

# 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

08

专题：固移融合

## 5G时代的固移融合接入

02

视点

5G时代接入机房的  
建设思考

36

5G专栏

统一云管平台加速  
5G应用商用化进程



扫码体验移动阅读

## 《中兴通讯技术(简讯)》顾问委员会

主任: 王翔  
副主任: 朱永兴 张万春 俞义方  
顾问: 陈坚 崔丽 方建良  
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 崔建军 韩钢  
黄新明 衡云军 刘守文  
孙继若 王翔 叶策  
张振朝

## 《中兴通讯技术(简讯)》编辑部

总编: 王翔  
常务副总编: 黄新明  
编辑部主任: 刘杨  
执行主编: 方丽  
编辑: 杨扬  
发行: 王萍萍

编辑: 《中兴通讯技术(简讯)》编辑部

出版、发行: 中兴通讯技术杂志社

发行范围: 国内业务相关单位

印数: 20000本

地址: 深圳市科技南路55号

邮编: 518057

编辑部电话: 0755-26775211

发行部电话: 0551-65533356

传真: 0755-26775217

网址: <http://www.zte.com.cn>

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: 2018年7月25日



蔡惊哲  
中兴通讯副总裁

## 构筑固移融合的5G时代光接入网

未来十年, 固定宽带普及千兆到户, 迈向万兆; 移动通信将迈入5G时代, 移动带宽同步大幅提升; 泛在的网络扩展万物互联, 将人、机器、环境等更加紧密高效地联系起来并融为一体。便捷、极速、智能、可靠、无处不在的连接, 将引发全社会生产模式、商业模式、生活方式的无限创新和深刻演进。网络将基于业务为用户提供服务, 而不是基于接入方式, 用户接入将不关心是无线还是有线, 作为提供业务的核心网也将逐步云化和统一, 业务融合必将加速网络融合, 现有固定接入、移动承载、政企接入等多个独立接入网, 是网络融合的重点。

作为用户接入最后一公里的光接入网, 将在未来5G时代固移融合中扮演十分重要的角色。基于统一的ODN网络, 根据不同的有线、无线应用场景, 灵活选择应用WDM-PON、10GPON和COMBO PON技术, 以及未来50G PON技术, 不仅可以提供固定宽带接入业务, 而且可以提供5G基站的前传业务。这个统一的光接入网采用统一建设、统一管理, 实现了CAPEX和OPEX最低, 是运营商的理想目标。

中兴通讯基于固移融合和综合光接入理念, 推出了光接入固移解决方案, 基于TITAN平台, 既能实现用户的固定接入, 又能实现5G基站的承载。TITAN支持扁平化网络, 内置OTN和BNG, 基于OLT统一了设备类型, 减少了设备数量; TITAN支持WDM-PON, 实现基于OLT的5G前传承载; TITAN采用切片技术, 实现多租户场景下不同用户和业务的安全隔离和QoS保证; 同时采用SDN&NFV技术, 基于Cloud CO架构, 实现了NFVI基础设施下沉接入机房, 并配合TITAN融合设备架构, 为5G时代接入机房建设提供了新思路, 实现了整个网络的智能和开放。中兴通讯的光接入融合整体解决方案将助运营商迈入万物互联的5G新时代!

蔡惊哲

# CONTENTS 目次

中兴通讯技术（简讯）2018年第7期

## 视点

02 5G时代接入机房的建设思考 /陈爱民

## 专题：固移融合

05 5G时代的固移融合接入 /李玉峰

08 接入网融合整体解决方案 /陈爱民

12 接入网与OTN及BNG融合，加速网络扁平化 /江晓林

15 接入网NFV的典型应用：多业务多租户 /刁渊炯

18 融合CDN在接入机房的应用探讨 /田洪亮

21 Cloud CO架构的技术分析 /谢煜

## 技术论坛

24 25G WDM-PON承载5G前传的技术研究 /李玉峰

27 单波50G PON实现和应用前景分析 /黄新刚

## 成功故事

30 江西移动：打造一流家庭宽带品质，领跑新时代 /邵忠

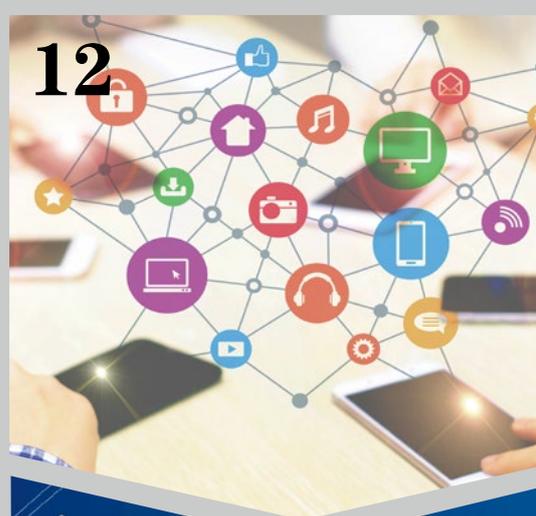
## 解决方案

32 中兴通讯未来电信IT设备应对5G时代巨通量计算 /孙志刚，秦振

34 工业PON2.0构建工业4.0神经网络 /史杰，苏红海

## 5G专栏

36 统一云管平台加速5G应用商用化进程 /王日明



12

18

CDN



24

5G

30





陈爱民

中兴通讯光接入规划总工

# 5G时代 接入机房的建设思考

## 5G时代接入机房面临的挑战

# 接

入机房是距离用户最近的通信机房，是光接入局端设备OLT设备位置所在，典型宽带用户覆盖范围3~5km。在4G时代，BBU池化，基于就近原则，运营商也在接入机房部署了大量BBU设备。4G时代有线、无线设备已经共机房了，但无论是业务还是网络，有线和无线都互相独立。

5G定义了三个典型业务场景，一是峰值速率可达10Gbps的增强型移动宽带（eMBB），二是连接数可达每平方公里100万的大连接物联网（mMTC），三是车联网等端到端时延1ms的低时延、高可靠通信（uRLLC）。5G实现了万物互联，这样人、机器、环境等更加紧密高效地联系起来并融为一体，将引发全社会生产模式、商业模式、生活方式的无限创新和深刻演进。网络将基于业务为用户提供服务，而不是基于接入方式，用户接入将不关心是无线还是有线，业务的融合必然促进网络的融合。

为了保证这些丰富的业务应用，5G网络采用全新的架构：

- 5G核心网采用Cloud Based架构，控制和转发分离，可以根据业务需求快速部署；MEC的导入使得业务

处理更加接近边缘，降低业务处理时延。统一的5G核心网为移动用户提供一致的业务，固移融合FMC成为可能，从而保证有线和无线任意场景下无缝的业务体验。

- 5G接入网采用AAU/DU/CU分离架构，AAU拉远和DU池化依然大量应用，高频基站的导入使得基站密度大幅增加，前传网络的规模和复杂度大大增加，同时对于光纤资源的消耗带来了前所未有的挑战。

接入机房作为用户接入的门户，在5G时代不仅要提供超大带宽、超低时延，以及和各种业务适应的差异化QoS保证（见图1），更要考虑5G核心网云化带来的不确定性连接，尤其是MEC的导入，部分业务处理可下移动到接入机房的NFVI基础设施上。此外，接入机房内部有线和无线之间，以及NFVI上运行的NFV业务之间的内部流量也大幅增加。因此，传统接入机房架构不能适应5G时代的需求，亟需架构创新。

## 5G时代接入机房建设目标

5G时代的接入机房，必然是一个智能化的固移融合机房，满足极速、易维、灵活、智能、可靠的技术要求。接入机房在保留原有电源系统（含备电）、空调散热系统、监控系统和走线通道的情况下，原有内部网络



图1 5G时代接入机房在网络中成为有线无线接入的门户

分成以下四大功能（见图2）：

- 连接功能：就是接入机房的内部网络，可参考数据中心的SPINE-LEAF架构建立大带宽、可扩展、可靠的内部通信系统，满足无线DU/有线OLT/上联传输/接入机房NFVI基础设施之间复杂的业务通信和QoS保证。
- 接入网络：无线DU，承担无线接入处理；有线OLT，承担有线接入处理。
- NFVI基础设施（计算存储功能）：NFVI基础设施是为了保证低延迟实时业务快速处理，提高用户体验而部署在接入机房，涉及（计算存储资源）作为边缘数据中心EDC的一个远端模块，其上运行的业务NFV受5G核心网统一编排管理。
- 传输功能：承担网络侧接口，统一承载有线、无线流量，可以是OTN，也可以是IPRAN或SPN设备。

## 5G时代接入机房建设原则

在现实情况下，接入机房数量众多，硬件条件和环境也存在较大差异，设备一次性改造工作量大、投入高，在具体实施中，需要逐步演进。应充分考虑以下原则，分步实施和逐步演进：

- 开放性原则

接入机房网络中的接入功能、连接功能、NFVI基础设施（计算存储功能）和传输功能之间支持对外开放接口；NFVI基础设施被接入机房中所有功能和用户共享。

- 可扩展性原则

接入机房的具体情况差异较大，如机房面积、供电、散热等硬件条件各不相同，接入机房中接入、连接、计算存储和传输设备可以根据实际业务需要进行裁剪，并支持按功能和容量平滑扩展。

- 灵活性原则

接入机房网络改造应支持基于现有接入机房架构的平滑演进，在保障现有业务正常运行的前提下，按照机房条件灵活选择相关功能部署。

## 5G时代接入机房建设步骤

根据以上原则，建议5G时代的接入机房建设分三个步骤，具体实施可以根据实际情况合并和调整：

- 第一步：建立接入机房NFVI基础设施

5G时代，针对低延迟实时业务，需要把业务NFV尽量靠近用户部署，即接入机房。这样就需要在接入机房建立NFVI基础设施，以及支持NFVI工作的内部网络（连接功能）。接入机房的NFVI基础设施作为边缘数据中心

