

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2019年12月/第12期

准印证号：(粤)U111230048

内部资料  
免费交流

## VIP访谈

06 Telefonica的5G之路

## 视点

08 超100G光传送技术最新进展

## 专题：光网络

11 面向5G时代的端到端E-OTN方案，  
与您共筑美好未来

封面 | Telefonica首席技术和  
入网 | 信息官Enrique Blanco



扫码关注公众号



## 第23卷/第12期

总第375期

中兴通讯技术 (简讯)  
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)  
月刊 (1996年创刊)  
中兴通讯股份有限公司主办

### 《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健  
副主任: 孙方平 俞义方 张万春 朱永兴  
顾问: 柏燕民 陈坚 陈新宇 陈宇飞  
崔丽 崔良军 方晖 衡云军  
孟庆涛 王强 叶策

### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会

主任: 林晓东  
副主任: 黄新明  
编委: 陈宗琼 韩钢 黄新明 姜文  
刘群 林晓东 王全 胡俊勃  
杨兆江

### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

总编: 林晓东  
常务副总编: 黄新明  
编辑部主任: 刘扬  
执行主编: 方丽  
编辑: 杨扬  
发行: 王萍萍

编辑: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部  
出版、发行: 中兴通讯技术杂志社  
发行范围: 国内业务相关单位  
印数: 10000本  
地址: 深圳市科技南路55号  
邮编: 518057  
编辑部电话: 0755-26775211  
发行部电话: 0551-65533356  
网址: <http://www.zte.com.cn>

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司  
印刷: 东莞市上合旺盈印刷有限公司  
出版日期: 2019年12月25日



王泰立  
中兴通讯OTN产品总经理

## 聚焦核心技术，引领超100G新纪元

从2.5G到10G，100G再到超100G，光传送领域历经30年发展，仍在不断推陈出新。高清视频、高值专线、5G应用等新业务不断涌现，云化和DC化趋势加速网络扁平化和OTN下沉，业务发展和网络演进双轮驱动超100G、大容量光电交换以及光域智能等核心技术不断进步。

在100G/超100G领域，中兴通讯专注核心技术研究，获得百余项相关专利。2019年初，在中国移动组织的多厂家现网测试中，中兴通讯400G单载波获得传输距离最长、谱效最高的好成绩。与中国移动联合发表成果在顶级专业会议ECOC上获选为口头宣讲论文。2019年底，中兴通讯成为首家实现国内单载波400G商用落地的设备商。放眼未来，中兴通讯聚焦三个发展方向：更高单波速率，突破1Tbps；更大容量，扩展C波段或C+L波段，关注多芯/少模传输，提升单纤带宽；更低功耗更高集成，聚焦芯片和光组件自主研发实现。

在光电交换领域，中兴通讯在业内率先发布全光交换OXC平台并商用落地。该平台可支持目前业内最大的32个光方向，架构支持升级至48维。2019年，中兴通讯承建了全球最大全光网络——中国电信西北地区ROADM网络建设工程。

智能化领域，中兴通讯推出了5i（智能规划、智能部署、智能开通、智能维护、智能评估）OTN智能解决方案。基于微服务弹缩云化架构，可实现大规模OTN网络集约化管控，同时可提供即插即用服务，有效提升网络部署效率。

迄今为止，中兴通讯已部署超过400个100G和B100G网络，网络光纤总长度超40万公里，与多家国内外顶级运营商建立了广泛合作。根据分析机构OVUM的2019Q3报告，中兴通讯在光网络市场全球排名第三，在快速增长的城域WDM和OTN交叉市场领域排名全球第二。

中兴通讯光传送网络服务当下也关注未来，坚持“预研一代，研发一代，商用一代”，将深耕核心技术，贴近客户应用，为成为领先的光网络产品供应商不懈努力。

# CONTENTS 目录

中兴通讯技术（简讯）2019年/第12期



## Telefonica的5G之路

跨国运营商Telefonica（西班牙电信）是全球最大的电信运营商之一。Telefonica首席技术和信息官Enrique Blanco最近接受我们的采访，分享了他对于5G部署的洞见。

## VIP访谈

06 Telefonica的5G之路 /刘杨

## 视点

08 超100G光传送技术最新进展 /尚文东, 施鹤

## 专题：光网络

11 面向5G时代的端到端E-OTN方案，与您共筑美好未来 /刘俊娟

14 光网络智能化方案，构建智能、弹性、易用、开放的光传送网 /魏登攀

16 超宽管道，铸就DC高速互联新篇章——基于交互式OTN产品ZXONE 7000的DCI解决方案 /王聪

18 5G前传方案分析 /孙远航

21 大容量光交叉ROADM技术最新进展 /卢楠

23 支持5G传送的25G&50G OTN接口标准进展 /张源斌



## 成功故事

26 SKT：引领5G时代承载升级 /熊章靖

28 湖南电信：引入云化机顶盒，打开视频业务想象空间 /曹潇轩

## 技术论坛

30 5G标准臻进，R16全面支持5G功能增强 /朱进国

32 基于MEC边缘计算的未來网络架构及其优势和关键技术 /张维奇

35 支持5G融合的开放型POL园区网 /曾涛, 李明生

## 媒体转载

37 通向5G之路——超100G OTN /Chris Kelly

39 5G时代，高品质4G/5G协同发展 /刘定洲



## 中兴通讯召开2020年度全球合作伙伴大会

2019年11月7日，中兴通讯在深圳召开2020年度全球合作伙伴大会。本次大会邀请了来自全球200余家战略、核心供应商，就产品发展战略、技术革新探索、服务提升策略等主题进行深入研讨，共同探寻新的合作机会。

中兴通讯总裁徐子阳，执行副总裁、首席运营官谢峻石，高级副总裁、首席法务官申楠，高级副总裁、中兴终端CEO徐锋，高级副总裁、供应链总裁杨建明，高级副总裁、工程服务经营部总裁孙方平等出席大会。

## 中兴通讯携手中国联通、腾讯成功完成MEC试商用

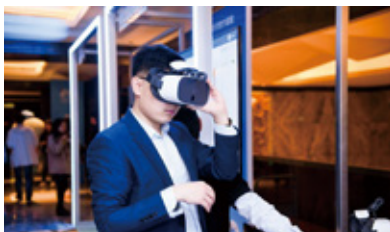
近日，中兴通讯携手中国联通、腾讯于深圳在4G/5G网络环境下，开展并成功完成面向2C领域基于MEC方案的规模化试商用，推动无线网络技术与互联网应用融合技术的实际落地。

针对目前MEC商用试验多基于较小范围的实验环境和较少考虑互联网应用部署及落地需求的情况，中兴通讯与深圳联通、腾讯通力合作，结合各自的优势，成功推出了全国首个在商用现网规模验证的MEC整体解决方案，从互联网应用的后台逻辑架构、网络传输、终端用户特性、商用部署等多个维度进行了一系列的技术研究和现网实践，建立了4G+5G网络融合的商用现网规模化的验证环境，以满足近中期MEC商业化需求。

一方面通过部署Edge TCP等功能，极大改善移动用户在网页浏览、在线视

频、文件传输等方面的体验指标，为运营商提供基于边缘计算的网络安全性能增强服务，单用户下载速率提升40%。另一方面，通过MEC平台专项设计，使得应用前端和后端无修改使用MEC，进而提升MEC业务商用部署效率。

在广东联通MEC赋能行业应用策略的推动下，中兴通讯与深圳联通、腾讯正进一步合作扩大MEC业务范围，着手推动MEC的大规模商用部署。通过多MEC、多VIM云管系统建设，形成首个可运维管理在4G/5G环境下的商用边缘云，一方面增强无线服务能力，提升用户感知，增加用户黏性，吸引更多新用户的加入。另一方面，提供多种接入方式，开展“即插即用”的企业无线局域网服务，提供低时延大带宽的边缘云服务，拓展2B业务能力。



## 中兴通讯亮相2019中国旅游IP高峰论坛

11月22日，2019年中国旅游IP高峰论坛在上海隆重召开，今年论坛聚焦文旅行业和5G等前沿技术的结合。中兴通讯高级副总裁、首席战略官王翔出席论坛，并发表了《5G助力智慧文旅创新与发展》的主题演讲。



## 中兴通讯召开2019渠道服务大会

近日，中兴通讯以“构建云网生态，夯实渠道服务”为主题在北京召开2019渠道服务大会，面向渠道经销商、高级认证服务伙伴（ACSP）提供分享交流平台，畅谈渠道服务生态定位和发展理念，共同商讨数字化转型之路。



## 中兴通讯在哥伦比亚召开2019年有线用户大会

11月19—20日，中兴通讯2019年有线用户大会暨有线技术峰会在哥伦比亚波哥大举办，ETB、Antel、CCIT等重量级合作伙伴济济一堂，就有线产品未来发展方向及行业热点技术进行深入探讨。



## 首个5G磁悬浮上海开测 上海电信携手中兴通讯实现超高速中的超高速通信

2019年11月29日,上海电信联合中兴通讯在上海启动了全球第一个5G磁悬浮高速线路商用网络测试。实现代表地表最高速度的磁悬浮列车时速接近500公里情况下,5G商用终端的全程稳定,轻松支撑各种高速移动宽带业务,标志着5G网络可为磁悬浮列车提供理想的宽带通信服务。

上海磁悬浮是世界上第一条商业运营的磁悬浮线路,也是速度最快的商业运营高速列车,开通以来一直是上海乃至中国的名片。此次5G网络由上海电信和中兴通讯共同建设,采用中兴通讯全套5G系统设备,完美实现乘客们在快捷的旅程中获得稳定的高速率数据接入,进行移动办公、视频会议、高清/超高清视频、互动游戏等业务,享受全新的通信体验。在中国,2018年的高铁客运量已达到20.3亿,是民用航空的三倍以上。高速列车的移动通信是一个普遍需求,高质量的宽带网络对高铁乘客的用户体验和运营商的品牌竞争力都具有重要意义。

## 中兴通讯与南非MTN联合演示5G用例

2019年11月12—14日,第二十二届非洲国际通信展在南非举办,吸引了包括MTN在内的非洲地区重要运营商和大量观众前来参观。展会同期同场馆内,中兴通讯与南非MTN联合进行了基于5G现网的丰富用例演示,让非洲观众体验了一把未来5G生活。

活动中,中兴通讯与南非MTN为观众呈现了实测速率超过1.678Gbps的超高速5G网络,这种超高速速率将能支持多千兆移动连接、AR/VR、高清语音、超高清直播、3D视频、应急服务、自动驾驶等多种应用。现场5G全息实时通信、仿生机器人、AR/VR等应用案例演示,在充分印证5G网络能力的同时,也展现了未来中兴通讯与MTN在非洲5G发展中持续探索的决心。此外,中兴通讯众多5G系统解决方案和终端产品也悉数亮相。

## 中兴通讯携手广东移动、腾讯成功开通5G端到端网络切片+MEC业务

近日,中兴通讯携手中国移动广东公司、腾讯开通结合MEC的B2B2C端到端网络切片,并基于此切片展示了腾讯START云游戏业务。此次B端、C端业务到管道的全流程打通,加速了5G新商业模式落地。

广东移动与中兴通讯联合腾讯等众多行业伙伴,通过部署端到端切片运营系统,同时结合MEC的方案,为行业客户提供端到端的数字化转型支撑。

## 中兴通讯携手中国电信、中国联通率先完成5G商用共享共建验证

近日,中兴通讯携手中国电信和中国联通在浙江省杭州市开通了全球首批1.8G/2.1G/3.5G的NSA共享共建商用连片站点,并率先完成了基于5G商用环境下共享共建模式的组网验证,充分证明5G共享共建具备完整的大规模商用能力,大幅降低5G初期投资的同时,可快速高效推进5G建设。本次验证是基于真实5G商用网络环境。

## 中兴通讯获首届世界5G大会应用设计揭榜赛大奖

2019年11月20日—23日,首届世界5G大会在北京召开,大会同期举办了“5G应用设计揭榜赛”,来自全国198个参赛项目激烈角逐。中兴通讯“5G智慧港口——智能集卡项目”和“5G云XR行业应用平台ZTE XRExplore”分获一等奖和二等奖,5G智慧场馆、5G智能电网和5G智能车间获得三等奖。本届大赛获奖项目将被重点推广,特色应用也会进一步与相关产业对接落地。



## 中兴通讯5G智能车间项目荣获第二届“绽放杯”全国赛一等奖

近日，第二届“绽放杯”5G应用大赛全国赛颁奖仪式在“ICT中国2019高层论坛”上举行。中兴通讯联合嘉兴移动、新风鸣集团打造的5G智能车间项目，充分发挥5G优势，对传统工厂车间实现全面数字化改造升级，最终从全国3731个项目中脱颖而出，荣获一等奖。

此外，中兴通讯重点建设的南京滨江智能制造基地、长沙智慧工厂成为业界样板。

## 中兴通讯联合中国电信完成业界首个基于中国电信主导的上行增强“时频双聚合”方案验证

2019年11月26日，中兴通讯联合中国电信在深圳完成了业界首个基于2.1GHz和3.5GHz频谱的5G时频双聚合方案验证，该方案基于中国电信主导的上行增强技术，通过时域和频域深度融合的方式，充分释放频谱潜力，构建覆盖和性能优异的5G网络。

针对中国电信已有的2.1GHz FDD频段和3.5GHz TDD频段，中兴通讯推出了由中国电信主导的上行增强“时频双聚合”解决方案。基于TDD+FDD高低频互补，在3.5GHz上行弱覆盖区域，终端可以依托2.1GHz频段进行高速数据发送，同时在下行方向可继续利用3.5GHz在带宽、大规模阵列天线等方面的优势，继续享受下行超高速率；在其他3.5GHz覆盖较好的区域，可充分发挥2.1GHz和3.5GHz频段的潜

力，使得终端可同时在2个频段上采用3个通路进行上行数据发送。另外，通过深入分析2.1GHz上采用频分双工、3.5GHz上采用时分双工的特点，创新性地提出了基于多个上行载波时分发送且充分利用下行时隙资源的CA（时分复用CA），使得只支持2通道发送的终端，通过灵活地在NR 3.5GHz双通道和FDD 2.1GHz单通道上切换，有效利用TDD和FDD频段的上行资源，同时可以通过FDD+TDD频段聚合方式提升下行吞吐量，从而在复杂的无线环境中在上下行方向都能持续获得最佳的性能，且方便终端实现。

测试结果显示：在信道良好的环境下，采用时分复用CA时单用户上行速率相对3.5GHz单载波提升最大可达40%；采用并发CA时最大提升可达60%。

## 中兴通讯亮相2019中国移动全球合作伙伴大会

11月14日—16日，2019年中国移动全球合作伙伴大会在广州举办。作为中国移动长期战略合作伙伴中兴通讯以“5G+一网使能万业”为主题精彩亮相。

在“5G+一网使能万业”展区，中兴通讯全面展现了无线、固网等领先技术方案。在“5G+行业应用”展区，中兴通讯展示了包括5G+智慧场馆、5G+智能视频等多个5G赋能垂直行业数字化转型的典型业务场景。

