯推出EasyOptical+OTDR方案。

方案分为故障诊断、实时监控、报警处理、性能预测、统计和分析、在线评估和在线优化7大模块，为呼叫中心、网络运营中心、现场维护等部门提供故障诊断功能，改善和优化宽带接入网络的故障排除流程，实现FTTx网络故障的快速处理。同时，通过提供性能预测和服务质量的优化，改变了原有的FTTx网络维护模式，从用户投

诉受理的被动维护，转向服务质量管理为导向的主动维护。

基于ETB GPON网络的特点，EasyOptical+OTDR方案的部署如图1所示。

方案分3个阶段部署：第一阶段，部署Easy Optical和相应中兴通讯OLT区域的OTDR设备；第二阶段，完成Easy Optical和第三方OLT的对接，以及和OSS的对接；第三阶段，完成第三方OLT区域的OTDR部署。

历时近2年，中兴通讯完成EasyOptical+OTDR方案的商用部署，覆盖了ETB的整个GPON网络，为其FTTH业务的平稳扩张铺平了道路。

显著提高运维效率，降低运营成本

中兴通讯EasyOptical+OTDR方案在测试、部署、实验局运营中表现优异，超出ETB预期，尤其在与第三方厂商的OLT对接测试中，其友好的交互界面、主动故障检测方式，以及精准的故障点定位，让ETB对该设备的全面商用充满信心。

通过部署EasyOptical+OTDR，ETB将显著降低宽带服务的运营成本，提高用户满意度指数（CSI）和用户体验质量（QoE），大大增强了其在哥伦比亚宽带市场的地位，增强其生存和赢利能力。ZTE中兴

云化核心网的高可靠实践



郑兴明
中兴通讯
产品规划总工

NFV技术（Network Function Virtualization，网络功能虚拟化）是在通用COTS服务器上运行电信软件功能的方式，例如：云化的移动核心网vEPC、vIMS等网络功能。NFV打破了传统电信网络专用硬件的限制，基于软硬件解耦架构，将电信网元的功能通过软件来实现，不再依赖于专用硬件，实现了软件功能的快速开发和部署、硬件资源的共享和统一管理，并且通过虚拟化技术提供网元功能的自动化安装部署及动态资源调度，提供了灵活的扩展性，大大简化了管理运维，得到了运营商广泛的认可和关注。

引入虚拟化技术后带来了很多优势亮点，也带来一些新的问题，可靠性就是其中的一个关键问题：COTS硬件的可靠性下降、虚拟化层导致的故障点增加，那么，NFV网络能否满足电信级5个9可靠性的需求？

在可靠性的定义中，5个9的可靠性，严格说来应该称为可用性（Availability），指的是一个系统

的可用性百分比达到99.999%，满足该指标就要求平均一年中系统不能正常工作的时间少于5分15秒。其计算方法为： $A=MTBF/(MTBF + MTTR)$ 。其中，MTBF是指平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure），MTTR是指平均修复时间（Mean Time to Restoration）

从上述公式中，我们可以得出提升可靠性的2个原则：

- 降低故障发生的可能性，延长系统无故障的工作时间；
- 缩短修复故障的时间，尽快使系统恢复正常工作。

NFV网络的可靠性分析

NFV网络可以分为NFVI（NFV Infrastructure）层、VNF（Virtualised Network Function）应用层和管理编排节点MANO（NFV Management and Orchestration），其中，NFVI层又可分为硬件层和虚拟化层，如图1所示。