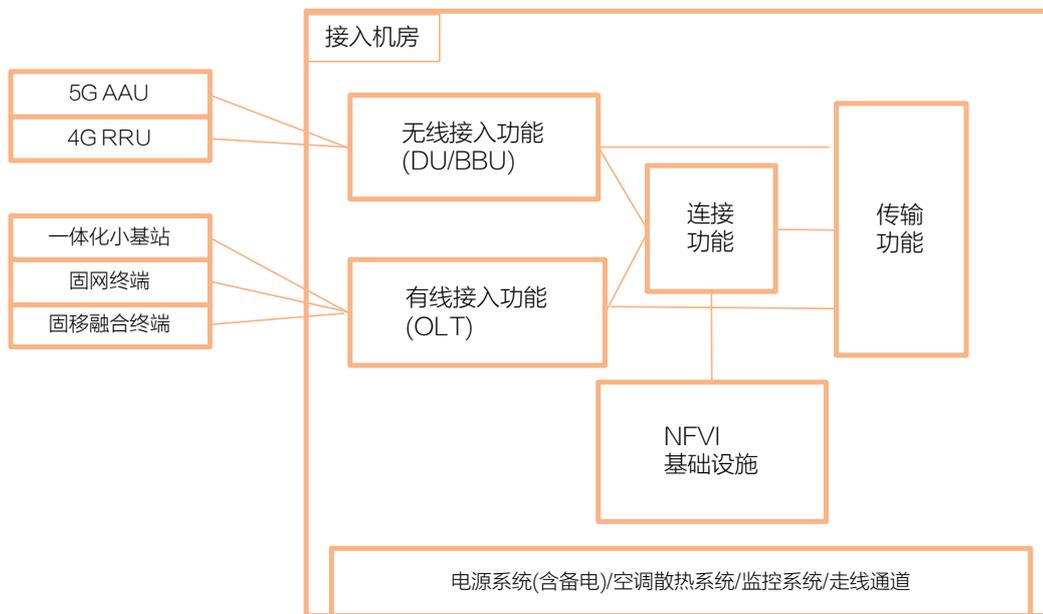


图2 5G时代的接入机房逻辑架构

EDC的远端模块，受边缘数据中心统一管理和控制，在5G核心网的统一编排下实现业务部署，保证有线用户和无线用户在一致业务下的平滑切换和良好用户体验，这些业务可包含视频加速、位置服务、TCP加速等。

● 第二步：接入机房的智能化

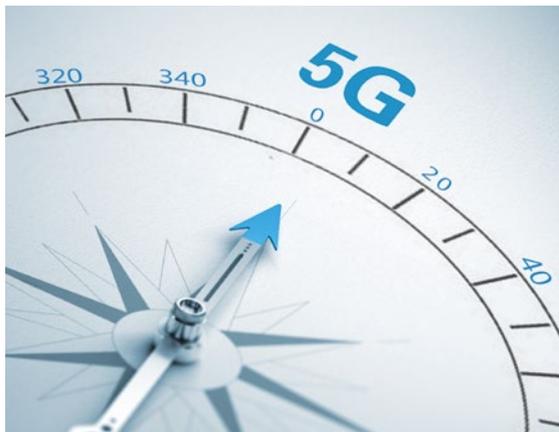
接入机房中接入功能、传输功能、连接功能在一个

接入机房内统一管理，实现设备管理和业务管理分离，业务管理通过SDN&NFV改造，实现端到端快速部署和智能运维。

● 第三步：接入机房内部融合优化

接入机房原来有接入功能、传输功能、连接功能，以及NFVI基础设备，都是独立设备，为了节省空间、简化部署、提高可靠性、实现不同业务的QoS保证，可以根据需要选择相关功能融合，以减少网元数量。进一步，可考虑微模块概念，在一个标准的模块中，可选择性配置接入、连接、传输功能，同时解决散热和监控问题，在工厂提前测试和验证，然后在接入机房直接安装，减少机房建设工程。通过按需平滑新增模块，实现根据业务需要平滑扩展，将极大方便运营商的接入机房扩容。

数量巨大的接入机房是运营商的重要资产，在固移融合的大目标下，运营商应分步骤实现接入机房的全业务承载、智能化改造、集约化管理、快速部署和平滑扩展，充分挖掘5G时代接入机房的商业价值。 ZTE中兴



# 5G时代的固移融合接入



李玉峰  
中兴通讯  
固网产品规划总工

## 固移融合的发展背景

# 移

动宽带和固定宽带是既竞争又依赖的关系。移动宽带在互联网接入、数据服务等方面替代了一部分固定网络功能，如智能手机的普及逐渐取代了电脑等固定终端成为接入互联网的首选方式。而另一方面，在传统蜂窝、Cloud-RAN组成的异构网络中，都需要大量的移动回程网络。尤其是在接入段，移动网络和固网一样需要大量的光纤基础设施。这又说明了移动网和固网之间的相互依赖。

随着通信市场的日益成熟，竞争加剧，如何防止用户流失并发掘新用户是每个运营商都需要思考的问题。从2012年开始，欧洲的一些运营商通过并购或深耕现有用户，以获得更多的移动用户或固网用户。如固网优势运营商BT(British Telecom)收购无线运营商EE，DT(Deutsche Telekom) 70%的移动用户也同时使用DT的宽带业务。固移融合成为运营商之间争夺用户的一个有效手段。固定移动网络融合(FMC: Fixed Mobile Convergence)，是通过固定网络与移动网络之间的融通、合作，从而实现全业务及融合业务的经营，为用户提供多样的高质量通信、信息和娱乐等业务，而与其终端、网络、应用和位置无关。

LTE时代，IMS(IP多媒体子系统)固移融合解决方案为固定和移动用户提供统一的语音、数据、视频服务业务等，提升用户的体验。通过“固移用户捆绑”的新运营模

式，提高每用户的业务收入，帮助运营商稳定了客户群并提升了盈利能力。

5G时代，云化网络架构、网络功能虚拟化、业务功能的深度融合，给固移融合带来了新的机遇和挑战。

## 应用场景和技术架构分析

固移融合业务需要具备以下几个特点：

- 在设备和网络层面实现无缝(Seamless)连接，能够在不同的网络平台间传输多种应用；在两种不同的网络间切换(Handover)不会中断或导致服务质量受损。
- 用户接入方式多样。融合服务和设备能够根据用户所在的位置、需要的应用、服务质量和通话量等具体需求，选择采用不同的接入技术，如WiFi或移动蜂窝网络。
- 能够让用户使用一个终端就完成以前用多个终端才能实现的应用。
- 个性化服务。终端用户可以按需设定服务，设定用户界面，使固网也支持类似智能手机的多样化设置。

从用户终端角度来看，5G时代的UE(用户设备)可以分为两种(如图1所示)：

一种是传统RG升级为5G RG，当作一个UE通过固网或移动网络接入5G核心网。5G RG可以通过有线或无线连接(FWA)，也可以通过混合方式连接。

另外一种原有的UE升级为NG UE，NG UE通过WLAN或移动蜂窝接入5G核心网。UE连接WiFi和无线实现部分流

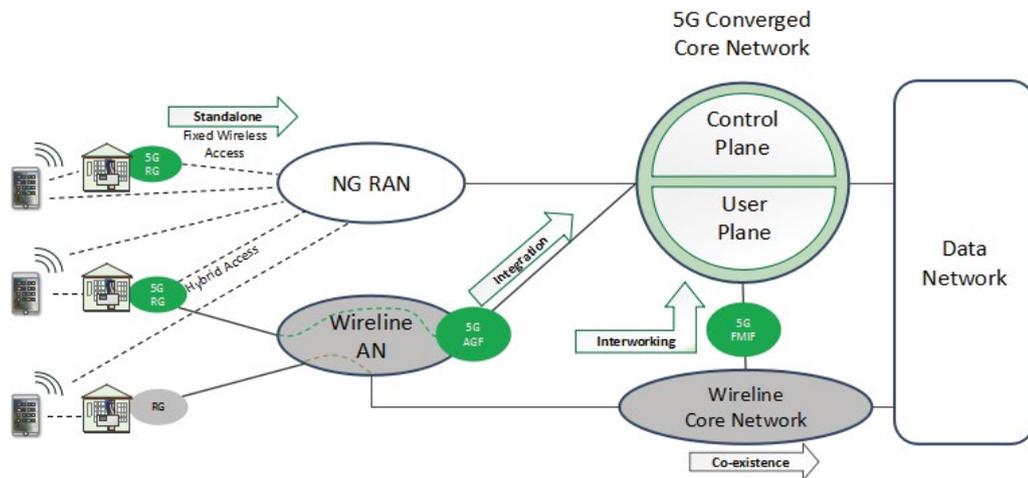


图1 5G时代固移融合综合架构

量offload，或者UE通过WLAN及无线蜂窝接入的同时双连接接入。

这两种情况下RG作为受信的节点提供WiFi接入功能。

从用户终端有线接入节点（Access Node）或接入网络（Access Network）来看，5G的固移融合在接入网主要体现在架构融合和功能融合。

### 资源共用，架构融合

5G时代，密集城区或热点地区等场景需要采用DU集

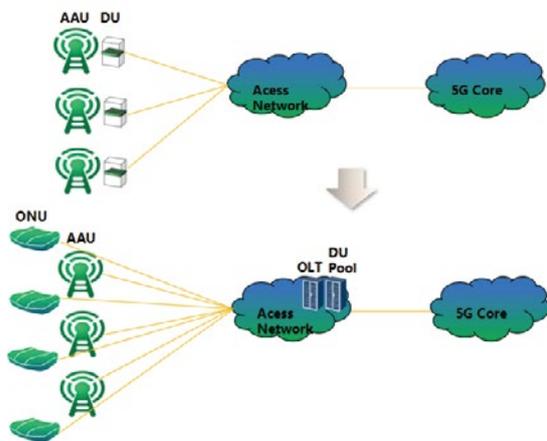


图2 5G新架构促使固移资源架构融合

中部署的C-RAN架构。对于固网接入来说，DU池和接入机房到用户的距离基本吻合。在一些接入机房条件较好的地区，可以实现固移设备共站址，资源共用，有效降低CAPEX。固网原有的机房、电源、空调、传输设备等资源可以共用，也便于设备的集中管理（见图2）。