## 中兴通讯携网络技术创新产品与行业解决方案亮相深圳高交会

2019年11月13日，第二十一届中国国际高新技术成果交易会在深圳会展中心开幕。中兴通讯以“聚焦核心，开放共享，繁荣生态”为主题，携网络技术创新产品与行业解决方案亮相本届高交会。

展会期间，中兴通讯带来了芯片、操作系统、分布式数据库、安全办公整体解决方案。围绕大会主题，展示了平安城市、数字政府等行业创新解决方案。

## 中兴通讯亮相第十五届中国国际现代化铁路技术装备展览会

2019年11月20日—11月22日，第十五届中国国际现代化铁路技术装备展览会在北京国家会议中心举办。中兴通讯以“智慧铁路，5G先锋”为参展主题，围绕“铁路专用通信网络升级演进”“安全可信的云数据中心”

“5G、物联网、AI等新技术下的铁路创新应用”三个方向，展示了铁路行业全系列、端到端的创新产品和解决方案。



## 中兴通讯承建中国移动“和飞信”项目荣获2019 Glotel Awards大奖

近日，2019年Global Telecom ( Glotel ) Awards全球电信大奖颁奖典礼于英国伦敦隆重举办。由中兴通讯主要参与建设的中国移动“和飞信”项目荣获“项目完美交付”大奖，充分展示了中兴通讯在RCS融合通信领域的创新能力与领先水平。

近年来，中兴通讯参与并见证了“和飞信”业务从战略方向确定到战略发展的全过程，是中国移动“和飞信”业务的强力支持者。“和飞信”业务的成功交付，标志着全球最大的RCS局点商用，具有划时代的战略意义，为全球融合通信产业发展开启新的篇章。此外，中兴通讯NB-IoT超大连接多业务虚拟验证平台方案（NMVP方案）荣获“年度工业物联网”最高推荐奖，中兴通讯5G端到端切片方案荣获“电信转型”最高推荐奖，充分肯定了中兴通讯在5G商业模式和物联网领域的创新能力与领先水平。Glotel Awards全球电信大奖旨在表彰能够推动全球电信业发展的创新公司，每年该大奖评选已成为业界最受瞩目的事件。

## 中兴通讯长沙5G智能工厂荣获2009—2019年物联网十大标志性成果奖

11月13日，在南京举办的2019中国物联网大会上，由中国电子学会、中国通信学会、2019中国物联网大会组委会共同发起了“2019中国物联网十年评选”活动。中兴通讯长沙5G智能工厂项目受到了与会领导和专家的高度认可，荣获2009—2019年物联网十大标志性成果奖。

2019年3月，中兴通讯率先在长沙生产基地对5G应用进行了试点建设，取得了阶段性的成果，实现了基于运营商网络的5G企业无线专网开通落地、基于5G云化视觉及激光融合AGV方案落地和基于5G的多业务智能工厂示范。为打造基于无线连接的柔性产线、柔性车间，实现柔性生产进行了开拓性的尝试和探索，对于促进制造业产业转型升级极具价值。

## 西安市政府与中兴通讯签署深化5G战略合作框架协议

2019年11月25日，西安市政府与中兴通讯签署深化5G战略合作框架协议。陕西省省委常委、西安市委书记王浩和西安市市长李明远见证签约。

根据协议，中兴通讯将西安列为重点发展区域，在发展规划、产业布局、人才培养等方面予以倾斜，共同推动5G+新型智慧城市和高水平新型研发机构建设，深化创新链与产业链一体化协同体制创新改革等。

## 中兴通讯联合中国移动率先完成NB-IoT R15新功能和容量增强方案试验

近日，中兴通讯联合中国移动率先完成NB-IoT R15系列增强功能的实验室测试验证，并独家完成NB容量增强系列方案的测试及评估。

此次测试结果为中国移动NB-IoT新技术评估和设备规范制定提供了有效的指导依据：NB-IoT R15 SA+IB混合模式的多载波增强，可实现更多模式的网络部署；物理层SR增强可以减少NB-IoT资源占用，有效降低业务时延。

## 中兴通讯与中国移动上海产业研究院签署战略合作协议

2019年11月14日—16日，中国移动全球合作伙伴大会期间，中国移动上海产业研究院与中兴通讯正式签署了全面战略合作协议，双方将发挥各自技术、业务与资源整合方面的优势，加速在MEC平台、行业无线专网、行业网络切片以及智慧交通、工业能源、金融科技三大行业应用领域全面深入合作，共同开展5G创新方案研究、5G业务应用推广以及5G商业模式探索。

# Telefonica的5G之路

采编 刘杨



Telefonica首席技术和信息官Enrique Bla



**跨** 国运营商Telefonica (西班牙电信) 是全球最大的电信运营商之一。Telefonica首席技术和信息官Enrique Blanco最近接受我们的采访, 分享了他对于5G部署的洞见。他表示, 5G正在从概念迈向现实, 但仍有许多挑战需要克服。我们今天面临的主要问题是很难想象5G的杀手级应用是什么。

## 5G是一个全新的网络架构。您认为5G部署面临的主要挑战是什么?

要至少从两个角度考虑这个问题。首先是技术角度。我认为第一个主要挑战是我们如何理解5G核心网演进中的最终架构, 以及如何演进EPC (Evolved Packet Core), 从而完成5G核心网的构建。Telefonica正在考虑这一趋势。这是从5G部署架构的角度出发, 我们需要如何构建核心网。

从大规模5G部署的角度来看, 所有运营商将面临的主要挑战是开发用例。推动大规模5G部署的主要引擎是什么? 必须有用例来帮助我们尝试将频谱、设备以及网络开发和演进方面的投入转化为收益。

## Telefonica一直在进行5G试验。你们从中有何收获?

我们学到了很多。我们了解到5G的演进与4G有多么不同, 规划、部署, 以及所需要的工具有多么不同, 5G需要AI工具, 确保我们正在进行正确的5G规划和部署。5G将成为社会变革的主要引擎, 其可能性是惊人的。这是一个全新的范式, 我们不能像以前在4G中所做的那样, 规划、部署和思考5G。

## 这些5G试验如何帮助您塑造未来的5G战略?

不仅仅是提供更高的速率、更低的时延, 我们开展这些试验, 并一直在学习如何最终服务于物联网的大规模部

署, 如何构建、维护这些服务, 如何将5G与用例联系起来, 如何将5G与我们的平台结合起来, 如何将5G与工业4.0自动化结合起来, 以及如何将其应用于B2X。Telefonica是强大的物联网提供商, 我们正在研究5G的演进将如何帮助我们为客户提供更好的服务。

我们的5G试验比5G演示更有目的性。我们可以应用Massive MIMO和载波聚合技术为客户提供强大的性能。这很重要, 但这不是5G部署的关键。所以绝不能认为5G只是更高的速率和更低的时延。

## 您如何形容您的5G策略?

现实的。我们并不像其他人那样把5G当作是一种偶像化技术。我们正在思考5G如何帮助Telefonica在我们运营的所有国家/地区展开竞争, 如何帮助我们提高竞争力, 并为我们的客户提供更好的服务。我们的想法既不保守, 也不雄心勃勃, 而是绝对现实的。我们从一开始就从现实性思考, 我们建立一切我们所需要的能力, 并努力快速实现。

我们面临的主要问题是, 很难想象5G的杀手级应用是什么, 哪些服务和用例能帮助我们增加收入。这是我们试图在所有运营国讨论的关键问题。但实际上, 如果一个国家的商业团队要求我们部署5G, 我们有能力立即部署, 事实上, 我们也会这么做。

## 您中兴通讯在5G领域的的能力有何评论?

中兴通讯是我们的主要合作伙伴之一, 帮助我们定义最终架构, 并部署5G关键基础设施。多年前中兴通讯曾帮助我们进行平台虚拟化并部署VoLTE, 因此, 中兴通讯和Telefonica建立了紧密的合作关系。我们努力保证最终的核心架构符合Telefonica的需要。我们要构建的核心网要保障安全, 并确保客户信息的完整性以及对核心网的控制。它不会由单一的伙伴管理。我完全相信, 最终你们将成为核心网领域的关键技术提供商之一。 **ZTE中兴**



尚文东  
中兴通讯光系统研究工程师



施鹄  
中兴通讯系统工程师

## 超100G光传送技术最新进展

**当** 前国内各大运营商都在加速5G网络建设步伐，预计2020年实现5G大规模商用。5G网络具有大带宽、超低时延、高灵活性、智能协同等特点，对光传送技术提出新的挑战，推动超100G光传送技术朝着超长距、大容量和智能化等方向发展。

### 超长距光传输

超长距光传输的核心技术是长距相干模块技术和光路系统技术。其中长距相干模块主要有高性能调制码型、高性能FEC/SDFEC和高性能链路损伤补偿算法等技术，光路系统技术主要有光放大技术、光交叉技术与和光层算法技术等。

#### 长距相干模块技术

超100G光传送系统中，长距相干光模块是高性能传输的关键。长距相干光模块中DSP芯片是整个系统的核心部件，

其主要实现高性能调制码型编/解码、系统损伤（色散、PMD等）补偿和FEC功能等。

目前100G/超100G业务主要的调制码型包括BPSK、QPSK、mQAM等传统调制码型和混合调制、概率整形等特殊调制码型。对于特定速率的业务而言，采用不同调制码型具有不同的光传输性能。相同业务速率下，低阶调制码型具有更长的传输距离和噪声容忍度，高阶调制码型具有更大的传输容量和更好的穿通能力，即使选用相同的调制码型，不同的FEC开销也会有不同传输性能。

- 混合调制

混合调制是将两种调制码型在时域按照不同比例混合。相比常规高阶调制如8QAM和16QAM，混合调制实现谱效和信号波特率连续变化，以适配不同传输场景。

- 概率整形

在使用高阶调制格式时可以对星座图进行整形，采用一定概率分布的星座映射，会获得一定的整形增益，即为达到相同性能所节省的信噪比。

未来ROADM技术将朝着高维度、高灵活性和智能化等方向演进。此外OXC和全光背板可替代ROADM日益复杂的连纤，实现无纤化光端口全互联等技术创新，使网络具有更高的可靠性和更简单的运维。

#### ● 高性能FEC算法

DSP芯片内高性能FEC/SDFEC算法和非线性补偿算法等也是提高系统传输性能的关键技术，可进一步增加系统传输距离。目前中兴通讯在单波600G长距相干光模块中实现多种FEC/SDFEC算法和非线性补偿算法，在业内有较大的竞争优势。

#### 光路系统技术

超100G光传送系统主要由光路系统技术实现超长距传输及系统灵活调度，主要包括光放大技术和光交叉技术等。

#### ● 光放大技术

超长距光传输系统主要采用光放大器补偿信号的衰减，实现超长距无电中继传输。光放大器主要有集中式放大器（EDFA）和拉曼放大器等。在光传输系统中，光放大器的ASE噪声是影响系统OSNR的主要因素。为实现超长距传输，低噪声EDFA或高阶拉曼等方法可有效改善放大器噪声系数，提高系统传输距离。

此外超低损大有效面积G.654光纤的应用，可显著降低跨段损耗，同时G.654光纤非线性效应影响相对G.652和G.655光纤小，因此G.654可适当提高入纤功率，改进系统传输距离。

#### ● 光交叉技术

在超100G系统中，高速光信号的频谱更加灵活，在不同调制方式下占用带宽不同。现有超100G系统除了支持传统ROADM的50GHz、100GHz带宽调度，还支持Flexible grid带宽调度，支持 $n \times 6.25\text{GHz}/12.5\text{GHz}$ 带宽的灵活分配和调

度。Flexible ROADM可实现不同的信号适配不同的带宽，既提高了频谱利用率，又满足超100G网络的灵活调度要求。

未来ROADM技术将朝着高维度、高灵活性和智能化等方向演进。此外OXC和全光背板可替代ROADM日益复杂的连纤，实现无纤化光端口全互联等技术创新，使网络具有更高的可靠性和更简单的运维。

#### 光层算法技术

为全面监控光传送网传输性能，网络中引入大量光传输性能评估算法、光传输优化算法。

#### ● 光传输性能评估算法

通过智能化网元感知网络中跨段损耗、放大器噪声系数、信号入纤功率等信息，实时计算各波道传输后OSNR和传输代价，根据各波道间平坦度等情况评估系统OSNR。

#### ● 光传输优化算法

通过一系列整形、压缩、补偿等技术，应对实际光网络系统中不同类型的传输代价。例如采用数字均衡算法补偿系统非线性代价，利用全局光功率优化算法提高系统传输后OSNR，通过编码调制整形算法、频谱数字整形算法、光域整形算法等减小系统穿通代价。

### 超大容量传输

通常从两个角度提高超100G传送网系统容量，即单通道业务速率和系统通道数。同时，通过FTN（Faster than Nyquist）技术提升多通道频谱效率。



#### ● 单通道速率提升

通过高阶调制方法可实现单波600G/800G甚至更高的业务速率，目前中兴通讯OTN方案已实现单载波600G商用，下一代单波800G和1.2T产品也在规划阶段。

#### ● 扩展光纤频谱资源

扩展光纤频谱资源可提高系统通道数。目前光纤传输系统往往只使用了光纤的C和CE波段，随着光纤制作工艺的不断提升，新型光纤已经基本消除氢损的影响，可用的传输带宽大大拓宽，从1260nm一直连续拓展到1675nm。2019年国内各大运营商已将C++波段纳入集采测试范围中，2020年C++波段将会大规模商用。同时，从传统光纤的传输频谱特性来看，L波段与C波段非常接近，元器件的制作工艺也相似，如果能将L波段传送窗口利用起来，即使使用成熟的100G DP-QPSK技术也能倍增光纤的传送容量，在很大程度上满足带宽快速增长的需要，避免高阶调试方式对传送距离带来的限制。C与L波段差异主要体现在传输性能上，L波段损耗、色散等参数与C波段有明显差异，同时，L波段器件成熟度等也为L波段的大规模商用带来诸多挑战。

### 智能化光传送网

5G网络大规模商用，推动超100G传送网网管平面朝高智能管控方向演进。软件定义网络（SDN）技术的应用使得

网络可以进行编程，网络的可扩展性和灵活性大大提高，从一定程度上解决了网络资源互联管控的问题。伴随智能管控框架、深度学习、模糊逻辑网络安全管理等人工智能技术的快速发展，基于SDN的人工智能技术在超100G传送网中的应用也将成为网络智能化发展的方向。

中兴通讯在SDN技术中融入软件定义光子（Software Defined Optics, SDO）技术。SDO技术即通过管控系统实现对光模块发射/接收光信号自定义控制，以实现在不同场景满足业务的基本功能的前提下，使业务特定性能达到最优。根据调整方式，主要分为编码整形、频谱整形与动态损伤整形三大类。在超长距传输里已简要概述编码整形和频谱整形，而动态损伤整形主要应对业务光传输时有可能面临的突发事件，例如网络遇雷击事件，光纤中信号光偏振态高速变化，产生较大SOP（State of Polarization），严重时会导致业务断链。为解决此类事件，SDO技术可提升DSP的SOP跟踪速率，维持业务正常通信。