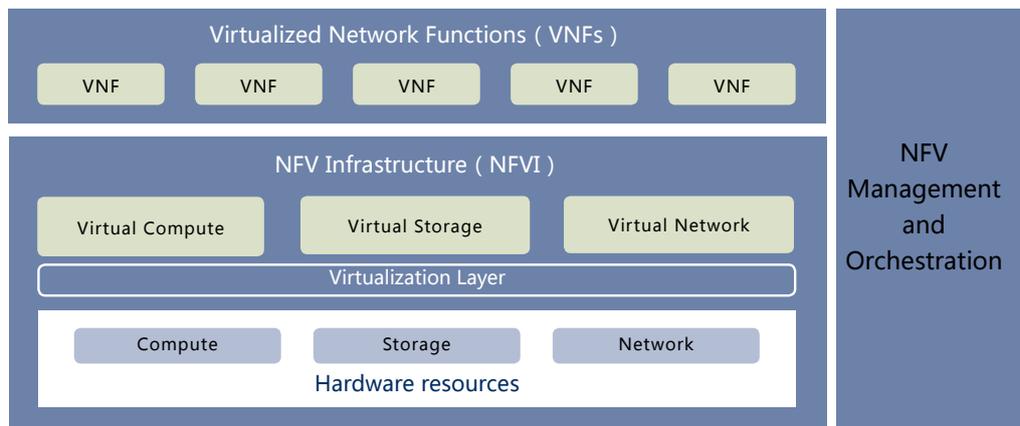


图1 NFV系统架构



对于VNF来说，其可靠性依赖于整个NFV系统的可靠性，依赖于硬件层、虚拟化层、VNF自身以及MANO节点各部分的配合。

硬件层

硬件层包括计算资源、存储资源和网络资源。

对于计算资源，所有的服务器组件需要采用1+1或N+M冗余配置，如电源、风扇等组件。

对于存储资源，采用磁阵RAID或分布式存储来实现，提供数据的1+1/1+M备份，保证单个磁盘故障不影响数据的正常访问。通过存储多路径技术提高主机与SAN设备之间的带宽和连接可靠性。

对于网络资源，采用1+1冗余配置，实现多链路组网；在接口、路由、设备上均采用冗余和负荷分担，防止单点故障。

虚拟化层

虚拟化层实现对物理资源的虚拟化能力，并且协同MANO节点实现对虚拟资源池的管理和调度能力。

虚拟化层需要为应用层软件提供高可靠的部署和

恢复机制：

支持虚拟机的反亲和性部署。冗余备份的多个虚拟机需要部署在2个以上不同的服务器上，以便在主用虚拟机所在的服务器故障时，其他服务器上的冗余虚拟机能够接管业务，例如，主备虚拟机和负荷分担虚拟机不能部署在同一块服务器单板上。

支持虚拟机状态的检测和自愈功能。当虚拟化层检测到虚拟机故障或物理硬件故障时，需要能在本机恢复，或迁移至其他服务器上重生。

应用层

应用层实现了电信VNF网元的功能，如vMME/vPGW/vCSCF/vSBC等网元功能。

在云化核心网系统中，VNF的高可靠设计至关重要。电信网络采用虚拟化技术之后，硬件基础设施的可靠性比原有专用电信硬件来说相对降低了，因此，需要通过提升软件可靠性来补偿。

● 各组件支持热备冗余

VNF的各组件支持热备技术，在线会话的状态信息将实时备份到冗余组件中，可以实现当一个组件故

障时，其他备份组件无缝接管故障组件的业务，实现零中断的业务连续性，防止系统故障对在线业务和新建业务造成影响。

相比虚拟化层的备份恢复机制，应用层热备能力提供了更快的故障检测和恢复、更准确的应用故障检测、更高的业务恢复率以及更小的计算和网络资源消耗，是实现电信级高可靠虚拟化网络必不可少的功能之一。

- 实现故障组件的快速恢复

VNF需要支持结合管理编排节点和虚拟化层实现故障组件的快速恢复、对故障组件的快速重生恢复、恢复后的虚拟机可继续承担原故障虚拟机的业务，也可作为备份的组件，保持系统的冗余度不变。

- 支持异地容灾

容灾部署指在不同地域的DC提供冗余的VNF能力，在发生地域/DC级故障时，可以在其他DC中恢复业务，是一项非常重要的可靠性保障机制，例如：传统的跨地域的POOL容灾部署提供了同一个Pool内网元间的负荷分担和容灾能力。