### 简化网络，功能融合

简化网络架构和运维，降低OPEX，将两网认证、控制、管理功能的重合部分进行合一，为用户提供相同的业务体验，提高运维效率。

- 标准化接口。5G核心网进一步功能独立，与接入方式解耦，逐渐成为不感知接入技术（Agnostic）的5G核心网架构。标准化会减少AN到CN的接口耦合，从而实现无缝和无感知的接入。
- 统一认证。固定用户和移动用户之前是采用不同的运营认证，在同一运营商的视图下进行统一的用户认证，能够节省网络资源，简化管理。
- 统一资源管理。运用虚拟化和可编程技术，将固网和移动网络的部分重合功能抽象合一，同时支持运营商的统一资源调配。

如图1所示，目前在3GPP、BBF标准组织讨论的5G固移融合有三种典型接入场景，都是围绕着简化网络和功能融合这一目标进行的。

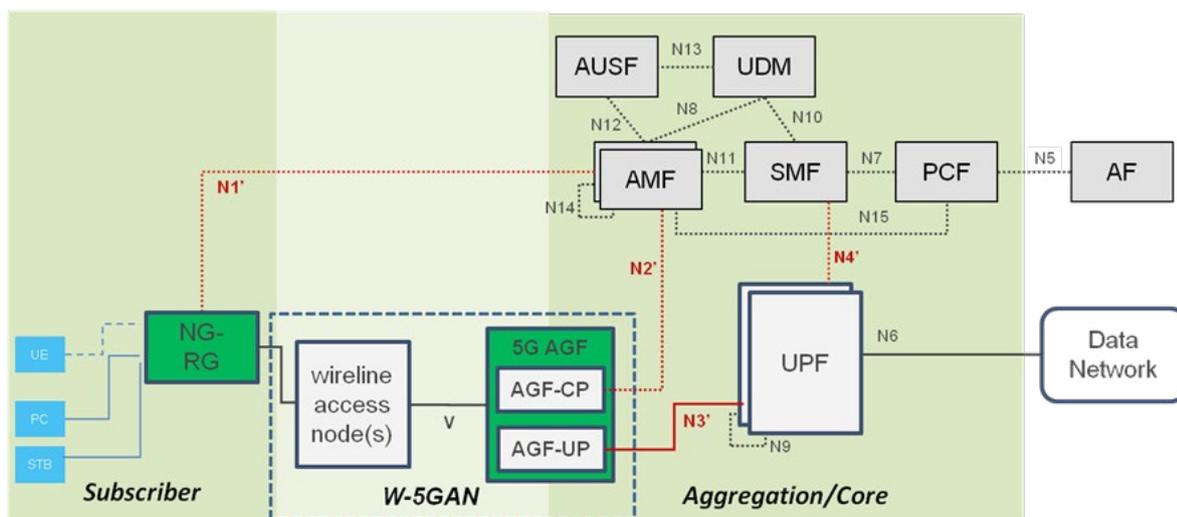


图3 集成模式5G AN到核心网的接口图

- 集成模式（Integration mode）：接入节点上提供AGF（Access Gateway Function）直接接入到5G CN。关键模块包含5G RG和AGF（Access Gateway Function）。
- 互通模式（Interworking mode）：在现有接入方式下，在原有和CN对接的传输设备上（如BNG）支持FMIF（Fixed-Mobile Interworking Function）接口。关键模块包含FN-RG、FMIF。这里的FN-RG就是传统的RG，可以提供WiFi接入。
- 固网接入和无线蜂窝接入共存的混合模式（Hybrid mode）。

三种模式中，集成模式是主流，其网络架构最简洁、最彻底。随着L3下沉到接入节点，提供到5G CN的控制面和用户面接口更直接，减少中间传输设备。

接入机房结合AO重构，更有利部署未来SDN和NFV业务，如5G AGF功能。从功能和位置看，放在AO机房的NFVI架构上运行最为合适，也便于充分利用AO重构的NFV平台实现固移融合的深度的架构和功能融合。

集成模式完全由有线接入提供移动用户接入，同时融合面向5G CN功能(见图3)。图3中N1' /N2' /N3' /N4' 接口是从有线接入到核心网的接口。所有的移动设备都接入到NG-RG（又称5G RG），由NG-RG实现到核心网的用户认证，核心网只需要对NG-RG进行认证和计费，而NG-RG下面的移动设备比如UE、PAD、PC等移动设备不需要单独认

证和计费。

## 行业发展及网络演进

固移融合受到业界的广泛关注。标准进展方面，目前为止参与3GPP和BBF 5G FMC联合讨论的服务运营商有：AT&T、BT、China Mobile、DT、KT、NTT、Orange、Telecom Italia、Telefonica、Telenor、Vodafone。这些都是既有固网资源也有移动网资源的运营商。

目前5G固移融合的标准进展在BBF标准组织里的研究文档主要是SD-407：5G Fixed Mobile Convergence Study。3GPP里的FMC讨论在 Release15 3GPP SA2，TS23.706。同时3GPP Release16时间表对应的研究和合作即将开始。

5G时代固移融合网络演进目标主要包括：基于5G核心网，作为Non-3GPP的接入网，实现接入无感知。基于软件模块化，软件驱动的功能开发使5G网络更加灵活。面向未来的架构设计支持工业、公网、用户网络等新型5G用例。基于云平台的聚合网络平台，融合原有移动网络用例之外的更多接入网业务。

当前5G 固移融合架构还在讨论阶段，还有很多问题需要运营商和厂家不断细化和解决，推动固移融合方案的不断完善。 ZTE中兴

# 接入网融合整体解决方案



陈爱民  
中兴通讯  
光接入规划总工

## 接入网融合发展趋势

# 光

纤宽带接入历经十年高速发展，从传统的家庭宽带接入为基础，逐步扩展到其他领域，并以大视频、5G承载、SDN&NFV演进为核心驱动力，以FMC业务融合为目标，进入了一个新的发展阶段。

4K/8K高清视频业务的发展，驱动家庭宽带业务从传统的100M时代进入1G时代，10G PON成为当前建设重点。高带宽需要大容量局端设备，新一代OLT交换容量和槽位带宽基本等同于汇聚设备，和汇聚设备融合必然是一个趋势。

5G商用临近，速率相比4G有巨大提升。5G时代将实现万物互联，便捷、极速、智能、可靠的无处不在的连接，将引发全社会生产模式、商业模式、生活方式的变革。网络将基于业务为用户提供服务，而不是基于接入方式，用户将不关心是无线接入还是有线接入，业务的融合必然驱动设备的融合。

此外，运营商网络越来越扁平化，网络的简化对接入设备提出融合要求，以实现集约化管理的需求。SDN&NFV技术的成熟也驱动网络架构进行深刻变革，包括光接入在内的有线网络也将顺应这个趋势，对设备形态做相应的调整。对于接入局点这样空间、功耗、性能等因素互相制约的物理设施，接入设备和其他设备融合也必然是一个趋势。

## 基于TITAN的融合接入解决方案

中兴通讯光接入旗舰产品TITAN顺应接入网发展趋势，助运营商实现业务融合。TITAN基于高端路由器平台，实现和PTN、高端路由器、OTN等产品的架构融合，单板可以混插，同时支持内置x86刀片，可以根据运营商网络重构需要，快速推出融合型产品，满足各类运营商的需求。

TITAN不仅提供传统的固网接入业务，针对5G时代，提供多种融合解决方案，包括5G前传和回传解决方案、内置CDN方案、内置BNG方案，以及传输接入一体化的内置OTN方案，满足了5G时代对于不同业务大带宽、低延迟、业务差异化QoS保证的要求。

## 基于TITAN的5G前传方案

WDM-PON网络架构基于无源光网络点对多点树型网络拓扑，能大量节省光纤布线资源，或利用现有PON的空闲光纤资源，稍加改造降低网络建设和维护成本。基于TITAN平台的接入网5G统一光接入平台如图1所示。5G DU池与AAU之间通过WDM PON无源光网络连接，实现移动业务前传，该方案支持透明业务传输管理功能。

TITAN OLT统一光接入平台在部署方式上可以结合具体情况，在一些有条件的地区，无线接入机房和有线接入机房可以共站址，也可以针对5G前传单独建立基于OLT的前传网

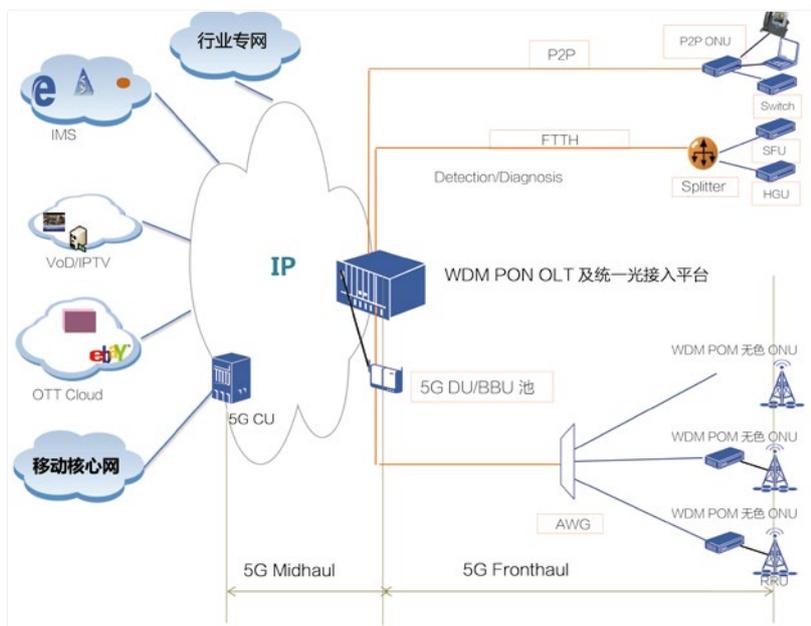


图1 基于TITAN的WDM-PON 前传组网方案

络，专网专用独立承载5G前传，例如中国电信的5G前传大集中场景。

TITAN平台的WDM PON 5G前传网络架构具备以下主要特点：

- 同时支持CPRI/eCPR，支持4G/5G混合组网；
- 大带宽，支持单通道25Gbps速率，未来可以平滑演进到单波50Gbps；
- 高密度，OLT单板提供16波通道，主干光纤单纤提供16 × 25Gbps接入能力；波长经过AWG汇聚后分到分支