在5G即将大规模商用的关键时期，中兴通讯致力于打造超长距、大容量和智能化超100G光传送网。基于高性能DSP芯片实现长距相干光模块，保持当前在传输100G/超100G传输能力方面的优势；加强在光路系统技术、光层算法方向研究，并大规模应用于超100G光传送网中，使网络从自动化向智能化的演进，为5G大规模商用打下坚实基础。 [ZTE中兴](#)



刘俊娟  
中兴通讯OTN产品规划总监

# 面向5G时代的端到端E-OTN方案， 与您共筑美好未来

5G时代，中兴通讯立足于OTN网络的演进方向，提出面向未来的E-OTN解决方案，即“End to end”部署、“Elastic”网络、“Enhanced”性能，全方位满足客户需求。该系统搭载业界最高集成度1.2T超100G芯片，采用中兴通讯专有的Flex Shaping技术，可灵活适用于骨干、城域及DCI等场景，并创造多个业界之最。截止到目前，E-OTN方案已广泛应用于100多个国家，100G/400G OTN方案部署超过400多个。

## 5G时代光网演进驱动力

近年来，4K高清视频已逐渐普及，VR/AR、全息影像等新业务不断涌现，导致带宽需求呈指数增长。OVUM报告显示，预计到2023年约有79.32%的IP流量为视频业务，这将消耗巨大的带宽资源。为迎接此挑战，固网CDN不断下沉，以减轻OLT上行带宽压力。即便如此，OTN到CO机房仍然成为必然趋势；无线网络为保障5G时代eMBB业务需求，“光进铜退”成为网络改造的必由之路。带宽的急剧需求使OTN市场不断增长，OTN网络不断下沉成为大势所趋。

同时，当今自媒体时代，数据具有“随时”“随地”“随意”爆发式接入的特点，为此，网络架构正在向云化和虚拟化演进，以保障业务调度的灵活高效性及用户最佳体验。OTN作为综合承载的基础网络，同样面临着如何自我演进的问题。

综上所述，构建一个涵盖接入、汇聚、核心以及长途

干线层的“端到端”OTN极速管道，实现业务“光速智能直达”，是未来承载网络发展的必然趋势。下文将与您分享中兴通讯E-OTN方案在5G时代引领极速传输管道、构建强健灵活站点及智能便捷运维方面的能力及未来演进之路。

## E-OTN引领极速传输管道

20世纪60年代“光纤之父”高琨提出光纤理论，1981年第一代光纤面世，这一伟大发明促成了互联网的出现，为现代通信科技带来革命性的变化。WDM/OTN系统随之发展，其天然的大带宽、低时延及超长距离等特性使信息可自由传达五湖四海。

### 超宽管道及关键技术

中兴通讯自WDM技术问世，便开始第一代产品的研发及商用，随着通信网络从2G到5G的发展，业务对带宽需求

日益增长，伴随光电器件技术工艺的不断提升，单波速率从2.5G、10G、40G提升至100G及今天的600G，以满足带宽需求。单波速度及单光纤容量不断提升，是提升频谱效率及扩展带宽的主要手段，其主要包括模块调制技术、光路技术等。

**模块调制技术：**首先，波特率提升是单信道速率增加的基本方法，如从100G时代的32Gbaud到400G时代的64Gbaud，以及未来800G/1.2T时代的96/128Gbaud。波特率的提升可实现相同带宽下更少的光组件数量，从而降低系统功耗及空间占用。其次，配合高阶调制技术可提升频谱效率及传输容量，但阶数越高的调制要求更窄线宽的激光器及更高性能的光电组件，同时因星座图过密会导致传输距离受限。中兴通讯基于SDO（软件定义光器件）及Flex Shaping的B100G方案可实现单芯片业界最高容量1.2T，容量与距离匹配最优化，最大化网络价值。

**光路技术：**因受器件工艺水平限制及香农极限的不断逼近，扩展更宽的频谱成为当前提升带宽的唯一途径。如传统频谱采用C波段4THz（等效80波50GHz）频谱宽度，目前中兴通讯支持C+波段4.8T（等效96波50GHz）及C++波段6T（等效120波50GHz）的频谱宽度，未来将继续向L波段扩展，实现带宽倍增。这一过程需要系列配套的业务板、合分波板、放大器及监控系统的演进。此外，中兴通讯也在积极研究新型光纤系统下OTN传输性能，如少模多芯光纤及光子晶体光纤等，以寻求更大带宽。

### 超长距传输及关键技术

无电超长距传输能力是衡量WDM/OTN系统性能的主要指标。因传输距离的提升，可大大减少电中继数量，从而节省客户投资。提升传输距离除了采用新型低损大有效面积光纤（如G.654E）外，在系统设计上主要包括业务单板技术及光路技术。中兴通讯E-OTN方案在这两方面均积累了多年的经验实践及创新专利。在业务单板方面，第四代FEC技术可提升传输距离约30%；Flex Shaping技术通过对星座图概率整形、增加欧氏距离及混合调制等，最大限度提升传输距离。在光路技术方面，中兴通讯专利的光域

优化技术，相比电域优化方案提升WSS（Wavelength Selective Switch）穿通数量50%；大功率放大器、遥泵技术及低噪声拉曼放大器进一步改善线路传输性能，实现超长距传输。目前，中兴通讯E-OTN方案100G系统传输距离可达10000km，200G系统传输距离超过5000km，400G系统传输距离超过800km。在2019年中国移动现网测试中，中兴通讯16QAM单载波400G取得最长传输距离，超过600km。

### E-OTN构建强健灵活站点

正如上文所述，5G时代要求网络具备强健、灵活、高效等特点。现阶段，承载设备种类繁多、网络层次复杂、运维效率低。运营商在网络性能、成本、能耗、空间等方面均面临着严峻的挑战和压力，此背景下促使OTN光电交叉平台应用越来越广泛。中兴通讯光电混合调度系统不断创新，强健灵活与架构简化方案并存，构建按需OTN网络站点。

电层方面，中兴通讯最早实现64T单子架商用，并可升级至128T；为保证大型DC无阻调度，推出业界最大192T集群系统，并可升级至384T。这一能力得益于中兴通讯多年在该领域自研交叉、成帧等高性能芯片的技术与经验积累，打造高集成度、大容量及超低功耗的精品平台。如128T平台每吉比特功耗降至0.23W，相对于64T平台降低了40%，有效降低OPEX。同时，该系统支持L0~L3多业务统一承载，按需随选。在2018年底中国电信组织的M-OTN测试中，中兴通讯首家完成SR/MPLS over OTN功能测试，性能优异。

光层方面，随着核心站点维度的增加，传统ROADM（可重构光分插复用器）方式站内光纤连接复杂程度呈几何级增加，这给运营带来了极大不便，也难以满足业务快速开通需求。中兴通讯32维OXC系统基于全光背板交换及光标签技术，可实现自动光交叉，有效避免错连问题，运维开通时间从周降至小时，大大减轻运维人员负担及运维成本。同时相比ROADM系统，OXC单板集成光放、监控等

中兴通讯通过20多年在WDM/OTN领域的探索与耕耘，积累了丰富的经验和深厚的技术，并与全球主流运营商展开了广泛的合作。截至目前，中兴通讯100G/B100G OTN网络全球实践已超过400个，包括中国移动、中国电信、中国联通、Telefonica、VEON、MTN、韩国LGU+、泰国true、越南Viettel等。

功能，空间节省约80%。未来，该系统三层架构支持升级至48维，满足海量业务的多方向灵活快速疏导。

## E-OTN提供智能便捷运维

5G元年已经来临，通信网络将从服务于人，走向全面服务于数字化社会。网络规模的不断扩大，垂直行业新型场景丰富，需求千差万别，因此网络运维面临更加复杂的挑战，管理、控制要求更加精细化，传统以人为为主的管理模式，越来越难以适应网络发展的要求。网络运维向智能化方向进化，将是5G时代网络演进的必然选择。

网络智能化之路，是从全人工方式，经半自动化、全自动化再到智能化的漫长的演进历程。对于OTN智能化领域，当前处于从半自动到全自动的演进中。基于管控融合的统一调度平台从业务部署、开通、运维到优化的整个生命周期进行了能力的全新提升，如业务开通时间从小时级缩短为分钟级；业务可按KPI需求制定相应策略，如：最低时延策略，满足金融等时延敏感业务需求；BOD按需调整带宽策略，实现不同时段按需自动调整宽度，降低最终用户支出，提升运营商带宽利用效率；动态路由保障策略，最大限度保障VIP用户的“钻石级”连通等。2019年，中兴通讯联合宁夏联通，打造智能、开放的省本一体化管控平台，验证了SDN架构下光传送网在业务发布、带宽调整等方面的创新。

未来，E-OTN方案基于SDN的管控体系，将进一步融合AI及大数据技术，通过AI算法实现对光网络快速根故障定位、风险预测提前干预、流量预测自动优化等功能，创建一个更加智能、便捷、高效的光网络，带来更加友好的5G网络体验。

## 全球实践

中兴通讯通过20多年在WDM/OTN领域的探索与耕耘，积累了丰富的经验和深厚的技术，并与全球主流运营商展开了广泛的合作。截至目前，中兴通讯100G/B100G OTN网络全球实践已超过400个，包括中国移动、中国电信、中国联通、Telefonica、VEON、MTN、韩国LGU+、泰国true、越南Viettel等。

根据分析机构OVUM的2019Q3报告，中兴通讯在光网络市场全球排名第三，在快速增长的城域WDM和OTN交叉市场领域排名全球第二（源自报告：Market Share Spreadsheet: 3Q19 ON Global和Optical Networks Forecast Spreadsheet: 2019-24）。

“精诚服务，凝聚客户身上”是中兴通讯一直秉承的宗旨，未来，中兴通讯将持续加强WDM/OTN新产品及技术的研发投入，与全球运营商及客户亲密合作，构建“极速超宽”“智能便捷”的E-OTN光网络，共筑5G时代美好未来。 ZTE中兴



魏登攀  
中兴通讯WASON&SDON市场代表

## 光网络智能化方案， 构建智能、弹性、易用、开放的光传送网

5G网络定义的三大典型业务场景eMBB、URLLC、mMTC对网络提出了大带宽、超低时延、巨量连接的要求；同时，5G将带来垂直行业的快速增长，对光网络的响应速度、传送效率也提出了新的要求。中兴通讯光网络智能化解决方案，采用最先进的光网络技术，配备业界最先进的基于微服务的智能管控系统，为客户提供超宽灵活、极简智慧、稳定可靠的光传送网络。

### 光网络智能化解决方案组成

中兴通讯光网络智能化解决方案以服务于客户和业务为导向，由智能化安装部署方案、智能化业务开通方案、智能化光层自适应方案、智能化维护保障方案和智能化规划优化方案几个部分组成，贯穿业务规划、网络部署、业务发放、网络和业务保障及优化所有环节，形成正反馈5i闭环系统，并借助AI技术全面提升光网络的智能化性能，为5G的发展和腾飞提供有力支撑。方案架构图如图1所示。

#### 智能化规划优化

业务的规划和优化直接关系到整个网络的CAPEX和OPEX。智能化规划优化方案采用启发式算法，可实现多目标规划、传输能力评估、故障仿真分析和碎片整理，从而达到OSNR、中继总数、波道利用率加权等指标的最佳均衡。并通过机器学习不断优化算法，从而实现最佳业务规

划，达到资源利用率和业务性能的最优化。

#### 智能化安装部署

随着网络带宽日益增大，网络设备日益复杂，子架数量越来越多，组网越来越复杂，设备中的光口数量、光纤数量成千上万。仅靠人力保证网络安装过程中光纤的正确连接、设备的正确安装，并正确地同步信息到管控平台，工作量巨大。智能化安装部署方案通过网元拓扑自动发现、资源自动发现和上报、网元自动安装和创建、光纤错连校验等功能解决上述问题，使安装部署工作变得简单快捷。

#### 智能化业务开通

利用智能化管控平面，结合智能化规划的数据与网络实际现状，方案基于人工规则和机器学习算法，选择业务路径、波长通道、子通道，使用合适的编码方式、波长间隔、光谱形态，全自动地完成业务的开通发放，并根据需要实现RWA/RSA、BoD、PoD、虚拟网络切片等功能。

#### 智能化光层自适应

光层自适应主要包括基于人工策略和智能算法的SDO（软件定义光器件）在线规划以及光功率自动调整。SDO包括对光模块发射信号的业务组类型、信号调制码型、信号频谱形状和接收技术等方面的智能调整。光功率自动调节能解决网络运行过程中，由于环境、人为和光纤、器件



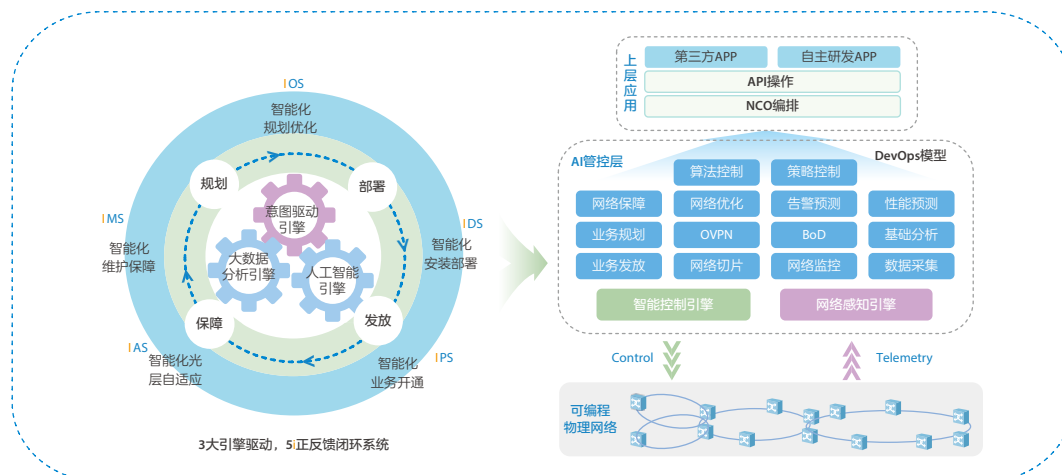


图1 光网络智能化解决方案架构

自然老化导致的功率参数变化问题。在功率参数受到上述影响发生变化时通过自适应的智能控制，维持最合理的功率、频谱、OSNR参数，可最大限度减少网络变化对业务的影响。

### 智能化维护保障

为了预知故障和简化运维，智能化维护保障主要完成性能预测、故障预测、故障相关性分析和巡检评估等功能。性能预测和分析包括OSNR预测、代价和余量估计、流程分析以及线性预测等，并结合机器学习算法，逐步迭代提升预测的准确性，提前发现问题并解决问题，简化维护保障工作。

## 光网络智能化解决方案特点

中兴通讯光网络智能化方案通过基于AI的集中式管控系统，对转发层进行智能管控，构建智能、弹性、易用、开放的光传送网络，解决5G三大应用场景需求和运营商面临的投入大、维护繁、盈利难的困境。

- **智能**：基于AI的智能管控系统，实现全自动的业务端到端一键快速开通，全自动的业务带宽按需自动调节，实现网络资源优化和性能优化，提升网络的自动化智能化性能。
- **弹性**：网络器件资源可编程、节点资源可编程，实现用户需求的按需定制。集中式控制算法，提供完善的抗多次断纤、多点失效的保护机制，大幅提升了网络