管理编排节点

管理编排节点包括VIM、VNFM和Orchestrator三个实体，分别负责对整个NFVI资源的管理和编排，以及VNF和NS（Network Service）的管理。

MANO节点的故障和升级不会引起VNF业务中断，但MANO异常期间会导致部分虚拟化特性无法正常使用，如自动弹缩、虚拟机迁移重生等。因此，MANO节点的高可靠性也是必不可少的一部分。

MANO节点一般采用1+1主备双机方式配置，主备双机间实现状态和数据的主备同步。当主用节点故障时，备用节点自动成为主用节点接管业务，提供不间断的服务。

此外，MANO还需要提供NFVI、VNF和NS的状态监测、告警采集、故障关联以及故障的自动恢复机制，以便轻松定位故障，降低运维管理的复杂度。

中兴通讯云化核心网的高可靠实践

为了更好地在虚拟化环境下提供电信级高可靠的网络应用，中兴通讯VNF系统采用了更好的设计架构，充分利用NFV网络特性，提供更可靠、更安全、更节省资源的全新云化核心网。

中兴通讯云化核心网针对可靠性的改进如下：

- 组件化原则

组件化设计架构中，一个VNF通过多种类型的组件实现，不同组件采用不同的虚拟机实现，实现了软件模块间的解耦，组件间容错能力提高，提升了系统可维护性，降低了对业务可用性的影响。

- 无状态原则

无状态化设计架构中，业务逻辑处理组件和业务会话数据之间将会解耦，即：将有状态的数据采用专用的数据库组件来保存，并且提供1+M的多副本数据冗余，业务逻辑处理组件不需要关注在线会话信息的同步备份，简化了软件逻辑的实现，提高了系统的可靠性。

- N+M冗余机制

N+M冗余机制实现了在较少冗余组件时达到更高的可靠性，相同组件数量条件下可靠性远超1+1冗余备份机制。例如：5个组件并行工作，采用1+1备份时，需要5+5个组件；采用N+M备份时，只需要2个冗余组件，也就是5+2个组件即可超过前者的可靠性。

- 跨DC容灾部署

跨DC容灾部署方案中，一个VNF的主备或负荷分担组件分别部署在多个DC中，实现一个DC故障后，其他DC的冗余组件能够快速接管业务，相对于传统Pool方式，跨DC部署方案提供无中断的业务连续性，提供了热容灾能力。

引入NFV技术后，打破了传统网元的架构，从硬件设施到虚拟化层再到VNF应用，采用云化技术进行了重构创新和协同联动，提升了系统的可靠性，共同打造电信级高可靠的NFV云化网络。 ZTE中兴

领跑5G，测试争先

——中兴通讯圆满完成

中国5G技术研发试验第一阶段测试



莫林梅
中兴通讯
高级架构师

在

工业和信息化部领导和IMT-2020(5G)推进组的组织下，中国5G技术研发试验将在2016—2018年期间，分3个阶段实施，即5G关键技术验证、5G技术方案验证和5G系统验证，最终到2018年完成5G系统的组网技术性能测试和5G典型业务演示。通过5G国家试验，中国将对5G各项关键技术进行充分的研究和论证，将有竞争力的方案进行标准化推动，加快产业化进程，实现2020年商用目标。

2016年9月15日，IMT-2020(5G)推进组宣布第一阶段试验圆满结束，该阶段主要完成了5G无线侧和网络侧关键技术的功能验证和性能测试，具体包括大规模天线、新型多址、新型多载波、高频段通信等无线侧关键技术，以及控制与承载分离、网络功能重构、端到端网络切片和移动边缘计算技术等网络关键技术。包含中兴通讯在内的共7家国内外企业参与了第一阶段试验。

中兴通讯作为IMT-2020(5G)推进组核心成员，积极参与和配合工作组的各项工作。5G技术研

发试验启动以来，中兴通讯深度参与了测试规范的讨论和制定，并结合自身的产品研发和试验规划，有条不紊地推进和完成了第一阶段的5G测试工作。中兴通讯无线侧和网络侧各项关键技术测试结果符合预期，测试性能优异。通过本次测试，中兴通讯验证了其5G领域独有的标签技术，彰显了在5G领域的深厚技术积累和强大研发实力。