光纤传输，节省大量主干光纤资源。

### 基于TITAN的5G回传方案

5G回传相对前传的带宽时延要求降低，尤其是5G低频一体化小基站，部署密度高，带宽需求在5Gbps以内。基于TITAN采用TDM PON进行5G小基站回传承载，可以复用运营商已有的ODN网络（见图2）。同时随着TDM PON技术的不断发展，带宽不断增长，当前10G PON技术已经成熟，更高速率的50G PON技术也将被引入。具体部署可以采用1:8等小

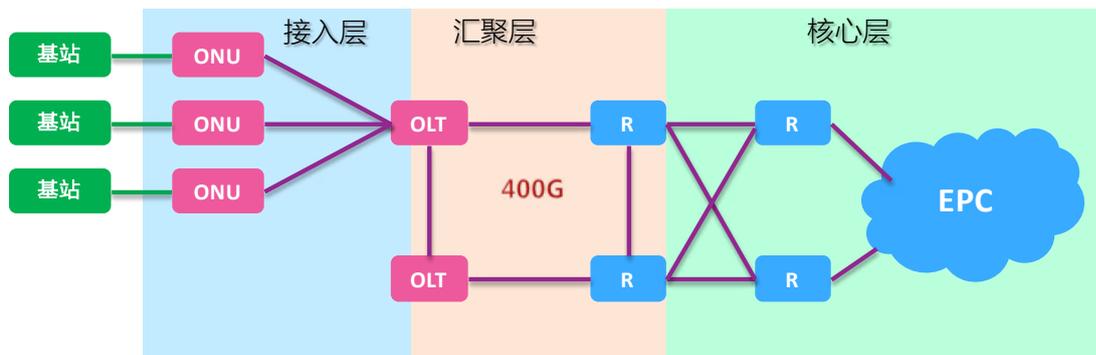


图2 基于TITAN的5G小基站回传解决方案

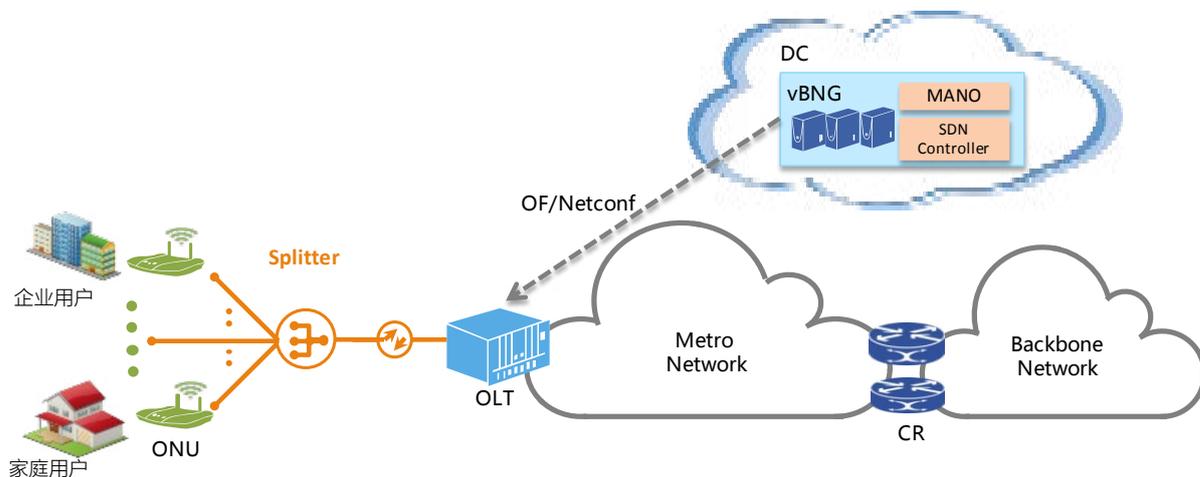


图3 基于TITAN的内置BNG方案

分光比支路，以及考虑到用户流量并发率，一个PON口可以带多个5G小基站，极大减少运营商的投资成本。

5G回传设备需要完善的三层功能以及IP FRR业务保护功能，采用全分布路由器式硬件架构的新一代TITAN OLT，基本对齐IPRAN设备功能能力，未来支持Segment Routing等技术，可以平滑演进到SDN，实现转发控制分离，控制面上移云端，并提供开放的API接口，实现5G业务的快速部署和自动运维诊断。同时新一代OLT支持基于业务的网络切片功能，实现业务隔离和分域管理，满足5G业务对于网络切片的要求。

### 基于TITAN的内置BNG方案

基于云化BNG整体方案，BNG业务的控制运行在云端，

BNG转发面下沉到TITAN，实现了OLT设备与传统BNG转发面的融合，避免额外部署专用BRAS硬件设备转发面，实现网络扁平化，降低网络成本（见图3）。云化BNG方案控制面和转发面可采用OF（Openflow）、Netconf等接口实施。通过控制与转发的解耦，实现控制面基于通用的硬件平台，降低运营商的投资和运维的复杂度；转发面通过SDN架构集中控制，部署端到端的管控合一SDN控制器和业务编排器，实现网络端到端的自动配置及能力开放。

### 基于TITAN的内置A-CDN解决方案

如图4所示，通过OLT内置刀片方式部署边缘CDN节点A-CDN。A-CDN主要存储时移电视TSTV节目、电视录制节目

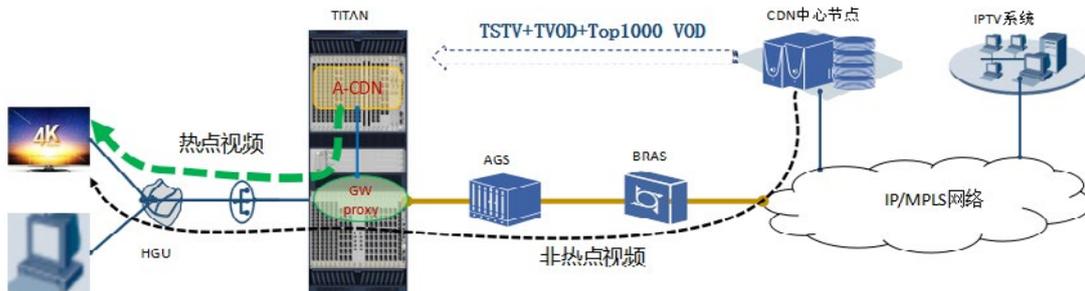


图4 OLT内置A-CDN解决方案

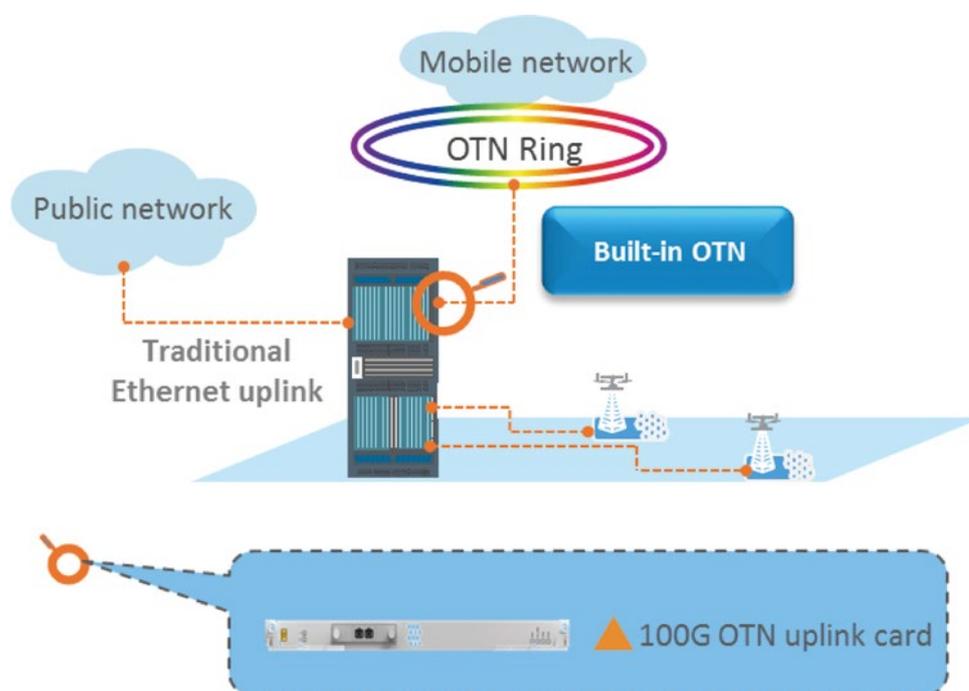


图5 基于TITAN的内置OTN传输接入一体化解决方案

TVOD和热点影片TOP VOD。OLT通过GW proxy功能卸载本地访问流量，使得用户可以就近访问A-CDN存储的节目。通过部署A-CDN可以拦截70%的点播流量，实现了如下目标：

- 提高用户体验质量：利用PON网络高带宽特性，就近部署高码率4K、8K、VR视频业务，高通量、时延低，无拥塞，体验效果好；并且可有效应对短时间热点视频的爆发性流量冲击；
- 节省网络带宽：通过就近服务，拦截70%的点播流量，大幅度节约汇聚网络、城域网络以及相关网络设备的带宽，大幅减少CDN中心节点的负荷；有效降低大视频网络承载成本；
- 简化工程实施：内置刀片，低功耗，高性能，按需部署，扩展性强；无需机房改造和频繁的网络升级，大幅缩短业务部署和扩容工作量；
- 高效智能CDN：A-CDN可利用接入网络的实时信息，智能高效调度内容和服务，进一步提高业务体验质量和网络传输效率；

- 共享基础设施：OLT内置刀片可构成边缘云计算平台和NFVI平台，VNF、CDN和其他边缘计算业务可共享基础设施，低成本推进边缘网络云和业务云的建设。

#### 基于TITAN的内置OTN传输接入一体化解决方案

TITAN可以内置100G OTN单板（见图5），实现接入传输一体，采用统一网管管理，实现用户侧接入到OTN时隙的端到端映射，简化了业务部署和运维，实现大颗粒、低延时业务的端到端部署，同时保证对业务透明（时延固定、无抖动）传输。基于接入传输一体的TITAN设备，相对于传统的独立OTN设备，减少了机房面积，降低了功耗，实现运营商CAPEX和OPEX的大幅降低。