的健壮性。智能切片、OVPN，有效利用硬件资源，给5G业务的灵活应用提供了保障。

- **易用**：管控融合系统，采用微服务云化架构，部署简单；C/S设计，界面统一，操作便捷。能提供全局各个层级的资源、告警、性能统计报表，同时提供告警相关性分析、告警原因分析、告警和性能预测等，简化维护工作。
- **开放**：标准北向接口可与5G统一编排层对接，实现跨层的业务快速发放和管控。同时可与客户的BSS/OSS系统对接，也给应用层用户的自主开发提供了可能。

基于“SDN+AI+大数据分析”的智能光网络解决方案，业务一键开通，开通时间缩短到分钟级，成功率达到99.9%；有效提升网络自愈能力，通过自动化方式简化运维操作，运维效率提升30%；通过故障智能预测和分析，故障数量减少70%，故障定位时间减少85%；全面提升用户体验，丰富行业应用，创新盈利模式，提升运营商盈利能力。

中兴通讯聚焦5G移动互联网大发展的需求和挑战，推出的新一代光网络智能化解决方案。方案通过完整的规划、管理、控制智能系统，将100G/超100G、Flexgrid、分组、SDO、OXC、PIC、FlexO、OVPN、切片等技术有机结合，满足客户在5G移动承载、城域统一承载等多种应用场景下的需求，提供从网络规划和部署到业务发放和保障全过程的智能化服务。中兴通讯光网络智能化解决方案，将借助AI的智慧，为客户打造超大带宽、灵活开放、稳定可靠的智能光网络。ZTE中兴



王联  
中兴通讯OTN产品策划经理

# 超宽管道，铸就DC高速互联新篇章

## ——基于交互式OTN产品ZXONE 7000的DCI解决方案

近年来，云计算产业日益成熟，企业上云已成为一种趋势。云服务市场的快速扩展，为DCI（Data Center Interconnect）市场的发展提供了强劲的推动力。根据OVUM预测（Global Data Center Interconnect & Purpose-Built DCI Forecast: 2018-23），2023年全球DCI市场的收入预计会超过70亿美元，同时ICP（Internet content provider）/CNP（Carrier-neutral provider）将快速超过CSP（Communications service provider）成为DCI市场的最大买家。到2023年，由ICP/CNP客户贡献的收入将占DCI市场总收入的50%。

随着网络云化的加速，业务流量迅速向数据中心集中，全球数据中心的规模急剧扩大。目前数据中心正逐步向网络边缘扩展，覆盖的区域更加广泛。大城市受到土地、水、电等资源的限制，无法直接建设超大规模的DC机房，分布式的数据中心建设方式越来越受到业界的青睐，这无疑促进了城域DCI网络的发展。同时，伴随核心DC数量的增加，DC间的资源共享和容灾备份的情况日益增多，长途DCI网络的建设也越来越受到重视。目前城域DCI和长途DCI是两大最主要的DCI应用场景，其中城域DCI市场的发展尤为迅速。

鉴于DC间流量爆发式的增长，带宽逐步成为DCI的主

要瓶颈。采用单载波600Gbps的速率来传输DC之间的业务，将成为未来几年的主流趋势。伴随DC间带宽需求的增加，传统集中式交叉的OTN设备在DCI场景中应用的缺陷越来越显著。传统OTN设备过大的体积和重量，复杂的集中式电交叉架构，以及与IDC（Internet Data Center）机房不相匹配的供电方式和风道设计，都为其在IDC机房的部署带来了困难。此外，传统OTN设备的光线路系统和业务系统是紧耦合的，限制了客户DCI网络的灵活性，增加了运维管理的复杂度，提高了客户的建网成本。因此，ICP/CNP/CSP客户急需供应商为其提供专用于DCI的新型OTN设备。

为了应对日益增长的DCI带宽需求，克服传统OTN设备在安装部署和运维管理等方面的难题，中兴通讯推出了一款专用于DCI场景的交互式600G OTN产品ZXONE 7000 C2C。该产品具备业内最大的48T单纤传输容量以及优越的传输性能，深受业界欢迎。其单子架系统容量高达4.8T，同样处于行业领先地位。

基于ZXONE 7000 C2C设备的DCI解决方案（见图1），旨在为客户构建一个超宽无阻、灵活高效、智能开放的DCI网络。

- 超大的传输容量

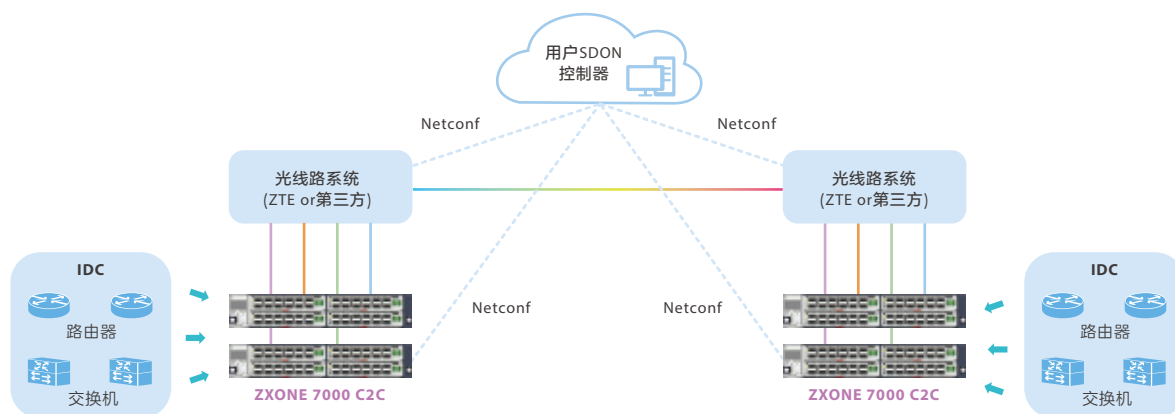


图1 基于ZXONE 7000 C2C设备的DCI解决方案

ZXONE 7000 C2C设备的单载波速率可达600Gbps，提供超宽的传输管道，实现DC之间的超高速互联。设备在C波段中将单光纤传输容量提高到80x600Gbps，为当前业内最大，不仅可以为客户DC间现有业务的传输提供充足的带宽资源保障，而且能够满足未来持续业务扩容的需要。

#### ● 超强的传输性能

设备的传输性能优越，其中单载波400Gbps在PM-16QAM的调制方式下传输距离能够超过600km；单载波600Gbps在PM-64QAM的调制方式下传输距离能够超过100km。目前中兴通讯已具备在城域DCI场景部署600Gbps传输速率的能力；在长途DCI场景，则可以采用400Gbps的传输速率。

#### ● 全场景适应性

基于SDO ( Software-Defined Optical ) 技术实现单载波速率从100Gbps到600Gbps的连续调整，可以快速响应DC间流量的变化，灵活改变传输速率。采用业内特有的多维整形技术，可实现频谱效率的灵活调整，在任意传输距离下达到系统容量和性能的最优化，全面覆盖城域、长途等不同的DCI应用场景。

#### ● 至简的设备部署

设备采用盒式的简易形态设计，高度仅2U，重量10多公斤，可堆叠放置，能够有效节省机房空间，实现灵活迁移。设备没有复杂的集中式电交叉系统，所有的业务处理都在板卡内部完成，子架和单板都可以按需部署，按需扩容，能够保护客户投资。此外，设备支持高压直流供电，采用前进风后出风的散热设计，完全适配IDC机房，进一步提升了设备部

署的灵活性。

#### ● 开放的系统架构

设备支持基于OpenConfig和NETCONF的YANG模型，实现业务系统与光线路系统的解耦。ZXONE 7000 C2C子架不仅能够适配中兴通讯的光层子架，还能与来自第三方的光层子架配合使用，帮助客户打造更加开放的光网络。此外，设备还拥有丰富的北向管理和控制接口，便于快速集成到客户的OSS系统中，简化运维管理。

#### ● 人性化操作体验

设备引入了电子面板，能够帮助用户快速掌握设备信息，协助运维人员完成最终操作前的确认工作，最大程度降低了日常运维中的误操作。人性化的人机交互式设计，为用户提供良好的操作体验，提升用户满意度。

总的来说，DC间的流量正在迅速增长，未来甚至会出现400GE业务的传输需求；同时，以ICP/CNP为主的客户迫切需要光传输设备能够支持标准化的北向接口、具备开放式的系统架构。中兴通讯推出的ZXONE 7000 C2C设备具备业内领先的传输性能，能够支撑DCI网络的快速发展，可以平滑兼容后续400GE业务的接入。中兴通讯也和多家互联网公司合作验证了ZXONE 7000设备的开放式系统，该系统目前已成功商用。

中兴通讯一直致力于引领DCI市场的发展，已同国内外诸多ICP/CNP/CSP等客户展开了广泛的DCI网络建设合作。基于ZXONE 7000设备的DCI解决方案，能够满足DC之间快速增长的带宽需求，实现设备的灵活部署，打造开放的光网络架构，引领DCI市场进入高速全光互联新时代。 **ZTE中兴**



孙远航  
中兴通讯承载产品策划经理

# 5G前传方案分析

**随** 着5G的规模化部署，5G承载网的建设受到越来越多的关注。前传作为移动回传网的重要组成部分，5G前传方案的选择将直接影响运营商的投资和建设效率。

从光纤资源角度分析，5G前传建设基站数量相比4G时代将提升两到三倍，如果只用光纤直驱方式会给现网光缆造成较大压力。从建网成本来看，5G前传设备成本较高，需保障客户投资、提升承载效率。运维方面，5G前传涉及数量巨大的DU（Distributed Unit）/AAU（Active Antenna Unit）。考虑到这些设备的安装、开通、升级等，必须关注承载产品的维护效率和成本。在5G无线接入网络部署策略影响下，5G无线接入的网络架构和承载要求面临较大改变，因此需要分析前传方案，帮助运营商降低5G前传建设、维护成本，提高部署运营效率。

## 5G前传承载方案

5G前传对承载网的带宽和时延均提出了更为严苛的要求，目前优先使用25Gbps eCPRI接口，时延要求低于100μs。前传承载方案主要包括传统的光纤直驱方案、无源WDM方

案、半有源WDM方案和有源WDM/OTN方案。

### 光纤直驱承载方案

光纤直驱指AAU与DU采用光纤直接连接，AAU和DU分别安装速率为25Gbps白光模块，传输距离可支持10km。为节省光纤资源，业界提出了集成波分复用功能的25Gbps BIDI解决方案，AAU与DU双向数据信号采用不同波长在一根光纤中传输，可以节省一半光纤资源。采用此技术后，DU若对10~20个AAU进行收敛仍需要消耗大量光纤资源，并对DU侧光纤管理提出了更高的要求。光纤资源与光纤管理成为此方案的瓶颈。

### 无源WDM承载方案

无源WDM方案采用无源合分波器搭配彩光直驱，DU和AAU上采用带波长的彩光模块，在DU前端和AAU节点分别配置光合分波器和光分插复用器，利用WDM技术可以大幅降低光纤资源的消耗。WDM设备对前传业务进行透传处理不会引入时延，但AAU与DU的波长在物理层上是点对点连接，需要进行复杂的波长规划。在AAU基站直接使用彩光模块会对基站管理提出要求，功率预算也是需要考虑的

关键指标。

### 半有源WDM承载方案

半有源WDM承载方案在AAU侧使用彩光模块，经过无源波分复用器后在一根光纤中进行传输；DU侧采用有源WDM设备将前传的彩光信号进行转发，并对AAU的彩光模块进行运维。该方案虽然兼顾了节省光纤资源与适当运维，但仍会对AAU基站管理提出要求，彩光模块的功率预算仍是关键指标。

### OTN承载方案

为减少AAU和DU间波长的规划，可以通过OTN承载方案解决。CPRI业务接入OTN设备客户侧，映射复用成高速OTN信号并转换成彩光接口，进行波分复用后在一根或是一对光纤中传输。OTN开销字节可提供丰富的OAM（操作管理和维护）和故障诊断功能，同时AAU和DU设备不需要彩光模块，避免无线设备进行波长分配和管理。OTN承载方案具有更多的保护技术，但设备成本高，建网投资大。

### WDM-PON承载方案

WDM-PON是一种宽带接入网演进技术，此系统中光线路终端OLT（光线路终端）部署在DU侧，可提供多个不

同波长的光源，实现控制、交换和管理功能。光网络单元ONU部署在AAU侧提供特定波长。OWDN（光波长分配网络）部署在OLT与ONU之间，实现波长分配。OLT与ONU之间使用预先设计的波长工作，但在多波长情况下采用特定波长光源ONU种类过多，易造成仓储问题，因此目前基于无色ONU技术方案是WDM-PON系统的主流，但技术成熟度仍处于较低水平。

### 承载方案对比分析

以上五种前传方案均能满足5G前传带宽、时延、传输距离等性能指标要求，但具有不同的技术特点，在建设成本、建设难度和维护成本等方面均有差异。

光纤直驱方案成本最低，部署简便且后期运维便利，在光纤资源较为丰富的场景下是首选方案。无源WDM方案建设成本低廉，可解决光纤资源紧张的问题，此方案由纯光路器件构成，较有源WDM方案故障率更低，但出现故障后难以定位。半有源WDM方案在解决光纤资源紧张问题的同时，在有源侧提供适当的运维功能，仍无法避免彩光模块对基站提出的管理要求。OTN承载方案和WDM-PON方案拥有丰富的OAM，有效提高了前传的维护管理能力，但对电源、空间、环境和机房条件要求高，建设难度大且后期维护成本高。



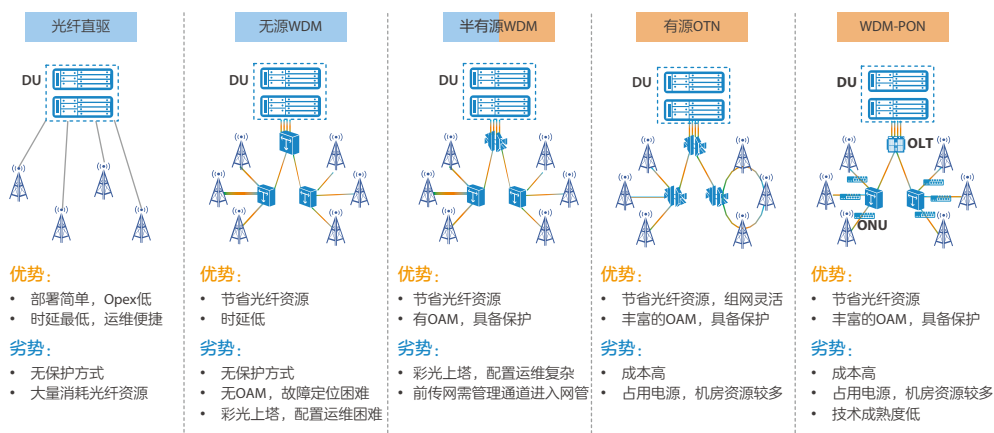


图1 各5G前传方案架构及优劣势对比

表1 各方案成本、运维、技术成熟度排序

排序	类型	建设成本	运维效率	技术成熟度
由高到低	WDM-PON	OTN	光纤直驱	
	OTN	WDM-PON	无源WDM	
	半有源WDM	光纤直驱	半有源WDM	
	无源WDM	半有源WDM方案	OTN	
	光纤直驱	无源WDM	WDM-PON	