无线侧关键技术验证

国内首家完成高频室内/室外全场景测试

由于低频可用频谱资源已经非常稀少，而高频具有丰富的频谱资源，能满足高速率、大容量传输的带宽需求，高低频协调发展已经成为业界关于5G的共识，高频通信也因此成为5G的关键技术之一。

非视距通信是高频通信的争议点，本次测试充分涵盖了室内非视距场景（玻璃、石膏板、铁板的透射和反射等）和室外非视距场景（树木的透射、遮挡物的衍射、建筑物的反射等），测试结果表明，用户在不同信噪比下的吞吐量符合理论预期结果，AMC(自适应调制和编码)功能表现正常。

波束跟踪（beam tracking）和切换是高频通信的关键技术，主要思想是在终端的移动过程中，及时更新最优波束和备选波束集合，例如综合考虑信道的变化对各个波束进行评价，选出当前的最优波束，同时选出备用波束集合，以备信道条件发生变化。一旦信道情况变化时，能够快速从备用波束集合选出可用波束，并触发波束切换，快速地从当前波束切换到新的最优波束，以应对信道变化。

在本次5G国家测试中，中兴通讯首家完成高频室内和室外的全场景测试，也是国内首个提供高频外场移动覆盖测试和外场波束跟踪测试的厂商。测试结果表明，中兴通讯高频原型机在室内、室外各种视距和非视距场景下表现良好，单用户峰值速率可达Gbps级别以上，同时支持自动的波束捕获、波束跟踪，并能根据信道质量自适应切换波束，标志着中兴通讯的高频原型技术处于业界领先水平。

空口标签技术性能优异

中兴通讯在5G领域拥有多项独创的标签技术，本次测试也对这些标签技术进行了充分测试，测试结果符合预期，测试性能优异。

- 新型多址MUSA/MUST技术测试

新型多址测试包含上行多址MUSA（Multi-user Shared Access）技术和下行多址MUST（Multi-user

Superposition Transmission）技术的测试。

在新型多址方面，中兴通讯提出的MUSA技术引入短复数域扩展码，是业界唯一一个可以同时实现免调度和高过载的多址接入方案。出色的设计有利于简化上行同步和功控过程，简化终端实现，降低终端能耗，对将来5G的大容量物联网场景具有重要的意义。

此次针对MUSA技术进行了上行连接能力和上行免调度测试。在上行连接能力测试中，12个测试UE同时接入系统，只占用原4个UE所占用的时频资源，在300%的过载情况下，系统运行非常稳定。在上行免调度测试中，相对LTE，支持300%的过载情况下的随机换码，各项性能指标稳定良好。

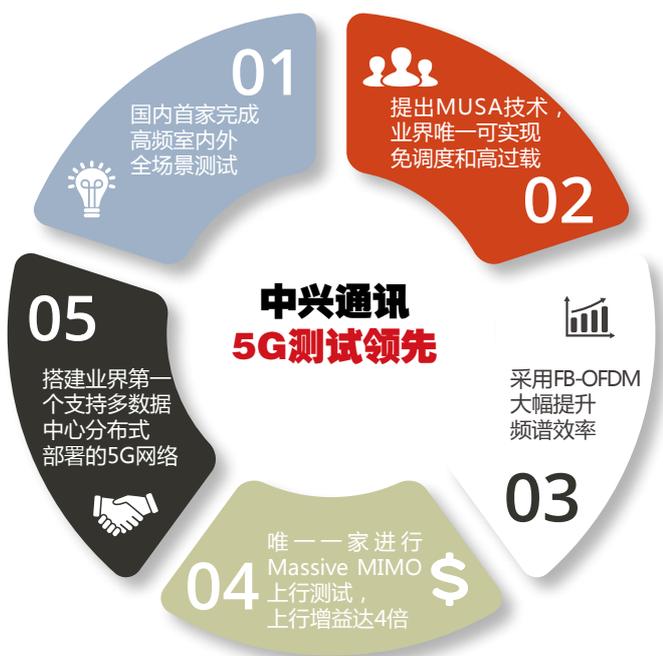
同时，还针对MUST技术进行了下行容量测试，其中MUST 2UE总的吞吐率增益可达86%。