基于对网络发展趋势的深刻理解，为实现未来FMC业务的融合目标，中兴通讯提出了融合型OLT的创新架构，并推出了5G前传和回传、OLT内置BNG、内置A-CDN和传输接入一体化等系列解决方案，助力运营商迈入5G时代。 ZTE中兴

# 接入网与OTN及BNG融合， 加速网络扁平化



江晓林  
中兴通讯  
固网产品规划总工

## 网络演进催生接入网、OTN及BNG的融合

**O**LT接入能力的提升为网络扁平化创造了条件。PON网络主干光纤可以传输20~40km距离，P2MP的光纤传输网络架构使得PON OLT设备可支持大容量的用户接入。

中兴通讯超大容量旗舰OLT产品TITAN单框可以接入用户32000户，双框堆叠可以接入64000用户，可替代现有接入机房的多台OLT和汇聚交换机。TITAN支持内置OTN，通过网络设备的融合，可以极大节省机房面积，减少设备种类与节省功耗，降低运营商的整体建设和运维成本。TITAN的接入传输一体化还可以满足5G承载及大视频业务高带宽、低延时的承载需求。

软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）技术的出现给网络演进注入了新元素与动力。宽带接入服务器虚拟化（vBNG）目前比较流行的方案是控制面采用通用服务器实现虚拟化，转发面则采用专用设备实现高性能转发。TITAN基于高端分布式路由器平台，完全满足BNG转发面能力要求，在BNG控制面云化的同时，

实现BNG转发面与OLT设备的融合，避免额外部署专用BNG硬件设备转发面，实现网络扁平化、降低网络成本。OLT与BNG的融合也意味着L3功能下沉至OLT设备，也满足了5G承载L3到边缘的需求，并为将来CDN下沉至接入机房创造条件。

## 多业务承载加速接入网与OTN融合

随着5G承载、大视频、VR/AR、高速政企专线等新业务的发展，带宽需求飞速增长，部署OTN设备并构建从接入、汇聚层到核心干线的端到端OTN网络，成为光传送网的必然趋势。以此为契机，中兴通讯TITAN平台独创支持内置OTN上联，简化网络层次，支持业务光层直达，提升网络时延性能，节省网络建设和维护成本。

## 5G承载场景

5G业务对网络的带宽、时延、可靠性、安全有着更高的要求，对承载网络提出了巨大的挑战。5G时代将以用户体验为中心，需要提供百兆甚至千兆的用户体验速率和单

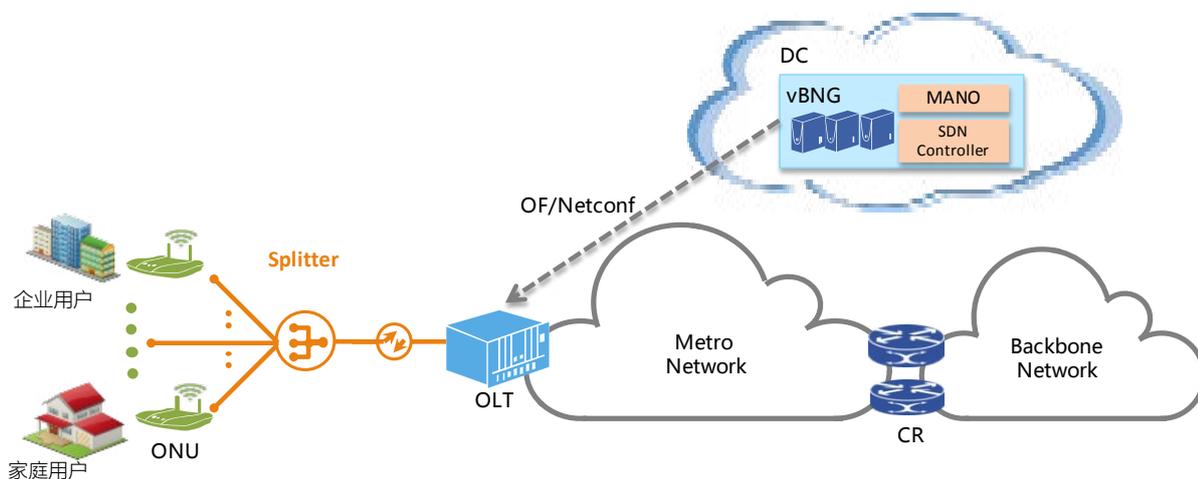


图1 OLT与BNG融合总体框架

基站几十G的峰值速率，超高的接入速率将引发承载网的带宽需求产生一到两个数量级的激增。5G涵盖各类应用场景，每种应用对时延的要求各异，其中以uRLLC（超可靠低时延）场景下时延最为严格。根据NGMN建议，uRLLC场景下单向端到端时延不超过1ms，同时3GPP定义uRLLC空口时延为0.5ms，再考虑到核心网处理的时延，留给承载网的时延指标将十分苛刻，尤其对5G承载前传、中传提出了巨大挑战。

中兴通讯TITAN光接入平台在用户侧支持WDM-PON接入，在转发面支持低时延转发，网络侧内置集成OTN上联，实现大带宽、低时延业务传送，满足5G前传、中传、后传的统一承载，实现固定与移动网络的融合；通过在上联网络侧直接引入OTN接口接入传输网络，实现用户侧接入到OTN时隙的端到端映射，简化了业务部署和运维，实现了大颗粒、低延时业务的端到端部署，同时保证对业务透明（时延固定、无抖动）传输；通过专用硬管道来保证5G承载业务的服务质量和安全，提供低时延解决方案。

### 大视频场景

大视频业务的发展一方面要求高带宽，另一方面要求网络传输的低丢包率和低时延。4K电视的时延和丢包率要求不高于20ms、0.0168%，现网经过适当优化可以

满足要求。8K电视的时延和丢包率要求不高于16ms、0.001%，VR要求为12ms、0.001%，则需要改变现网架构和设备才能满足。目前CDN一般采用集中部署的方式，有利于管理维护和规模利用资源。OLT通过内置OTN上联口直连CDN服务器，充分保障通道的带宽与低时延，避免由普通的L2、L3转发设备带来的时延与丢包，可显著提升用户体验，尤其是对时延敏感的快速频道切换业务，以及对时延、丢包、带宽都敏感的AR/VR业务。

### 虚拟化及多业务承载加速接入网与BNG的融合

#### SDN&NFV催生OLT与BNG转发面合一

目前，电信网络的SDN&NFV化已成为趋势和共识。建设综合的多业务接入边缘，实现多业务的融合，是未来城域网、接入网改造的重点。BNG的虚拟化（vBNG）是目前业界的热点之一，存在几种不同的方案和思路，其中控制面和转发面分离是目前x86服务器转发性能不足条件下广受认同的方案，即控制面采用通用服务器实现虚拟化，转发面采用专用设备实现高性能转发，如图1所示。控制面就是图中的vBNG部分，这部分基于NFV架构实现虚拟化，通过业务与硬件平台的解耦，充分享用通用平台带来的灵活性、便捷性，减少



TCO；业务动态创建，能力开放，减少业务推出时间，快速响应市场要求；软件的模块化设计和灵活加载促进软件系统灵活可变。

转发面则可以此为为契机，实现OLT设备与传统BNG转发面的融合，避免额外部署专用BNG硬件设备转发面。这种方案充分发挥TITAN设备高端分布式路由器平台架构的能力，实现网络扁平化、降低网络改造成本。转发面通过SDN架构集中控制，部署端到端的管控合一SDN控制器和业务编排器，实现网络端到端的自动配置及网络的智能和开放。OLT与BNG的融合也意味着L3功能下沉至OLT设备，满足5G业务承载需求，并为将来CDN下沉至接入机房做好准备。

### L3到边缘满足5G承载的需求

5G网络架构将更为扁平化，一些原有及新增的功能（如移动边缘计算等）将下移，原有典型基于南北汇聚式的流量模式将发生明显变化，基于不同5G网元之间的东西向流量交互将显著增加，譬如gNB和gNB、CU和CU等，东西向流量的时延要求较高，应尽可能靠接入层转发。这对于回传网络甚至前传、中传网络的东西向协同流量调度提出了新的需求，需要OLT设备提供灵活的L3连接，通过基于SDN集中管控的L3能力，一方面实现基

站协同流量的就近转发，最大化协同增益，另一方面可以为无线与核心网建立按需实时的连接；通过承载协议的创新，如引入Segment Routing/EVPN/VxLAN等新技术，简化网络协议、运维管理，更好地应对未来以DC为中心的网络架构演进。

### L3到边缘为CDN下沉至接入机房创造条件

CDN集中部署有利于管理维护和规模共享利用。但CDN高置的弊端也有很多，不可避免带来汇聚网络和城域网的流量压力，会增大延时，如果网络拥塞，还会增大丢包率。这些都不利于大视频业务的高质量传输，尤其是对延时敏感的快速频道切换业务，对延时、丢包、带宽都敏感的AR/VR业务。通过把CDN下沉到接入机房，就近提供IPTV和OTT视频业务，可显著提升业务质量。

中兴通讯全新的TITAN光接入平台基于高端分布式路由器架构，支持大容量用户接入，支持汇聚交换机的融合与网络的扁平化；支持内置OTN，可满足5G及大视频业务对大带宽、低延时的承载要求；支持BNG转发面融合至OLT，可满足5G及大视频业务对L3下沉至OLT边缘的需求。 **ZTE中兴**

# 接入网NFV的典型应用： 多业务多租户



刁渊炯  
中兴通讯  
固网产品规划总工

## 多业务和多租户，接入网的新需求

**在**整个光接入网络OAN (Optical Access Network) 中，对于运营商来说，光分配网络ODN (Optical Distribution Network) 是关键资源和重要资产。运营商除了在现有ODN的覆盖区域内积极推进FTTH家庭宽带业务之外，还积极拓展多种业务接入，探索网络租用/分享等新商业模式，以期增加收入、缩短投资回报周期。