各种5G前传方案架构及优劣势对比如图1所示，并从成本、运维、技术成熟度几方面对各方案进行排序，见表1。

## 行业进展

中兴通讯密切关注各运营商的建网需求，依托强大的研发能力，与业界多家运营商展开深度合作。中国电信提出多种Fronthaul前传方案，包括光纤直驱、OTN及WDM-PON等方案，2018年，中兴通讯完成了由中国电信在北京研究院举行的首次5G OTN前传承载设备测试，测试业界主流的25Gbps eCPRI前传接口传输，在时延和时延抖动等关键性能指标上表现优异。2019年末将参加中国电信新一轮5G OTN前传设备测试。

中国移动提出具有创新性的半有源方案并积极联合产业链对该方案进一步完善，中兴通讯积极响应，并将于2020年参加中国移动进行基于Open-WDM半有源方案的5G前传测试。后续将持续参加各运营商的5G前传测试，推动方案尽快商用部署。

5G前传方案涉及巨大的建网投资，同时占用大量光纤资源，方案的选择对各个部署点的资源占用和建设周期都有突出影响。对比当前主要的5G前传方案的研究进展可知，半有源方案平衡了建网成本和后期运维，并在大幅降低光纤使用量的同时具有一定的运维能力，未来有望成为5G前传建网的主流方案。

中兴通讯愿助力运营商加快5G前传承载网络建设，推动5G业务商用规模部署。5G前传，承载已就绪！ ZTE中兴



卢楠  
中兴通讯OTN规划经理

# 大容量光交叉 ROADM技术最新进展

5G来临，数据业务和多媒体业务发展迅猛，不仅对带宽资源的需求大大增加，而且业务具有更高的动态特性和不可预测性，要求光传送网具备更高的灵活性。以DC为中心的Mesh化组网，使得东西向流量五年来增长了四倍，需要光传送网具备多维度的业务调度和控制功能。未来，网络智能化是重要的网络发展趋势，可编程将是光传送网的基础要求。

可重构光分插复用（ROADM）设备可实现波长级业务智能快速调度功能，增强光传送网的灵活性和智能化。其核心器件是波长选择光开关（WSS），WSS可使光路系统中每个波长都可以被独立交换。多端口的WSS模块能独立将任意波长分配到任意路径，实现光层波长级调度。WSS再结合放大器、分光器、耦合器等器件，可通过搭积木的方式灵活组网，以适应不同的应用场景，增强光传送网的弹性和智能化。

近年来，ROADM主要朝着增加维度、全光背板、CDC-F、波段扩展、智能化等方向发展。下面将分别介绍这几方面技术的最新进展。

## 32维ROADM

随着网络的进一步Mesh化，ROADM站点的维度要求

越来越高。不断产生的新业务类型，如多条光路承载业务、本地多组上下路业务等，都在一定程度上增加了ROADM维度需求。现在看来20维ROADM将很快难以满足市场需求。目前，中兴通讯已经完成了32维ROADM的研发工作，并在2018年成功通过了中国移动入网测试。网络整体架构支持ROADM的维度还会进一步扩展，在不久的将来会出现可以支持40维、48维甚至更高维度的ROADM系统。

## OXC

随着ROADM维度的提升，内部连纤呈现指数级的增加。9维ROADM有72根内部连纤，20维ROADM则达到380根，而32维ROADM则可高达992根。对于工程现场人员来讲，连接关系复杂，无法通过手工方式有效梳理，极易出错，且错连排查困难，增加了大量的OPEX成本。而通过光纤编织技术，可以固化ROADM内部连纤，形成全光背板，省却纷繁复杂的连纤工作。同时结合高速光连接器和自动插拔技术，可实现插板即连纤，极大地提升了易用性的同时也有效改善了集成度，可实现一个槽位一块板卡解决一个线路维度的所有功能。此外，在可靠性方面可有效提升设备的防尘和环境适应能力。综合上述技术研发的新型无纤化ROADM系统OXC将成为高维度ROADM的最佳解决方

案。中兴通讯已于2019年发布OXC子系统并成功商用。

## CDC-F

CDC是指波长无关 (Colorless)、方向无关 (Directionless)、竞争无关 (Contentionless)，实现ROADM站点内任意波长调度到任意方向，且上下路波长竞争冲突时可正常调度。随着ROADM维度的增加，上下路波长数量激增，如果前期网络设计没有特意关注波道规划，后期很容易造成上下路波长冲突。而对于CDC功能，业内主要有两种实现方案。一是MCS，其基于EDFA-Array、分光器和光开关实现，另一种是基于原WSS技术演进的MxN WSS。两种方案相比较，MCS技术更成熟，但是没有滤波功能，插损大，对信号传输性能影响大。而MxN WSS技术难度大，不成熟，核心元器件集中于个别器件厂商手中，成本高昂。

二者共同的缺点是都难以把端口数提高，从而满足高维度ROADM需求。级联使用将导致组网复杂，成本难以接受，故现在大多采用多组上下路方案解决CDC应用场景。

CDC-F的F是指波道间隔可调 (FlexGrid)。随着超100G的发展，信号波特率增加，波道间隔不再局限于50GHz，37.5GHz、62.5GHz、75GHz都逐渐商用，要求ROADM适应新需求，滤波器的滤波窗口弹性可调。中兴通讯已成功商用具备FlexGrid功能的ROADM产品，其可结合管控系统，实现端到端的FlexGrid功能，动态调整传输管道，充分地利用频谱资源。

## 波段扩展

随着超100G的发展，原C波段可容纳的波道数减少，虽然单波速率提升，但是总带宽提升有限，所以波段扩展成为发展的趋势。2019年，中国电信新建的ROADM网络从C波段扩展到CE波段，中国移动国干网络亦在探讨从C波段扩展到C++波段的技术路径，中国联通也在进行L波段的应用研究。此背景下，ROADM必须与时俱进，同步超100G技术进展，进行波段扩展，适应新的发展趋势。现阶段ROADM

可以支持CE波段，技术及产品均较成熟，而业内L波段的ROADM仅有零星的产品，发货量非常小，且需要做进一步的改进以适应超100G的应用需求。而C++波段的ROADM还在研发阶段。

## 智能化

智能化是网络发展的大趋势。ROADM作为物理层设备，必须具备可编程功能，同时结合管控系统、SDN技术等形成完整的智能化产品。ROADM本身即是实现远程波长调度功能的设备，天生适应智能化，CDC功能可进一步增强调度的灵活性。FlexGrid功能可结合其它产品做到传输管道动态调整。ROADM作为光网络的一部分，同时也是全网智能化光功率自动管理系统的一部分。近年来光标签技术广泛用于ROADM系统，该技术可智能管理ROADM系统内成百上千的波道，实现业务追踪、错连检测、自动调度等智能化功能。相信随着技术的发展，ROADM系统会引入更多的智能化技术，并与其它设备共同形成更加体系化的智能网络。

## 总结

总体来说，ROADM相关技术在近几年发展较好。32维ROADM结合超100G可实现每秒P比特级别的交叉容量，远超现有的电交叉设备的交叉能力。光电混合各自发挥优势，更好地解决实际应用是未来的趋势。

OXC集成近几年的先进技术，易用性和集成度都有了质的提升，大大降低了运营商的OPEX成本，并极大提升了ROADM的商用价值。未来几年OXC的商用部署将是必然趋势，其中，防尘、可靠性、运维和智能化等细节功能会成为各厂商的差异化竞争点，也是进一步的研究方向。

另外，ROADM作为OTN的一部分，与时俱进地支持CDC-F、波段扩展、智能化等功能，未来几年ROADM将进一步演进，满足C+L波段光层调度、800Gbps业务等新增需求。相信未来ROADM会有更好的发展前景。 ZTE中兴





张源斌  
中兴通讯承载标准预研工程师

# 支持5G传送的25G&50G OTN接口标准进展

OTN具有大带宽、硬管道、多业务承载能力、电信级的OAM机制等技术优势，因此基于OTN进行5G承载技术的研究一直是业界讨论的一个热点。经过多次国际会议讨论，基于OTN承载5G的技术需求逐渐明朗，25G&50G OTN的接口规范将是基于OTN承载5G的关键。2018年10月的ITU全会正式立项了25G&50G OTN接口规范，标准号G.709.4。

早在25G&50G OTN接口标准立项之前，多个厂商就对OTN如何承载5G移动信号提出不同解决方案，并在标准组织中展开激烈的讨论。由于不同厂商的聚焦点不同，所提出的解决方案也各不相同，技术方案始终无法收敛统一。2019年4月，为了实现25G&50G OTN接口方案的统一，中国电信联合中兴通讯等厂商一同提出了一种全新的25G&50G OTN接口解决方案，该方案得到了国内大多数厂商的支持。

## 应用场景

根据对5G承载网各个网络区域的带宽估算，25G&50G OTN接口主要应用在城域边缘区域，两个典型的应用场景为：C-RAN小集中部署下的边缘以及D-RAN部署下的接入环。

这两个应用场景的传输距离都在10km以内，需要部署低成本的25G&50G OTN灰光接口。

另一个25G&50G OTN接口的应用场景为承载专线业务的OTN接口扩容，现在部署的10G OTN线路接口将会在未来逐步升级到25G/50G/100G OTN接口。该场景下，运营商的一个主要诉求是希望能够支持以太网业务PCS透传。

## 25G&50G OTN接口技术路线

25G&50G OTN接口技术由于不同的运营商有不同的应用需求，不同的设备商有不同的开发诉求，经过将近两年的讨论仍未达成一致，相关的设备开发也无法进行，从而进一步影响相关设备的商用部署。为了满足不同厂商的不同需求以及促进相关设备的研发商用，经过国内外专家讨论，在25G&50G OTN接口速率、帧结构、映射复用体系以及物理层接口结构四个方面达成了共识。

## 双速率25G&50G OTN接口

传统OTN接口的速率只有一个，新定义的25G&50G OTN接口将会是双速率的，即一个接口，两种速率；25G OTN

接口主速率约为27.95Gbps，从速率约为25.78Gbps；50G OTN接口主速率约为55.905Gbps，从速率约为53.125Gbps。定义双速率25G&50G OTN接口的目的是为了在不同的应用场景以及部署时间满足不同的需求，主速率可以支持全业务承载而且承载效率高，但需要使用双速率的光模块；从速率与同速率的以太网接口保持相同的速率，可以直接重用低成本以太网光模块。25G&50G OTN相关的速率如表1所示。

### 25G&50G OTN帧结构

25G&50G OTN帧结构与OTUk相同，是一个4行3824列的结构，但不包含FEC区域且净荷区中无任何填充。25G OTN帧净荷区中包含20个1.25G时隙，每个时隙的开销每20个25G OTN帧可获取一次，因此需要一个20帧的复帧结构，使用OTU25帧第4行第16列的OMFI中的第4到第8比特进行复帧锁定；50G OTN帧净荷区中包含40个1.25G时隙，每个时隙的开销每40个25G OTN帧可获取一次，因此需要一个40帧的复帧结构，使用OTU50帧第4行第16列的OMFI中的第3到第8比特进行复帧锁定。25G以及50G OTN帧中的时隙之间采用单字节进行间插，这与100G以下的OTN其他速率接口诸如OTU1等时隙交织粒度相同，因此可以重用一些

现有的实现逻辑实现快速开发。

### 映射复用体系

对于非OTN类型的客户业务，首先按照G.709标准中规范的映射方案映射到对应的ODUk信号，多个ODUk再复用到25G/50G OTN帧的净荷区中，净荷类型值为21。对于25G OTN，无论是主速率还是从速率，其净荷区可以支持最多20个ODU0和/或最多10个ODU1和/或最多2个ODU2和/或最多2个ODU2e和/或最多20个ODUflex。对于50G OTN主速率，其净荷区可以支持最多40个ODU0和/或最多20个ODU1和/或最多5个ODU2和/或最多5个ODU2e和/或最多1个ODU3和/或最多40个ODUflex；对于50G OTN从速率，其净荷区可以支持最多40个ODU0和/或最多20个ODU1和/或最多4个ODU2和/或最多4个ODU2e和/或最多1个ODU3和/或最多40个ODUflex。25G&50G OTN映射复用体系如图1所示。

### 25G&50G OTN物理层接口结构

为了在降低处理时延、减少开销占比以及增强传输性能，25G&50G OTN物理层接口结构借鉴了以太网接口的一些处理功能。对于25G主速率OTN物理接口，其由1024行5440个1比特列组成，采用基于10比特的RS（544,514）

表1 25G&50G OTN接口速率

主速率				
25G OTN接口速率	50G OTN接口速率	25G OTN帧速率	50G OTN帧速率	1.25G支路时隙
约27.952493Gbps	约55.904987Gbps	约26.409711Gbps	约26.409711Gbps	约1.314960Gbps
从速率				
25G OTN接口速率	50G OTN接口速率	25G OTN帧速率	50G OTN帧速率	1.25G支路时隙
约25.781651Gbps	约53.125827Gbps	约25.096826Gbps	约50.193653Gbps	约1.249591Gbps

随着25G&50G OTN技术路线趋于一致，相关的标准化进程也在加速，根据标准会议的讨论结果，25G&50G OTN映射复用相关的内容将会放在G.709中进行规范，25G&50G OTN物理层接口相关的内容将会在G.709.4中进行规范。在2019年7月份的ITU全会会场上已经形成了第一版关于25G&50G OTN的草案文稿，继续需要完善的内容包括25G&50G OTN维护信号，同步技术以及基本信息包含关系图，预计在2020年1月份举行的ITU-T SG15全会正式进行表决。

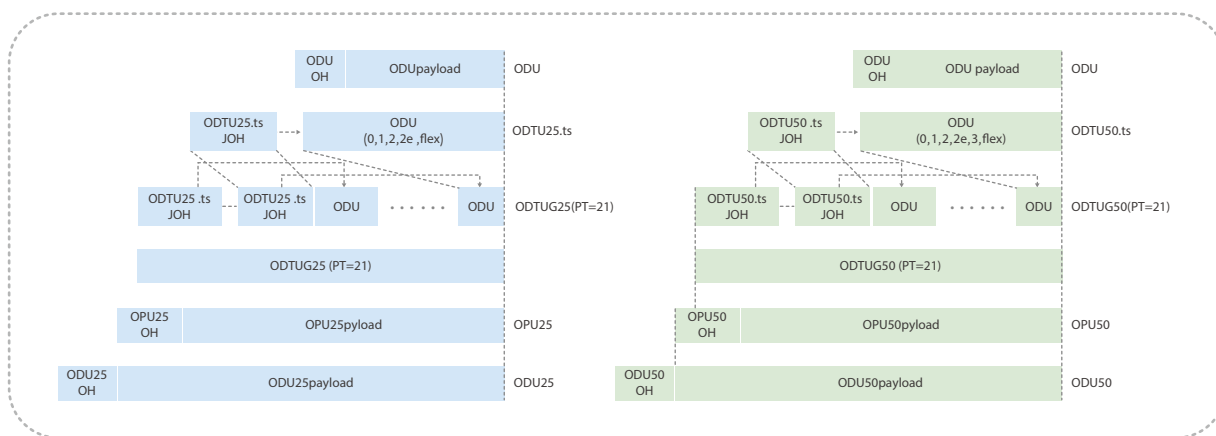


图1 25G&50G OTN映射复用结构

FEC编码，5141列到5440列为FEC区域；对于25G从速率OTN物理接口，其由1024行5280个1比特列组成，采用基于10比特的RS(528,514) FEC编码，5141列到5280列为FEC区域。25G OTN物理层接口结构中，第1行第1列到第256列为码字标记(CWM)，用于进行FEC码字的识别，CWM码字格式完全重用IEEE802.3中为25GBASE-R规范的CWM的。对于50G OTN物理层接口，无论是主速率还是从速率，都由1024行5440个1比特列组成，5141列到5440列为FEC区域，第1行第1列到第256列为对齐标记(AM)，用于进行FEC码字的识别。25G&50G OTN帧采用同步映射规程映射到25G以及50G OTN物理层接口的净荷区