- 新型多载波FB-OFDM技术测试

在新型多载波方面，中兴通讯提出的FB-OFDM（滤波器组正交频分复用）技术通过采用多项滤波器对OFDM信号进行子载波级滤波的方式，相比于CP-OFDM（循环前缀正交频分复用），可大大降低对于邻带的干扰功率，并降低对于时频同步的需求。采用FB-OFDM技术，有利于充分利用零散窄带资源，提升频谱效率；有利于灵活应对不同场景，满足不同业务类型对资源的需求；有利于放松时域



高频室外测试场景



和频域同步的要求，允许低成本终端接入。

本次新型多载波FB-OFDM的测试符合设计预期，测试结果显示，FB-OFDM在满足3GPP EVM指标要求的条件下，具备优异的邻道泄露抑制能力，能够与CP-OFDM系统兼容共存，充分利用零散频谱实现5G多种业务。

● 超大规模天线Massive MIMO技术测试

在大规模天线方面，Massive MIMO技术采用波束导频和自适应码本反馈的创新理念，与传统宏站相比，可成倍提高网络容量，是5G系统容量提升的核心技术。此外，Massive MIMO技术可适用于多种应用场景，有利于简化网规网优工作。

Massive MIMO部分的测试结果证明，与传统宏站相比大规模天线技术可以成倍提高小区的吞吐量，下行增益可达到3倍以上。同时，考虑到大规模天线系统可能在上行容量上受限，中兴通讯也进行了上行Massive MIMO测试，测试结果表明，大规模天线技术可以成倍提高小区的吞吐量，上行增益可达到4倍。值得一提的是，中兴通讯也是唯一一家进

行了上行Massive MIMO测试的厂家，这充分证明了中兴通讯在该领域的雄厚实力。

网络侧关键技术验证

继空口关键技术以优异的性能表现通过验证后，中兴通讯5G网络侧关键技术再次率先完成5G国家试验第一阶段测试。主导本次测试的工业与信息化部称赞中兴通讯组织高效、5G网络技术功能全面。

本次网络侧测试共包含4部分内容：控制与承载分离、网络功能重构、端到端网络切片和移动边缘计算技术（MEC）。测试过程中，中兴通讯采用自研通用处理硬件，以数据中心技术为依托，构建虚化的通用资源池；并在公司统一的ICT融合PaaS平台基础上，

将网络功能从网元设备中解耦，针对不同用户的业务需求，将虚拟化的网络功能灵活部署在网络的不同位置。

这套系统是业界第一个完全基于虚拟化容器技术的5G网络，第一个支持多数据中心分布式部署的5G网络，也是第一个核心网和接入网同时虚拟化共部署的5G网络，彰显了中兴通讯5G网络产品的技术实力。

5G的高速率、低时延、大连接、频谱效率提升等诸多业务模式，对既有的网络架构和网元形态提出了全新挑战。中兴通讯所构建的5G网络具备通用化、虚拟化等特征，以用户为中心，以业务为出发点，支持灵活定制、动态部署、自适应伸缩，在不同场景下对多种业务特性均能有力支撑，为未来通信商用网络架构演进打下了坚实的基础。

作为全球5G先锋，中兴通讯在5G关键技术研究方面全面布局，核心技术重点投入。中兴通讯圆满完成了中国5G技术研发试验第一阶段的全部测试工作，证明了中兴通讯在5G领域的雄厚实力。



ZTE中兴

M-ICT时代的使能者

万物移动互联网的M-ICT时代，我们敏锐、高效地将信息科技转换为助力产业升级、推动社会进步、激发人类想象力的强大动力；致力于为合作伙伴构筑安全、共享的平台，为用户带来更酷、更绿色、更开放的ICT产品和服务。