接入网的多业务场景，是指某个接入网络同时提供多种业务的接入，即多种业务共享同一个接入网络。运营商使用同一个接入网运营多种类型的业务，并且提供差异化的服务保障。典型的固网多业务场景有家庭宽带、政企等业务。典型的5G多业务有eMBB (增强型移动宽带)、mMTC (大连接物联网)、uRLLC (高可靠低时延) 三大类业务场景。

接入网的多租户共享，是指某个接入网络同时面向多个运营商提供服务，即多个运营商共享同一个接入网络。其中，拥有接入网络的运营商，叫做基础架构运营商 (InP, Infrastructure Provider)；租用接入网络进行业务运营的运营商，叫做虚拟网络运营商 (VNO, Virtual Network Operator)。基础运营商按照商业合同约定，对

接入网进行逻辑分拆，将指定范围的接入网资源交付给虚拟运营商进行独立运营。

多业务和多租户可以理解成接入网两个维度上的共享：多业务为水平维度，接入网被不同业务分享；多租户为垂直维度，接入网被不同运营者分享。多业务和多租户这两个维度可以同时存在，例如雄安新区计划建设一个公共接入网，该接入网可以被中国联通、中国移动、中国电信等三大运营商共享；同时，每个运营商经营多种业务，如家庭宽带业务、基站回程、企业专线等。

在多业务和多租户共存的复杂接入网分享场景下，不同的虚拟运营商面向各自所辖用户提供满足其签约SLA (Service Level Agreement) 的业务。接入网需要面向多个虚拟运营商支持并发独立管理，同时也需要面向不同业务提供所需的差异化服务保障。基础运营商需要考虑和规划接入网的网络架构演进，选择合适的新一代光接入解决方案，才能便捷实现光接入网的多业务接入以及多租户共享。

## NFV的引入

NFV具备提供网络功能即服务 (NFaaS, Network Function as a Service) 的能力，因此接入网引入NFV可以解

决多业务多租户的复杂接入网分享场景下，用户、虚拟网络运营商、基础架构运营商等不同角色的网络功能需求。

NFV ( Network Function Virtualization )，顾名思义是网络功能的虚拟化实现。NFV的思路是，针对当前的网络设备多数属于专用设备或专有硬件且存在厂家少、价格昂贵、扩展不易等缺点，考虑通过功能分析、逻辑拆分、NF ( Network Function ) 模块设定、NF模块功能定义、NF模块接口定义、NF模块开发等技术手段，使用运行在通用商业硬件 ( COTS, Commercial Off The Shelf ) 上的一个或多个虚拟网络功能 ( VNF, Virtual Network Function ) 来等效实现网络功能，甚至可以使用通用商业硬件COTS+VNF来彻底代替部分类型的专有网络设备/专有网络硬件。

NFV实现了网络功能与专有设备的解耦。运营商选择网络设备拥有更大的选择范围和灵活性，除了刀片服务器、存储等通用商业硬件，VNF的功能软件甚至可以由运营商自行开发实现特定的业务管控功能，向用户提供差异化业务。

为了满足多业务多租户的接入网分享应用场景，新一代光接入解决方案需要具备以下能力：

- 随选的网络连接功能，方便控制最终用户和VNF之间的网络连接；
- 接入网VNF即服务的能力，方便虚拟网络运营商按需定制；
- 提供NFVI基础设施，满足虚拟网络运营商自己开发VNF的需求。

## TITAN，满足接入网多业务多租户应用

中兴通讯TITAN作为支持NFV演进的新一代OLT设备，可以满足接入网分享场景下的多业务多租户应用。

TITAN方案的NFV部署策略遵循BBF TR-384标准《云化中心机房的参考结构框架 ( Cloud Central Office Reference Architectural Framework ) 》：部分实时性要求高的业务管控功能，如GPON的PLOAM、DBA调度，以太网的LACP、xSTP、OAM等功能将封装成物理网络功能 ( PNF, Physical Network Function )，保留在TITAN中；其他的管理控制功能可以由客户来灵活选择是部署在云端的虚拟网络功能 ( VNF, Virtual Network Function ) 还是部署在物

理设备的PNF ( 见图1 )。

TITAN方案针对接入网分享应用场景的亮点是将物理资源的抽象、数据建模、资源映射放在云端的通用计算和存储资源上实现。这部分功能主要在ElasticNet UME R20 ( UME, Unified Management Expert ) 产品中实现。UME运行在云端，分为上下两层，南向 ( 下层 ) 实现物理资源的映射，北向 ( 上层 ) 实现虚拟资源的抽象。

在UME的物理资源映射层，UME为每个物理OLT建立起1: 1的pAN ( per Access Network ) 数据节点，并且使用独立的数据库来存储每个pAN的静态配置和动态状态信息，从而可以支持物理接入设备的离线配置功能。UME的物理资源映射层内可以创建多个物理资源管控模块实例；每个物理资源管控模块实例可以同时管控多个多类pAN实体，比如对应C610、C650、C600等多种型号OLT，设备的软硬件特性将在对应的pAN数据模型中体现。另外，UME可以支持将彼此间存在物理连接的多个pAN设备模拟成1个pAN设备，实现多虚一的集群管控。

在UME的虚拟资源抽象层，UME按多业务多租户场景的业务需求，对相关pAN数据节点提取接入网分享业务数据模型相关的数据节点实例，比如逻辑以太网子接口、转发实例、TM特性 ( 调度、限速 )、PM特性 ( 统计 )、告警等，忽略接入网分享业务数据模型所不关心的信息或特性，如电源、风扇、线卡等，按需进行资源组合，创建一个逻辑接入设备实体，确定数据映射关联，建起相应的vAN数据节点。UME可以按某种业务类型或某个虚拟运营商、某个虚拟运营商的某种业务进行资源组合。UME同样使用独立的数据库来存储每个vAN数据节点，支持逻辑接入设备的离线配置。与pAN相比，vAN的数据模型更侧重于业务描述。例如，OLT设备的vAN通常采用一个以太网二层交换设备模型，L1接口 ( 如PON口 ) 的相关特性则会保留在pAN中处理。

UME在处理由各自数据节点代表的逻辑设备vAN和物理设备pAN之间的抽象映射时，支持pAN和vAN间的能力适配和能力耦合。例如物理设备所能支持的资源隔离级别会影响vAN的配置方式/能力。如OLT设备C300可以支持VLAN、VRF等转发实例的隔离，但不支持报文缓存、MAC地址表的隔离。在UME中，C300的pAN数据节点中将展示这种能力，同时UME在管理涉及同一个C300 pAN的多个

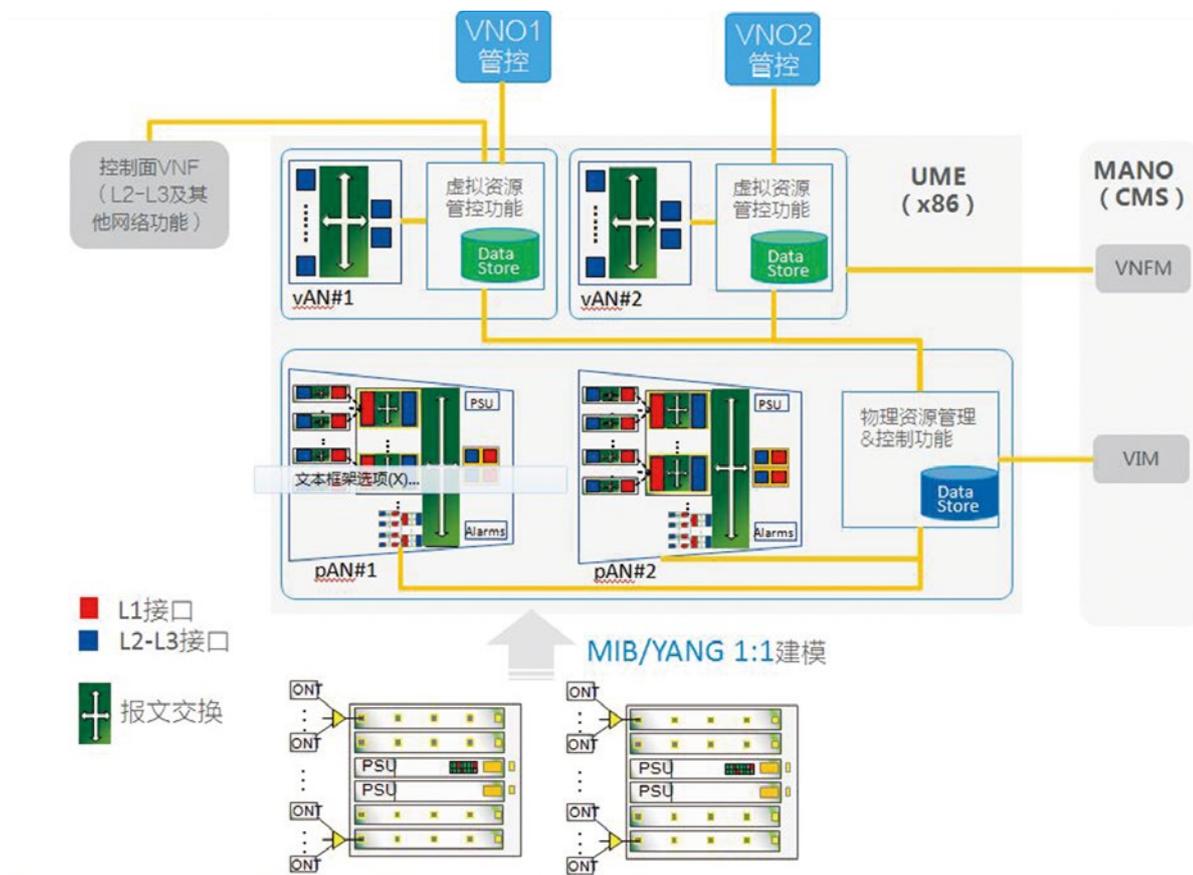


图1 vAN在Cloud CO中的实现

vAN节点时会根据pAN的这个能力维持vAN间的逻辑资源不会产生冲突（例如地址隔离/地址仲裁）。

### TITAN的NFV方案具备以下特点：

- UME的虚拟资源抽象层对外提供针对虚拟接入设备的可编程接口（例如面向虚拟运营商VNO）；
- UME的物理资源映射层对外提供针对物理接入设备的管控接口，支持通过厂家提供的插件管理其他厂家的接入设备；
- UME支持物理设备和逻辑设备间的多种抽象映射，例如可以一虚多（一个物理设备被拆分成多个逻辑设备）的