域中。

随着25G&50G OTN技术路线趋于一致，相关的标准化进程也在加速，根据标准会议的讨论结果，25G&50G OTN映射复用相关的内容将会放在G.709中进行规范，25G&50G OTN物理层接口相关的内容将会在G.709.4中进行规范。在2019年7月份的ITU全会会场上已经形成了第一版关于25G&50G OTN的草案文稿，继续需要完善的内容包括25G&50G OTN维护信号，同步技术以及基本信息包含关系图，预计在2020年1月份举行的ITU-T SG15全会正式进行表决。 ZTE中兴



SKT:

# 引领5G时代承载升级



熊章靖  
中兴通讯承载产品规划主管

**韩**国SKT隶属于韩国第三大跨国企业SK集团。SK集团上世纪80年代中期开始进入信息通信领域，并于1987年成立SK电讯。SKT前身是韩国移动通讯KMT，1994年，SK集团成为KMT最大股东，1997年，KMT正式更名为SKT。目前，SKT已拥有接近50%的韩国市场份额，是韩国本土最大的移动通信运营商。

作为韩国移动网络的先驱者，2018年，SKT领先韩国其他运营商，率先提出了5G商用需求，致力于通过5G改变客户的工作、生活和娱乐方式来打造高度创新的社会。为了应对5G大带宽、超低时延等特性给承载网络带来的压力，SKT启动了承载网络升级计划。

## SKT城域网急需升级

作为以高新电子产品为主要产业之一的国家，韩国在最新科学技术的运用上一直走在世界前列。随着5G技术日益成熟，三星、LG、现代等科技企业相继推出了各种智能

终端设备以开拓5G应用市场。随着5G设备应用的逐渐普及和用户数量的增多，将给承载网络带来巨大的压力，对承载网络提出更为严苛的要求。

城域传输网络是整个承载传输网络的重要网络层次，随着大带宽、低时延的需求逐步普及，未来的城域网将逐步向更大传输速率的波分网络演进，单波速率200Gbps、400Gbps将得到更多运用。韩国人口密集集中于首尔和釜山两个超大城市，其余城市人口稀疏，流量分布不均匀，在这种特殊的流量分布下，高要求高质量的城域网络部署显得尤为重要。

同时，为了应对即将到来的5G移动设备普及、4K/8K高清视频、VR/AR以及自动驾驶等高新技术的发展应用，SKT急需对现有的4G城域网络进行升级，提升城域网络的传输容量和传输性能。身处一个竞争激烈的市场，SKT对网络的性能以及可靠性有着极高的要求。业务保护层面，SKT不仅要求业务采用WASON钻石级保护，并且要求建立双平面以保障网络可靠性。考虑到今后更加复杂的网络架

构升级，SKT要求采用20维的ROADM设计，并能实现CDC-F ROADM平滑升级。同时，为了实现更加便捷高效的网络运维，OTDR以及APO等最新技术也是SKT对新建网络的基本要求。

## 中兴通讯助力SKT城域波分5G网络建设

为了解决5G时代面临的新机遇和新挑战，SKT面向5G承载建设公开招标，重点关注新技术、产品性能以及网络稳定性。本次招标吸引了全球各大主流光传输通信设备供应商参与。在功能测试中，中兴通讯测试团队从激烈的竞争中脱颖而出，最终获得技术评比第一名。在SKT公布的最终中标结果中，中兴通讯中标份额排名第一，达到43%，中标全部8张城域网中的4张。

中兴通讯在本次项目中采用200G WASON方案，凭借传输性能优异的PM-8QAM调制技术、相干接收、超强穿通能力的20维ROADM以及OTDR和APO等核心技术，为SKT打造一张具有高性能传输能力以及高效智能运维的波分网络，满足未来业务发展对网络升级的要求。

### ● 超大容量，高效传输

项目采用业界性能领先的200G 8QAM调制模式以及第三代SD-FEC，有效提升了80波系统的频谱效率，也保证了SKT的超长距离传输需求。采用高性能20维ROADM设计方案，可以满足SKT未来的超多维复杂网络结构以及CDC-F ROADM平滑升级要求，同时为SKT提供一张穿通能力优良的灵活调度网络。

另外，基于WASON架构的网络平面，可有效提升业务开通和网络规划效率，优化业务传输路径以提供最高效的网络传输效率。

### ● 高可靠性业务保护

项目采用业内最高级别WASON钻石级方案，结合Mesh网络结构设计和灵活有效的保护倒换机制，为SKT的网络业务提供最高级别的保驾护航。设备级1+1冗余保护，可有效保证网络硬件设施长期处于正常工作状态，也能为售后运维提供充足的应对时间。同时，建立双平面网络，



还能在危急时刻为业务提供后备通道。

### ● 智能网络，高效运维

项目采用最新的OTDR和APO技术，其中，嵌入式OTDR功能能够实时反馈网络光纤质量，及时准确地发现网络断纤点，降低运维难度，提高运维效率，降低运营商OPEX。

针对网络环境变化以及光纤老化等原因带来的传输性能下降，APO功能可快速采取优化方案，改变入纤光功率，以恢复网络业务传输性能。在提升网络可靠性和安全性的同时，有效降低网络运维成本。

## 携手同行，拥抱未来

目前，4张城域网中已有1张城域网完成大部分站点部署，并匹配保护双平面，业务开通后运行稳定，大幅提升了该区域的网络容量。结合最新的技术运用，有效降低了运维成本。中兴通讯安全可靠的城域网络将保障SKT的5G业务持续发展和腾飞。通过项目执行的不断深入，SKT对中兴通讯团队“客户第一”的服务精神、专业精准的业务水平给予了高度评价。

城域网升级计划为SKT适应未来的网络演进铺平了道路，提高了SKT在国内运营商中的竞争力，为其持续发展提供了动力！ **ZTE中兴**

# 湖南电信： 引入云化机顶盒，打开视频业务想象空间



曹潇轩  
中兴通讯多媒体产品策划经理

互联网数字内容已经进入视频引领的时代，运营商也将视频业务定位为基础性业务，视其为业绩增长的战略引擎。电视是视频内容最重要的载体之一，国内三大运营商均大力拓展IPTV业务。

今年3月的数据显示，中国电信以超过1.3亿用户的规模扮演IPTV领域领头羊角色。其中湖南电信IPTV用户突破650万，增长迅速。湖南电信引入云化机顶盒解决方案，精耕细作IPTV市场。

## “更换”机顶盒，不打扰用户

湖南电信目前IPTV用户规模不仅增长快，而且月活超过75%，日活也超过了50%，可以说相当受用户欢迎。原因有两方面，一是在内容侧，湖南电信联合播控方引入多维度、多层次的内容，覆盖更多用户群体，尽可能实现内容的丰富；二是在用户体验侧，从2017年就开始布局IPTV的交互能力，上线了语音遥控、手机APP操控等新功能，赢得了用户的认可。

在中国电信光纤到户普及后，带宽已经不是瓶颈。给用户提供的各类游戏、教育互动等增值业务，都承载在机

顶盒上，机顶盒作为一个家庭终端，其计算能力非常有限，随着应用越来越丰富，未来对计算能力的要求也会相应水涨船高，而用户不可能经常更换机顶盒。2019年，湖南电信与中兴通讯合作，打造云化机顶盒（vSTB）解决方案，率先完成vSTB方案的现网实施验证，包括业务云化适配、多厂家STB适配、用户体验、资源和带宽评估等。

湖南电信采用云化机顶盒方案，悄然将计算能力转移到云端，在不打扰用户的情况下，为用户提供越来越丰富的增值服务。“云化以后，机顶盒将变成我们通信的桥梁，而不作为我们运算和渲染的主要载体，降低了成本，而客户体验将变得更好，相信在后续运营当中会有非常好的效果。”湖南电信移动互联网部副总经理陶永对于该方案后续的商用化运营表示期待和充满信心。

## 四大特质，双层解耦

中兴通讯采取了业务云化的思路解决复杂应用的体验和运营难题。其思路是STB保留核心解码能力，将大视频UI、业务、游戏在云端处理，STB只进行解码和业务呈现，因而具备了开发适配快、系统维护少、安全级别高、业务



体验好等四大特质。采用该方案，湖南电信用户不需要更换机顶盒，即可体验各类新业务。

该方案降低了对STB的能力要求，不仅能解决运营商业务发展痛点，而且降低了运维成本。伴随着生态链的日趋成熟，未来云VR、云游戏、云教育、云视频将会成为vSTB的基本业务，助力运营商粘住客户，增加ARPU值，实现用户增量和业务增收，促进大视频业务的可持续发展。

从IPTV运营角度看，vSTB方案有两大优势，一是实现了业务的解耦，所有应用都可以平滑迁移到云端，保证原有客户体验；二是实现了和终端的解耦，出于历史原因，现网机顶盒种类繁多，应用云化后能够适配各种类型的机顶盒，使用不同机顶盒的用户在体验上基本保持一致，助力业务的快捷部署。

同时，应用可以在两种模式之间自由切换，一些交互量比较小的应用，比如小型单机游戏，可以直接在机顶盒本身承载，用户终端的计算能力和云端的计算能力形成互补。用户对计算能力切换是无感知的，这样对用户体验的保障就有了双重保险。

## 开放IPTV平台能力

目前，湖南电信已经上线了10余款游戏和多款APK，到2019年底将商用部署vSTB，首先实现现网教育大厅、生

活大厅和游戏大厅云化。湖南电信移动互联网部副总经理陶永介绍，与中兴通讯联合打造的vSTB方案，目前来看各类应用的体验都不错。这代表的是一种运营思路，湖南电信的目标不止于此。

面向细分客户群的个性化需求，湖南电信将推动IPTV的能力开放。通过业务能力开放，可以尽可能地为细分客户群提供专属服务。vSTB方案不仅仅对IPTV应用进行云化，更是一个基于视频经营的平台。比如正在做的健康电视和科教培训，比如下一步要做的基于大屏的通信服务，都需要将核心计算迁移到云端，需要vSTB方案作为基础。资源整合只是一部分，更重要的是建立开放平台能力，提供给应用开发者，让个性化的应用和服务能够通过播控平台审核后，第一时间触达用户。这对于IPTV用户增长，也是良性的循环。提供给开发者开放的平台，提供可以孵化的资源池，孵化出来的应用又能够服务最终的广大用户，这就是云化的最终目的。

中兴通讯将持续优化vSTB解决方案，一加强研发与合作，实现复杂游戏的支持和规模部署；二是进一步支持4K超高清游戏的平滑云化；三是将vSTB部署在综合接入机房，实现5G固移融合；四是共同打造和制定STB云化规范，建设统一的STB云化通用能力平台。基于双方的合作，湖南电信的IPTV视频业务发展将打开更大的想象空间。 **ZTE中兴**



朱进国  
中兴通讯核心网标准总监

# 5G标准臻进， R16全面支持5G功能增强

2019年6月3GPP TSG#84次会议在Newport Beach召开，5G Rel-16版本阶段2按时顺利冻结，阶段3协议预计于2020年3月冻结。3GPP Rel-15是第一个可商用的SA版本，主要面对eMBB场景，3GPP Rel-16版本在功能上做了较大增强，包括系统架构上持续演进、针对垂直行业应用的增强、多接入增强以及人工智能方面增强，是一个适应多种应用场景的SA版本。

## 5GC系统架构的持续演进

系统架构方面增加了I-SMF，解决了用户移动出当前SMF服务区时，如何保证业务连续性的问题。流程方面增加了I-SMF插入、修改和删除过程，以及I-SMF如何建立用户面的分流路径。该功能对于国内运营商来说比较重要，能够保证用户在跨省移动时保证业务连续性。在该功能中也增强了UPF分配用户IP地址。

此外，支持5G到3G的SRVCC过程，解决了用户移出5G覆盖的时候，如何保证语音的业务连续性问题。

服务化架构进一步演进，引入SCP功能以支持非直接通信和代理网络功能的发现功能，引入NF Set和NFS Set的

概念以更好地支持无状态网络架构，新增了Set之间用户上下文直接传递等过程。

研究了网络侧如何保存终端的无线能力，终端每次接入只需带相关能力标识，网络根据能力标识获得终端无线能力，从而提高空口传输效率。

定义了5GC定位网络架构，新增GMLC等网络功能以支持商业定位业务，在流程上面基本和EPC支持的定位流程对齐，同时新增了部分位置信息能力开放等5GC特有的流程。

其他方面的增强包括IAB节点授权，允许IMS调用5GC的服务化接口，定义了UDM和HSS之间服务化接口，增强应用和网络协商合适的策略进行背景数据传输，以及一些小功能的增强，比如DNN替换、DC场景下上报辅助基站的小区信息等。

## 增加对垂直行业的支持

为了支持高可靠通信，5GC采用双PDU会话机制，可靠性处理由应用层协议保障；定义了通信QoS检测机制，使得应用能够感知底层的通信质量；ULCL之间增加隧道保



证MEC业务的连续性。

增强5GC支持NB IoT和eMTC接入,使得5GC支持的CIoT功能基本和EPC对齐。

针对垂直行业从下面三个方面进行增强:定义了非公开网络NPN的接入控制机制以及NPN网络和运营商公网互通;定义三种5G-LAN的组内通信机制;定义时延敏感网络TSN机制以支持确定性时延需求。

定义了基于5GC的全新V2X架构、通过Uu或者PC5的V2X通信。在PC5接口上支持单播、广播和组播三种方式,PC5 QoS方面支持基于QoS flow的QoS控制,Uu口QoS方面网络允许下发多个QoS profile给基站,基站根据实际情况选择合适的QoS profile进行控制。

## 多接入功能增强

5GC新增支持可信非3GPP网络接入,终端通过TNGF接入统一的5GC。5GC新增支持有线网络接入,有线网络包括BBF有线接入和CableLAB有线接入。3GPP正在和标准组织BBF紧密合作,在网络架构、QoS模型、IP地址分配、用户标识、IPTV业务等关键技术达成一致,统一的5GC核心网标准逐步成熟。

## 人工智能方面的增强

标准研究了人工智能的场景,梳理了需要分析的需求和数据。NWDAF(网络数据分析功能)利用从网络功能、OAM和应用层收集的数据,采用人工智能技术进行分析,以生成需要的数据。网络内部和外部应用可以调用NWDAF提供的服务。同时也增强了部分控制面网络功能的能力开放接口,使得NWDAF能够从这些网络功能获取用户相关的网络数据。