切片模式、多虚一（多个物理设备合并成一个逻辑设备）的扩展模式；

- UME的部署基于使用商业计算和存储资源的网络功能虚拟化架构，适应虚拟机/容器等各种虚拟化技术，采用微服务方式来支持UME内不同管理控制功能不同实例的独立演进和弹性扩展。

中兴通讯的NFV方案，探索了从单一的FTTH场景向多业务、多租户场景的发展之路，满足客户、虚拟运营商、基础网络运营商按各自的角色分工来定义自己的VNF并构建自己的虚拟接入网的需求，最终实现多业务、多租户共享接入网基础设施。 **ZTE中兴**

# 融合CDN在接入机房的应用探讨



田洪亮  
中兴通讯  
光接入产品规划工程师

## CDN技术的现状和挑战

经

过几十年的高速发展，互联网已深入到了人们生活、工作的方方面面，但内容获取始终是其最主要的功能之一。随着互联网内容类型的不断拓展、视频码率的不断提升、终端类型的不断丰富，内容流量增长迅猛，核心网络的瓶颈问题越加明显，用户体验质量难以得到保证。为了提升用户体验质量、减少骨干网络流量、合理引导内容流量分布，诞生了内容分发网络（Content Delivery Network，

CDN）技术。内容分发网络通过内容分发、服务调度，把用户请求导向合适的服务节点提供分布式内容服务。

CDN按其承载内容的专业性可分为专业CDN和融合CDN。专业CDN专用于某类内容的分发，如专用于IPTV视频内容分发的IPTV CDN。融合CDN可以分发多种内容，能够支持多种终端类型，是运营商CDN建设的主流。

目前，运营商的融合CDN一般以省为单位经营，采用如图1所示的省级中心节点加地市级边缘节点的两级架构。少量大的地市，针对热点区县，边缘节点已经下沉到BNG/SR(业务路由器)层面，构成三级CDN架构。

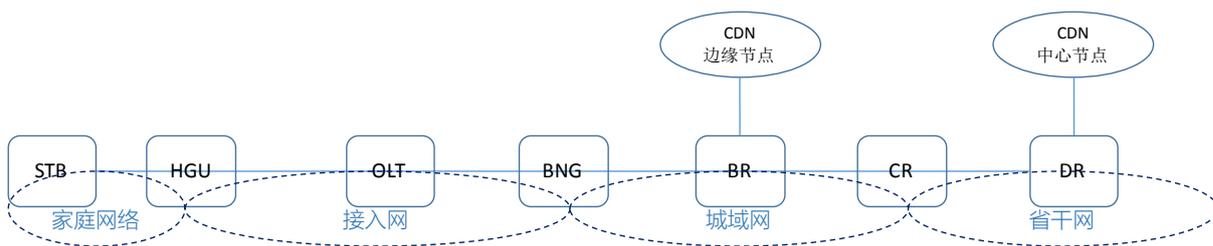


图1 省中心节点+市边缘节点的二级CDN架构

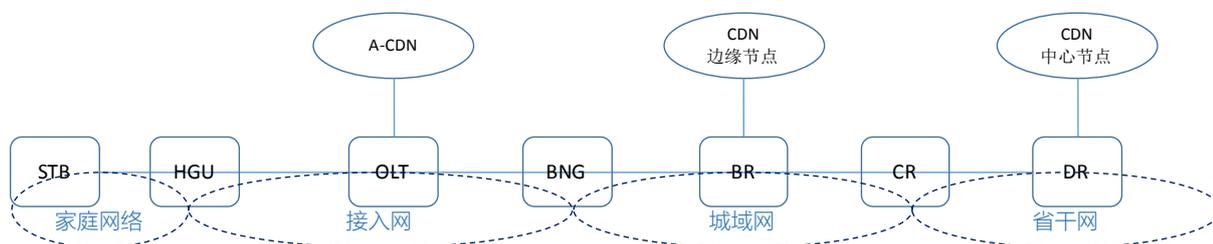


图2 引入A-CDN，构成三级架构的融合CDN

这种架构优点主要包括：可以有效减少省骨干网的流量和长途（地市到省会）传输成本；两级节点都可以成规模建设，而且建设方案比较成熟；可与边缘DC和区域DC同址建设，有利于共享计算存储基础设施资源。

这种架构的缺点也很明显：首先，边缘节点位置较高，导致业务路径跳数较多，用户体验质量难以保证，故障定位和排除复杂；其次，随着业务流量快速增长，OLT到BNG、BNG到BR（汇聚路由器）的网段容易成为瓶颈；最后，这种架构没有充分发挥价格低廉、带宽充裕的光接入网络优势，尤其是随着4K/8K、AR/VR视频内容的普及，这种缺陷会越来越明显。

伴随边缘计算的兴起、SDN&NFV技术的引入，接入机房引入计算存储NFVI基础设施已成为趋势，如果能充分利用接入机房的NFVI基础设施，就近部署融合CDN业务，构建三级CDN架构，则可以避免上述两级CDN架构的缺陷。本文就此展开初步的探讨，介绍基于中兴通讯TITAN平台的

新型融合CDN解决方案，以期能为运营商在接入机房部署融合CDN提供有益的思路和建议。

### 引入A-CDN，构成三级架构的融合CDN

在接入机房引入CDN服务节点（即Access CDN：A-CDN），与已有的边缘节点和中心节点构成三级CDN架构，如图2所示。

基于PON技术的光纤接入网络，用户接入带宽完全可以支撑4K、8K、AR、VR等大流量业务。如表1所示，以1:64分光比FTTH为例，并发率40%计，GPON基本可以支撑4K电视，10G PON可以支撑8K和AR/VR商用部署。

但OLT到BNG的上联带宽却存在瓶颈。OLT到BNG的光纤资源是有限的，一般单个OLT的上联光纤不超过4对，且通常为10GE，即单台OLT上联带宽只有40GE。单台OLT带5000~8000个宽带用户，忙时户均流量3Mbps左右，总

表1 业务带宽匹配表（假设FTTH1:64，并发率40%）

PON技术	户均带宽	配置带宽 (2.5倍超配)	4K码流& 带宽 (30M/40M)	8K码流&带宽 (120M/150M)	AR/VR码流& 带宽 (120M/150M)	商用预期
GPON	40Mbps	100Mbps	2路	-	-	已经商用
10G PON	160Mbps	400Mbps	2路	2路	1路	2020年

流量达到15~20Gbps，上连带宽按70%利用率计可承载28Gbps流量，这样上联带宽即将面临瓶颈。

解决OLT上联瓶颈有扩展上联带宽和下沉CDN两种思路。扩展OLT上联带宽，又分成升级上联端口和OTN下沉接入机房两种方式。如果把上联端口从10GE升级成100GE，需要OLT和BNG都支持，成本高，周期长，而且需要上游设备同步升级扩容；OTN下沉接入机房工程量更大，成本更高。通过CDN下沉方式，可以快速、灵活、低成本地解决这个问题。

IT技术一直遵循摩尔定律发展，其成本下降速度远高于网络设备的成本下降速度。CPU处理能力大幅提升，内存容量和硬盘性能快速发展，一台普通的服务器已经可以支撑几十G的CDN处理性能，使得用计算存储来换网络带宽具备了根本上的经济可行性。同时，由于光进铜退的网络建设，接入设备的端口密度不断提升，使得接入机房的机框机架空间得以释放，采用内置于接入设备的刀片服务器方式，可以按需快速灵活构建A-CDN服务节点，而无需改造接入机房。

在OLT上内置CDN功能，实现内置方式的A-CDN，由于不能配置大规模的内容存储，对CDN内容调度算法提出了优化要求。即在内容调度上，要求A-CDN存储当前最热门的节目，从而提高内容命中率；在服务调度上，按用户所

处的网络位置就近提供服务。

## 中兴通讯A-CDN解决方案

中兴通讯在新一代OLT平台TITAN上规划研发了内置刀片以提供A-CDN解决方案。

硬件设计上，刀片采用SOC至强CPU、NVMe SSD硬盘、万兆网口，占用两个OLT业务线卡槽位，可插于TITAN的任何槽位。软件方面，内置刀片运行中兴通讯自研的CDN软件，经评估和验证可支持20Gbps的融合CDN服务能力，可以提供同一接入机房内2万用户70%的CDN服务，大幅减少OLT之上的汇聚网络带宽和城域网带宽，延缓网络连锁升级需求。针对A-CDN场景，中兴通讯自研的CDN软件系统在以下几方面进行了优化。

- A-CDN存储优化：主要存储点播率高的三方面内容，包括3小时直播频道的时移电视内容、一周内的TVOD内容和当期点播率最高的5000部影片；总的存储容量小于16Tbps，但可覆盖70%的视频点播服务。
- A-CDN内容更新优化：通过区域热点以及热点衰减模型的大数据分析优化，及时准确更新和调度缓存内容。同时，为了避免对网络Vlan、IP规划和BNG用户管理

功能产生影响，TITAN实现了内置分流功能。对访问A-CDN的流量，通过侦听和学习，按目的IP进行分流处理，前置实现PPPoE-IPoE的协议网关功能，其他流量不受影响。该机制对BNG/SR、STB和A-CDN完全透明，从而方便工程部署实施。

随着以视频为代表的内容流量的迅猛增长，CDN对于保障用户体验的重要性日益凸显。A-CDN架构和关键技术，实现了在OLT上内置CDN功能，为运营商提供了一种低成本、灵活、快速实现大视频升级扩容的部署方案，助运营商迎接未来流量挑战。 ZTE中兴



# Cloud CO架构的技术分析



谢煜  
中兴通讯  
FM产品规划总工

## Cloud CO架构的发展背景



信运营商普遍希望未来的网络能够具有适应性、灵活性、可扩展性和动态性，新业务层出不穷且能快速上线销售，降低建设成本和运营成本。作为ICT产业融合的成果，通信网络云化技术有望实现这些目标，因而受到运营商和产业界重点关注。