## 中兴通讯持续加强5G标准化投入

中兴通讯积极参与5G技术研究和标准制定,为Rel-16阶段2版本的按时完成做出了积极贡献,在Rel-16牵头了网络切片增强和多接入两个课题。

网络切片是5GC的关键技术之一,中兴通讯在Rel-15牵头了网络切片相关的技术研讨,在Rel-16牵头立项网络切片增强课题。Rel-16关于网络切片的增强主要标准化了两部分:一是在注册过程中,增加切片对终端的认证过程;二是在4G到5G切换时,对切换和注册流程进行增强以使得5G侧能够选到正确的网络切片。

Rel-15 5GC已经支持3GPP接入和非3GPP接入,Rel-16还支持了固定接入。如何将数据流按需在这些接入迁移、引导和分流,是一个要解决的关键问题。中兴通讯在Rel-16牵头ATSSS课题立项,定义多接入PDU会话类型和相关会话流程,支持多接入PDU会话的流量在3GPP接入和非3GPP接入之间根据ATSSS规则进行数据流在两个接入系统之间的steering、switching和splitting,采用用户面协议PMF进行接入系统的性能测量。

同时,中兴通讯正牵头这两个课题阶段3标准化工作,预计2020年3月完成。

此外,3GPP已经启动了Rel-17项目,讨论并通过了近30个立项。2019年9月SA#85次会议经过第一轮优先级讨论,明确了11个课题会包含在Rel-17内,7个课题可能包含在Rel-17内。2019年12月SA#86次会议继续讨论这7个课题是否包含在Rel-17内,同时每个课题研究内容也会进行删减。从目前通过的研究内容来看,Rel-17一方面会对现有架构和功能继续增强和完善,另一方面也会新增一些功能,比如MBMS的支持、网络切片增强、边缘计算增强、近距离通信增强等,满足新场景下的新需求。中兴通讯将持续加强5G标准化投入,推动5G商业化进程。 ZTE中兴



张维奇  
中兴通讯FDD产品规划总监

# 基于MEC边缘计算的未来网络架构及其优势和关键技术

## 边缘计算背景

**最**近几年，电信运营商的流量增长非常迅猛，但与此形成鲜明对照的是，运营商的收入依然低速增长，两者的剪刀差越来越大。运营商拓展互联网应用的价值成为了必然选择。

另一方面，随着5G时代的到来，伴随物联网、人工智能、VR/AR、智能驾驶等技术的发展，整个行业的数字化转型进入新的阶段。日益提高的实时计算能力，除对通信网络提出超低时延和更高的带宽需求外，还对当前的云计算模式提出新的挑战。

随着接入网设备数量的增加，这些设备产生的数据量也在激增，导致网络带宽逐渐成为云计算的瓶颈。大量数据的计算和处理不能完全依赖集中式的处理模式，为减少数据迁移、网络传输带来的过多的带宽和资源消耗以及安全性问题，由此催生了边缘计算技术的发展。

## 边缘计算概述

边缘计算的基本理念是将计算任务放在接近数据源的计算资源上运行，可以有效减小计算系统的延迟，减少数据传输带宽，缓解云计算中心压力，提高可用性，并能够保护数据安全和隐私。

根据ETSI的定义，多接入边缘计算技术MEC ( Multi-Access Edge Computing ) 是ICT融合的产物，亦是支撑运营商进行运营转型的关键技术。此外，数以万计的边缘DC是运营商相对于OTT的绝佳优势资源，使得MEC边缘计算具有广阔的应用空间。

MEC边缘计算将计算、网络、存储、带宽等能力从云侧延伸到网络边缘侧，以其所具备的实时、敏捷、智能、安全等特性，正在创造新的价值与生态体系，将协助电信运营商转型和拓展新的价值空间。

Gartner公司近期发布报告认为，边缘计算能够解决数

字业务场景下云计算的延迟、带宽、自主性和隐私需求问题，其具体应用将由人、设备和业务之间的数字业务交互来定义，在未来拥有十分广阔的发展前景，超过90%的企业都将开启自身在边缘计算的独特应用，并将在未来发展成为一个颇具规模的行业。

## 基于MEC边缘计算的未来网络架构

云计算在后端实现了规模性、创新性、连接性和敏捷性，在未来，边缘计算将通过提供更实时的价值、更沉浸式的交互、更多的数据生产和更智能的前端（在更接近人和设备的地方）对云计算形成补充。

MEC边缘计算的出现将改变几乎所有企业的基础设施现状，将信息从高度集中化变为集中式和分布式的融合，也即云计算和边缘计算的结合；由于MEC边缘计算的出现，还把运营商的管道变成智能化管道，MEC边缘计算不但可以优化管道，优化业务，还协助企业应用互通，协助

企业云分析和处理，解决了大连接大数据量的处理问题；同时MEC边缘计算和现场操作的融合，实现整个OICT融合，即基于ICT的操作技术，完成企业的数字化运营。

基于MEC边缘计算的未来网络架构，在原来云管端的基础上，将计算、存储、网络功能下沉到网络域的管道内，并可以根据实际行业应用的业务需求，部署于所需要的位置，这些不同位置部署的MEC组成了MEC边缘云（见图1）。MEC边缘云在使得原有网络管道智能化的同时，提供对计算的支撑，不但可以基于现有4G LTE网络进行部署，还能无缝演进到支持5G网络，并完全使能5G三大应用场景（eMBB、mMTC、URLLC）。

从计算的角度来看，在云计算时代，互联网终端通过网络管道连接到云端进行服务，是典型的C/S模式。引入MEC边缘计算后，在网络管道里有了边缘计算层，将原有的C/S计算模式，演变为C/E/S计算模式。借助于SOA架构、微服务模式、云原生应用，可以很好地满足企业的数字化转型需求。

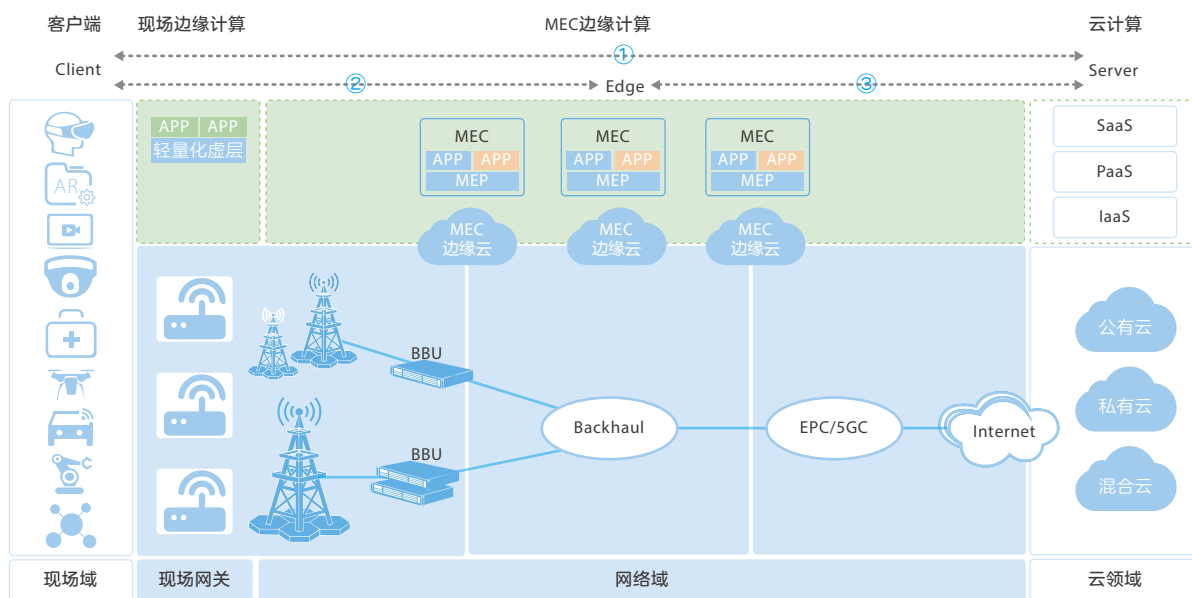


图1 基于MEC边缘计算的未来网络架构

为更好地适应5G三大应用场景，赋能行业应用，在MEC能力开放的基础上，还需要开放MEC边缘应用市场，运营商做好应用市场的管控，开发者开发的应用可以调用MEC平台的一些使能服务，从而可以快速开发应用，并复制推广到不同的行业。

## MEC边缘计算带来的优势

MEC边缘计算是近距离、大带宽、低时延、本地化的计算，有以下典型的优势。

- 通过在网络边缘进行高效的计算，大幅减小蜂窝网络的回程流量，降低传输成本；
- 对于时延敏感型应用，通过实施边缘计算，降低时延，提高用户的体验质量（QoE）；
- 边缘计算通过处理、存储和/或丢弃适当的数据来满足保护隐私的监管需求，减少数据泄露风险；
- 电信运营商通过低成本的边缘解决方案对接或集成企业基础设施并进行优化，方便企业应用本地化处理，从而提升营收；
- 电信运营商可以开发新兴的B2B商业模式：为众多第三方云服务提供商提供边缘云托管服务，从而开源增收。

## MEC边缘计算关键技术

MEC边缘计算使电信运营商充分利用4G LTE及即将到来的5G网络实现移动通信网络与互联网业务的深度融合，提升网络的增值价值。MEC边缘计算还需要很多关键技术来支持。

- 即插即用的基础设施。降低网络、计算、存储的和外设的复杂性，实现更高的可扩展性和更低的成本。
- 灵活可靠的MEC平台。需要同时支持虚机和容器双核，提供IaaS、CaaS、FaaS、PaaS等服务；除可以提供天生的网络服务外，还需要提供对应用流的优化和

七层分发服务。

- 云原生的APP应用。部署于MEC平台的APP从一开始设计时，就要考虑云原生应用或能演进到云原生应用。
- 自动化的业务编排。利用跨边缘和集中式云计算的无缝编排，其中包括针对操作、设计和服务的自动化，使得应用可以按需动态和优选地使用云端或边缘侧的计算资源和服务。
- 灵活的安全服务。由于MEC部署于网络管道内部，并且需要提供本地化的计算，同云端计算的协同，还需要考虑企业数据的隐私和安全，在虚拟化实现的隔离及网络隔离的基础上，还需要更进一步考虑数据安全及同云端和现场边缘计算的安全协同。
- 对外开放的MEC边缘应用市场。为更好地适应5G三大应用场景，赋能行业应用，在MEC能力开放的基础上，还需要开放MEC边缘应用市场，运营商做好应用市场的管控，开发者开发的应用可以调用MEC平台的一些使能服务，从而可以快速开发应用，并复制推广到不同的行业。

本文主要从运营商发展和企业计算的需求开始，介绍了边缘计算基本概念，并提出基于MEC边缘计算的未来网络架构，对其优势和关键技术进行了分析。MEC边缘计算的核心思想是在常规网络管道里提供计算、存储和网络等资源，是一种新的计算架构。MEC边缘计算架构可以满足用户对延迟敏感应用的需求和减少核心网络的负载压力及传输网络的带宽压力。MEC边缘计算才在业界开始试点应用，还需要随着以后的大量应用进一步优化和完善。 ZTE中兴



曾涛  
中兴通讯光接入产品规划工程师



李明生  
中兴通讯光接入产品规划总工

# 支持5G融合的开放型POL园区网

## POL园区网的机遇和挑战

近年来，在园区网络建设中，POL (Passive Optical LAN) 方案日益成为客户的首选，建设全光园区网已成为业界的共识。相比传统的以太网局域网，POL具有高安全、低能耗、长距离、长寿命、简化网络和集中运维等特点。基于长期在家宽市场发展PON接入网的投入和技术积累，运营商积极推动园区POL网络建设。例如，中国电信的FIRST教育专网采用了PON技术，酒店行业的PON网络也已规模覆盖，工业互联网领域已提出了工业PON的理念并开展了标准化工作。

POL和传统家宽的PON接入网相比，虽然采用相同的PON技术，但面临的组网环境更复杂、客户要求更高。POL园区网存在如下基本特点和诉求。

- 承载的业务种类多，包括办公上网业务、安防监控业务、内网语音服务、工业数采业务、教育专网业务等。
- 接入的终端多样化，包括新部署的ONU、传统的以太网交换机、无线AP、工业数采终端等。
- 安全性和可靠性要求高，既要抵御外界的网络攻击，也要防范内部的非法用户访问和未认证终端接入。高可靠性要求提供网络级和设备级的冗余保护，特别在工业领域，要求达到99.999%的系统可用性。

- 运维管理要求方便快捷。园区网是一个离散化的市场，运营主体可以是运营商代维、代理商、园区物业或客户单位，为了降低运维成本，业务部署必须尽可能地简单，运维管理必须尽可能地便捷。
- 有线和无线的一体化接入。园区Wi-Fi覆盖需要部署大量的无线AP设备，包括5G专网的部署。POL必须解决这些异构化的网络设备带来的管控方面的挑战。
- 边缘计算技术的运用。典型的边缘计算应用是视频监控图像识别，基于数据安全方面的要求，需要把边缘计算设施部署在园区内部。
- 低延迟的要求。高精密度要求的工业控制系统，要求控制网络的时延低于1ms，传统的PON技术还不能完全满足要求。

此外，在特定场景中，大型工业园区多租户的管理、工厂数字化管理和工业控制系统的融合、酒店客房语音服务的便捷提供，都是当前客户关注的基本需求。

新一代的绿色POL园区网要实现全光园区覆盖的愿景，既要满足安全和易维等客户基本诉求，还要具备内嵌计算能力、低延迟PON、5G融合等方面的能力。

## 开放型POL园区网

在传统的POL组网中，OLT (光线路终端) 只是一个业

中兴通讯作为全球领先的PON网络设备提供商，业界首创将IT基础设施引入OLT内部，采用内置刀片板卡的设计，可以按需将独立物理设备（如安全防火墙、无线控制器等）虚拟化为软件VNF应用并安装到PON网络中，形成一个简单、易升级、易修改、易增加新功能的开放型网络。创新的POL技术方案，将帮助客户建设开放型POL园区网。

务传输的管道，设备功能固化，新业务部署难。客户需要额外投资去建设网络防火墙、无线控制器、信息管理系统、软交换固话系统等业务系统。这些系统通常都安装在独立的服务器上，这些独立的设备构成了一个复杂的网络，增加了网络部署与运维的成本。

中兴通讯作为全球领先的PON网络设备提供商，业界首创将IT基础设施引入OLT内部，采用内置刀片板卡的设计，可以按需将独立物理设备（如安全防火墙、无线控制器等）虚拟化为软件VNF应用并安装到PON网络中，形成一个简单、易升级、易修改、易增加新功能的开放型网络。创新的POL技术方案，将帮助客户建设开放型POL园区网。

- 安全赋能：安装虚拟防火墙，实现内网用户的上网认证和网络攻击的防御；
- 计算赋能：在OLT上部边缘计算，在性能和成本之间取得最佳平衡；
- 无线管控：OLT集成vAC应用，实现园区AP设备的统一管理；
- 端到端切片：提供刀片计算资源，满足切片的需要，实现不同业务之间安全隔离和差异化QoS的要求；
- 简化运维：通过虚拟化简化网络，运维工作都集中在OLT设备上，减轻了运维工作量。

## 低延时POL园区方案

PON技术采用上行TDM的工作模式，为及时发现新接入或新上电的ONU，OLT PON端口侧需要定时开窗（如每


1~10s），以便新ONU完成接入OLT所需的注册、测距等流程。在开窗期间，所有处于正常工作状态的ONU暂停发送上行数据。根据标准规定，250μs的开窗周期，给ONU带来的延迟将是250μs。

为消除PON开窗注册机制带来的延时，中兴通讯凭借在PON技术领域的多年积累，继首家提出和发布Combo PON方案，又创新地提出低延时PON方案。在低延时PON方案中，OLT侧采用Combo PON，ONU侧引入低延时ONU，将Combo PON的10G PON通道用于转发业务，而将GPON通道专用于PON的控制和管理信息，从而大幅降低业务转发时延。10G PON延时从毫秒级降到100μs以下，满足工业控制的低延时需求。

低延时PON技术，把PON的应用领域扩展到延时有苛刻要求的领域，为构建全光园区网奠定了基础。

## POL园区网与5G技术的融合

与Wi-Fi相比，5G具备低延时和抗干扰两大优势，它应用于园区专网是一种趋势，目前业界已在积极探索。在开放型的POL园区里部署5G室外宏站&室分系统，通过专门的频点，可以解决Wi-Fi无法满足的场景需求。OLT可以集成轻量化的5G UPF，接入5G的DU设施，形成POL+5G的有线无线一体化园区方案。

中兴通讯凭借端到端完整方案的能力，在管控、PON、交换机、5G等重要领域进行布局，持续推进开放型POL企业园区网方案的技术演进，践行“5G改变社会”的愿景。 

# 通向5G之路——超100G OTN

摘译自2019年10月19日《Total Telecom》作者：Chris Kelly

随着中国5G大规模部署浪潮的到来，运营商面临巨大挑战和机遇。中兴通讯如何应对并帮助运营商解决这些问题，特别是在大带宽和超长距传输领域？

随着全球在为2020年下一波5G部署紧锣密鼓地筹备，仅从5G部署规模来看，中国的5G部署将成为明年全球电信产业中引人注目的事件。自2019年6月中国工信部发放5G牌照以来，中国的三大运营商就在为世界上最大的5G部署战加紧筹备。如果中国运营商在2020年上半年发布5G业务，他们将要承担起将5G网络服务提供给分布在大约960万平方公里的广阔土地上的14亿人口的重任。对前沿技术的需求将会激增，前沿技术会为运营商在中国发布下一代移动网络服务提供巨大帮助。在今年上海世界移动大会（MWC）期间，来自中国的移动运营商代表们确认，仅在首期部署阶段，每家运营商都需要部署数十万个基站。运营商在寻找可以提供大带宽、超长距传输，同时实现低时延和高度网络自动化的解决方案。

我们采访了中兴通讯OTN产品总经理王泰立先生，来了解中国国内5G的蓬勃发展如何刺激整个区域的需求增长。王泰立表示，“众所周知，中国建设了世界上规模最大的4G网络，在5G时代如何继续打造全球最大规模的5G网络，机会与挑战并存。”

“运营商在承载网方面进行着充分的准备，以继续加强基础设施建设，推动5G商用。”王泰立解释，“同时，运营商也面临着巨大压力。如5G基站数量庞大，利润不断降低，谋求新的5G建网思路将是必经之路。正因为如此，根据国内权威媒体报道，中国联通和中国电信最近宣布他们将联合建设5G网络。在承载网方面，所有运营商都提出

了优化的低成本方案，聚焦于两点。一个是将MAN WDM引入200G/400G方案及未来网络优化，以通过带宽升级降低每比特成本。另一个是高性价比的前传方案。例如，中国电信推出M-OTN方案，即面向移动承载和综合业务传输的优化OTN网络。中国移动提出半有源式Open-WDM方案，以降低CAPEX并减少光纤资源。中国联通对于5G前传场景提出基于25G速率的G.Metro优化方案。”

近日，中兴通讯被列为世界第三大5G专利申请者。在过去的12个月内，中兴通讯向欧洲电信标准化协会（ETSI）申报了1424个5G标准必要专利（SEP）族和专利申请。在此期间中兴通讯还申请了200多个关于5G芯片组的专利。根据市场情报公司IPLytics报道，这些统计数字使得中兴通讯处于世界前三5G专利申请地位。

王泰立表示：“中兴通讯紧跟客户需求并为客户提供最佳方案，助力运营商构建智慧超宽OTN网。”

“关键OTN技术包括超宽带和长距离传输。基于行业领先的高性能光模块，中兴通讯设备支持100G~600G速率可调。2019年1月，在中国移动现网单载波400G传输性能测试中，基于16QAM单载波400G，采用flex shaping及中兴通讯专利的光域优化技术，取得传输距离最长的测试成绩，超过600km。2018年底，中兴通讯联合中国电信，完成基于M-OTN的端到端优化方案的功能测试，在backhaul侧，首家完成SR/MPLS over OTN技术测试；在fronthaul侧实现端到端0.8μs的超低时延及+/-2ns超高时间精度。同



王泰立  
中兴通讯OTN产品总经理

中兴通讯是为数不多可提供端到端 OTN产品的厂家，包括边缘接入层产品 ZXMP M721，城域、骨干层产品 ZXONE 9700，以及专用于DCI的产品 ZXONE 7000。同时，面对新业务、新需求，中兴通讯立足于未来OTN网络的基本特征和发展方向，提出了面向未来的E-OTN解决方案，即“端到端部署”“弹性网络”和“多功能增强”。

时，中兴通讯也在积极展开与中国联通在5G承载商用上的合作。”

王泰立解释：“中兴通讯是为数不多可提供端到端 OTN产品的厂家，包括边缘接入层产品 ZXMP M721，城域、骨干层产品 ZXONE 9700，以及专用于DCI的产品 ZXONE 7000。同时，面对新业务、新需求，中兴通讯立足于未来 OTN网络的基本特征和发展方向，提出了面向未来的 E-OTN解决方案，即‘端到端部署’‘弹性网络’和‘多功能增强’。”

在运营商希望扩大其新生网络规模时，大规模部署5G将为运营商带来一系列技术挑战。

“5G时代，业务流量激增，带宽需求理论上将增长1000倍，因此光传输网络面临前所未有的带宽压力。同时，5G网络对时延、时间同步、功耗等提出了更高的要求。为应对这些挑战，中兴通讯E-OTN方案进行了彻底的演进。”


“在光速率方面，DSO技术支持单波长100G~600G速

率可调，Flex Shaping技术可以灵活应用在骨干、城域和DCI场景。同时，单纤传输容量可达48T。通过C+L波段扩展，单纤传输容量未来可以提升到80T+，为业务传输提供充足带宽资源。”

“在节点调度方面，中兴通讯设备具有超大容量光电混合交叉特性。其64T单子架交叉平台为业内首家投入商用。凭借领先的32维光交叉系统，能够灵活疏通海量业务。”

“在时延方面，中兴通讯E-OTN产品支持光层一跳直达，大大减少了业务传输时延。另外，E-OTN产品支持相位检测和同步，且时间戳精度可达纳秒级别。”

“此外，中兴通讯还采用了高性能的自研芯片，1T平台功耗降至单槽位0.37W/Gbit，相较于400G平台降低了43%，能够有效降低客户的OPEX成本，为5G的大规模商用部署提供助力。

运营商寄望于在2020及以后开展超大规模5G部署，将为全球网络设备供应商带来诸多机遇。 



# 5G时代， 高品质4G/5G协同发展

摘编自2019年6月24日《C114通信网》 作者：刘定洲

2019年6月，中国正式发放5G牌照，相比业界之前的预期提前了半年。5G发牌无疑令业界振奋，产业链上下游企业已经为5G的商用化做了充分准备。同时业界也了解，5G建设是一个长期演进过程，现网4G仍将发挥重要支撑作用。

中兴通讯副总裁蒲迎春对C114表示，4G覆盖是保障5G体验的基础条件，同时4G作为未来语音业务和物联网业务的协同承载网，更将作为5G的“打底网络”长期存在。运营商在考虑5G建设的同时，也需要进一步优化4G网络，提升4G的覆盖及容量，打造4G/5G协同的精品网络。

## 建设4G精品网

蒲迎春强调，5G走向成功，需要“4G精品网”的辅佐。一方面，5G初期将优先在城市的高价值区域建设，这些区域往往也是4G业务的高需求区域，而5G建网初期分担容量的能力有限，4G仍然需要不断扩容。另一方面，语音是用户体验的关键，基于4G的VoLTE业务，将是5G初期语音解决方案的优选。

事实上，GSMA报告显示，未来相当长一段时期内，4G都将是运营商收入的主要来源，并长期为运营商贡献价值和利润。

蒲迎春介绍，中兴通讯在4G时代始终坚持精品网的建设思路，在国内，中兴通讯FDD LTE无线设备市场占有率超过三分之一，长期开展以省份为单位的精品网络建设和优化保障工作，得到了运营商集团和多省客户的认可。在海

外，中兴通讯在三方测评中也表现优异，独家承建的奥地利和记网络、南非MTN的承建区网络等，成为标杆性的4G精品网。

“5G时代的4G精品网建设依然是运营商的重点工作。”蒲迎春表示，首先，5G先期业务、用户体验依托4G网络，4G覆盖水平直接决定用户的体验及业务的推广。其次，要实现5G网络快速部署，依赖4G网络基础资源的整合优化。再次，4G口碑是5G网络发展的基础，先期5G公众用户发展中，4G网络的用户口碑将决定5G用户的选择。

基于中兴通讯长期丰富的精品网络建设和优化维护经验，中兴通讯提供多种自动化、智能化网络运维工具，帮助运营商从覆盖、容量、用户体验等多方面提升网络质量，并关注运营商经营及效益，挖潜现有网络资源，促进网络资源向等价流量转化，并对用户的感知拐点进行预测和实时预警，防止感知恶化和用户流失。在已经开启的5G网络建设过程中，基于4G的网络数据洞察5G网络精准规划，识别价值区域，树立建网目标，洞察体验差距、建立5G站点投资优先级评估。

“建设优质精品的5G网络，吸引用户加入，稳定可靠、优质覆盖的4G精品网络是关键所在。”蒲迎春说。

## 物联网和MEC价值不容忽视

4G向5G演进，多种网络起到非常重要的过渡和支撑作用，其价值不容忽视。其中的代表，就是NB-IoT/eMTC物联网和MEC边缘计算。NB-IoT/eMTC一度大热，然后有所沉

寂，MEC则伴随着网络转型，成为行业的新晋“网红”，也将是5G时代的支撑之一。

物联网被公认为是下一个万亿级的业务，根据GSMA的预测，到2025年，全球物联网连接将达250亿。蒲迎春介绍，R16规范即将定义将NB-IoT接入5GC的标准。NB-IoT/eMTC将长期承接低功耗广覆盖业务，NB-IoT则是运营商切入物联网的最好选择。

“中兴通讯致力于提供端到端的NB-IoT/eMTC解决方案，目前已经在20多个网络进行NB-IoT网络部署，并在相应领域有了深刻的网络理解。通过速率增强、定位、多载波等多种领先技术，结合丰富的网络优化经验满足越来越复杂的混合业务多样性需求，在LPWA领域提供丰富的基础服务，并以此推进面向5G的应用。”蒲迎春介绍。

MEC则被认为是5G的“最佳拍档”。5G实现全覆盖还需要较长的时间，基于现有4G网络即可部署MEC服务，满足部分市场应用需求。通过软件模块升级，MEC可以平滑升级支持5G，且4G+5G统一接入，这样在4G+MEC的商用

场景，5G基站随时都可以接入现网MEC，实现无缝演进和业务能力、业务领域的灵活拓展。

蒲迎春表示，中兴通讯积极推进MEC部署，实现云端服务下沉，应用本地化，提供低时延服务。比如在天津港智慧港口部署MEC服务器，通过4G网络实现视频回传、港口/海关虚拟专网，通过5G网络实现港口货物的卸、运、堆三个主营业务的远程操控及无人驾驶。“当前，MEC在4G阶段的应用，可以为运营商在5G初期先行探索新的价值计价体系，实现不同服务的盈利转型。”

### 为5G网络筑基

产业链能理解当前运营商面临的经营压力。一方面是网络投资与回报的“量收剪刀差”越来越大，处于“增量不增收”的尴尬境地；另一方面，国家提速降费要求下，2019年运营商将再度向消费者让利1800亿元，还要投资5G网络建设，压力之大可想而知。





蒲迎春  
中兴通讯副总裁

“运营商在移动网络层面面临两大挑战：一是快速、高效而低成本地部署5G，二是继续优化和演进现有的2G、3G和4G网络，以满足持续爆炸性增长的移动数据需求。”蒲迎春说。

中兴通讯提出的极简站点解决方案助力运营商打造更好的4G网络和部署更快更高效的5G网络。

“运营商在移动网络层面面临两大挑战：一是快速、高效而低成本地部署5G，二是继续优化和演进现有的2G、3G和4G网络，以满足持续爆炸性增长的移动数据需求。”蒲迎春说。

中兴通讯提出的极简站点解决方案助力运营商打造更好的4G网络和部署更快更高效的5G网络。

极简站点方案同时涵盖了超高流量爆点场景、普通宏覆盖场景、热点补盲补热场景、高数据流量的室内场景所有关键部署场景，使运营商选取最适合的方案、最便捷的产品，助力运营商全面提升多频多模网络部署效率，并最简化网络演进。

中兴通讯极简站点方案采用了多种高性能、高集成度的创新产品，包括业界首家900M、1800M和2100M三频大容量超宽带三频UBR,以及多款内置合路器RRU产品，可以极大地节省空间，改善部署效率，在典型站点场景下，可节省多达67%的RRU数量。节省天线端口、无需外置合路器，实现高效的站点部署，以单天线提供Sub3GHz从2G、

3G到4G多频段的站点部署，与此同时为5G部署节省出宝贵的天面空间。

针对室内覆盖，中兴通讯QCell数字室分方案支持多频多模，可同时支持4G/5G，具备超大容量、快速部署、灵活扩容，以及可视化管理等特点。经过大规模的商用积累，在同等建设投资下，对比传统的DAS系统，QCell方案部署后能为客户带来2~3倍于传统方案的流量增益。中兴通讯QCell方案已在全球40多个运营商网络部署，部署规模达到100万台。

此外，中兴通讯还有Magic Radio Pro解决方案，支持GL/GU/UL/GN/LN等多种制式之间的频谱共享、LTE与5G NR的DSS动态频谱共享，充分实现频谱的最大效率，推动4G向5G平滑演进，实现5G低成本、快速覆盖，并满足面向垂直行业的URLLC业务覆盖。

通信网络经营既要放眼未来，也要兼顾当下。可以相信，未来一段时间在5G的主角光环笼罩下，4G仍将不断发挥效力，为运营商的业务增长和业务转型添砖加瓦。 ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在