近年来，随着软件定义网络SDN（Software Define Network）和网络功能虚拟化NFV（Network Function Virtualization）这两大技术的逐渐成熟，网络按云化架构进行设计和部署具备了一定的技术条件。作为宽带接入的主要标准制定者，宽带论坛BBF在2018年1月发布了TR-384 Cloud CO（Cloud Central Office）架构标准，为运营商的宽带网络重构提供了标准支撑。

Cloud CO架构的总体思路是：部署数据中心DC风格的通用计算、存储和网络交换资源，重构接入网络和城域网络，构建起一个具有开放接口，同时服务于有线网络和无线网络的通用云化宽带平台。考虑到现有网络的重用和融合演进，中心机房CO（Central Office）成为这个云平台的最佳部署位置。

Cloud CO架构标准充分考虑了现有网络系统的平滑演进策略，同时也考虑了与现有网络系统的兼容以支持传统网络和Cloud CO网络并存，因此Cloud CO架构有能力为运营商提供切实可行的云化网络演进方案。

## Cloud CO架构的技术分析

2018年1月，BBF发布TR-384并明确了Cloud CO参考架构，如图1所示。Cloud CO按域来部署，可以视作混合了物理基础设施和网络功能虚拟化基础设施NFVI的一个组合式架构，即驻留在NFVI的VNF通过PNF连接接入侧和网络侧并对外提供服务。端到端业务的发放需要由Cloud CO域编排器统一进行调度编排，甚至可能涉及多个Cloud CO域的业务链编排。

Cloud CO架构具有以下好处：

- 通过将传统网络设备分解成独立的标准化的网络功能，使系统级的网络和业务设计实现精细化控制；
- 通过网络功能的虚拟化部署，获得更强的灵活性和可扩展性；
- 通过业务编排，支持自动化的业务快速部署和上线。

Cloud CO参考架构的主要功能模块有：Cloud CO域编排器、网络功能虚拟化编排器、PNF SDN管理控制器、VNF SDN管理控制器、DC SDN管理控制器、宽带接入抽象层等。

Cloud CO域编排器是整个Cloud域的核心。对外通过北向接口NB API（Northbound Application Programming Interface）提供服务，对内统一调度整个Cloud CO域内的业务可用资源以满足每个业务请求，例如选择和配置所需的PNF、VNF实例，搭建PNF和VNF实例间的业务链转发路径等工作。Cloud CO域编排器之上，通常还会有运营商全局视角的端到端业务编排器，完成更宏观的端到端业务编

排，例如Cloud CO域的选择、相关Cloud CO域间的跨域连接、相关Cloud CO域的域内业务编排等工作。

Cloud CO域编排器的主要组件有：网络功能虚拟化编排器NFVO（NFV Orchestrator）和管理控制编排引擎MCO（Management Control Orchestration）。NFVO负责跨虚拟架构管理器VIM（Virtualized Infrastructure Manager）的NFVI资源编排和网络服务NF的生命周期管理。MCO负责持续关注申请本Cloud CO域服务的所有任务：资源/状态编排、流量控制和管理、状态转换和监督。MCO引擎承担上层服务系统（E2E服务编排器、OSS/BSS等）与Cloud CO域之间的交互，向上通过NB API展示Cloud CO域内由物理资源PNF和已经实例化了的虚拟资源VNF所组成的混合网络的拓扑和状态，向下通过一套面向PNF管理控制器、VNF管理控制器和DC SDN

管理控制器的南向接口SBI来运行NB API下发的任务。

PNF SDN管理控制器负责接入节点设备、网络I/O设备，以及部署在Cloud CO内部的具有PNFS的任何其他设备。VNF SDN管理控制器负责Cloud CO中虚拟网络功能管理器VNFM实例化出来的虚拟网络功能VNF，例如通过Openflow接口控制的一台虚拟路由器。DC SDN管理控制器直接访问NFVI网络资源来实现VIM不支持的功能（例如交换结构中的L3路由）。

宽带接入抽象层BAA（Broadband Access Abstraction）是BBF Cloud CO架构的亮点，通过标准化的NB API对外展示一个与供应商无关，甚至与具体接入技术无关的接入设备的简化功能视图。BAA帮助那些不符合Cloud CO接口标准的接入PNF，例如传统设备提供的PNF，

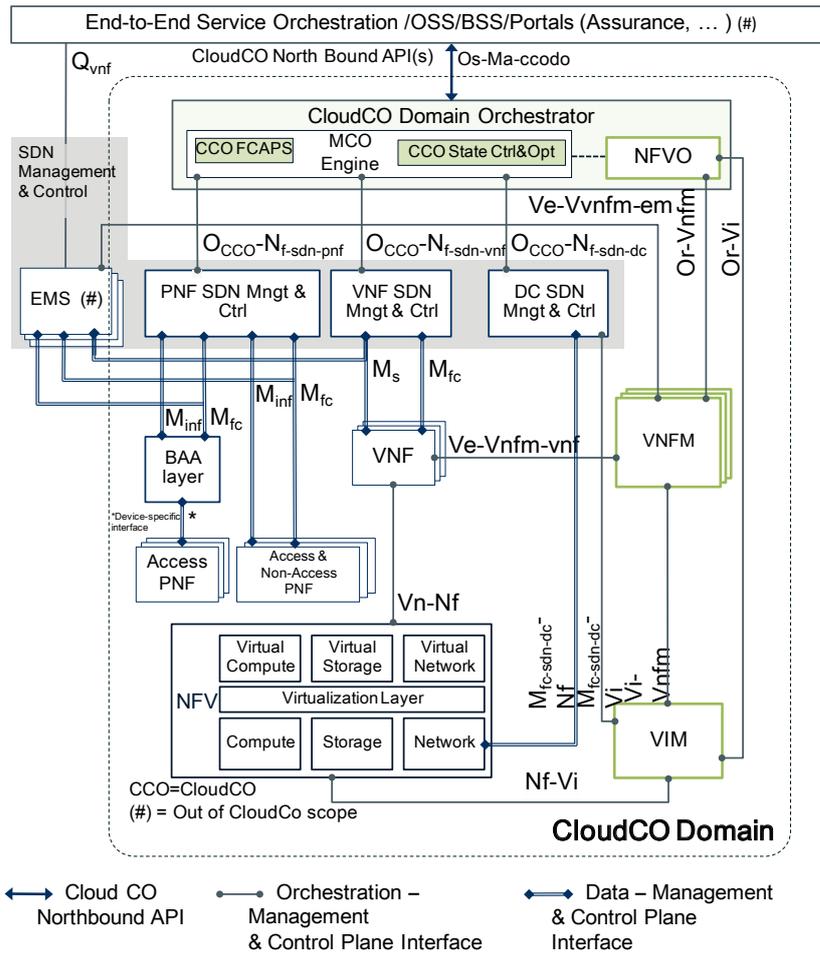


图1 基于TR-384的Cloud CO参考架构

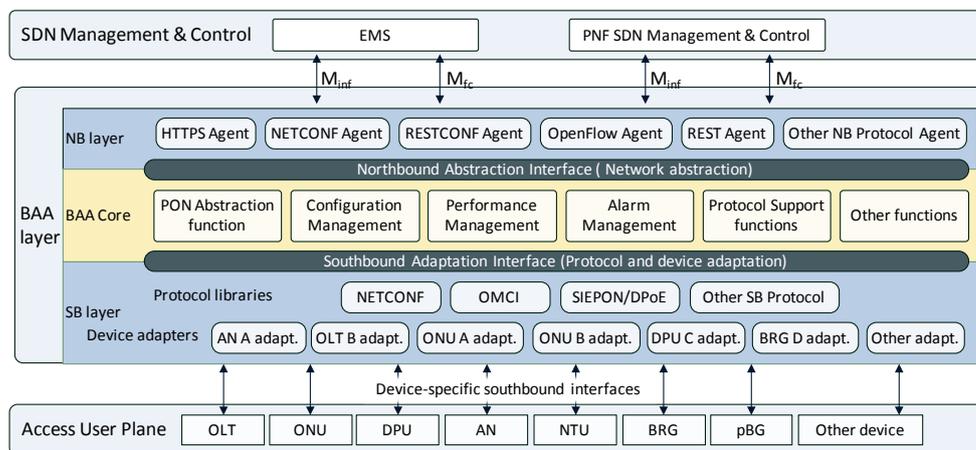


图2 宽带接入抽象层BAA的功能框图

可以通过部署BAA纳入PNF SDN管理控制器的管理、从而完成Cloud CO演进。TR-384中定义了宽带接入抽象层BAA的功能框图，如图2所示。

BAA层的南向层可以包含与网络中多厂家多类型接入设备进行通信的多种设备驱动程序插件，这些驱动程序仅要求北向遵守BAA CORE和设备间标准南向抽象接口SAI (Southbound Abstraction Interface)，而南向则允许使用私有接口与特定设备进行互通。在北向层，BAA层与一个或多个控制管理组件通信，这些控制和管理元件可以包括接入网络管理器、SDN控制器和协调器。这些组件可以使用不同的协议来与BAA CORE的功能进行通信。

BAA层的具体实现有多种选择，可以作为一个软件功能实例驻留在Cloud CO域的NFVI内，也可以驻留在某个物理接入设备内，作为传统接入设备的升级演进手段。无论BAA驻留在何处，它都必须满足Cloud CO相关的架构需求，例如遵循虚拟功能的上线和生命周期的编排。

## Cloud CO技术的发展方向

在2018年1月发布TR-384、明确Cloud CO框架之后，BBF的Cloud CO项目组全方位加速推进后续的标准工作。

当前BBF已经完成立项、正在起草中的相关标准有：

- 演进相关：WT-408 Cloud CO migration and co-existence、WT-413 Migration to SDN-Enabled

Management and Control;

- 详细的接口定义：WT-411 Definition of interfaces between Cloud CO Functional Modules;
- 测试用例：WT-412 Test Cases for Cloud CO Applications;
- 应用场景：WT-416 Use Cases and Scenarios for Cloud Central Office。

当前BBF Cloud CO项目组正在讨论的应用说明 (Application Note) 有：

- Cloud CO的NFVI启动;
- 高速互联网业务的建立;
- 网络强化驻地网关业务NERG (Network Enhanced Residential Gateway) 的建立;
- 接入设备的安装和配置。

此外，BBF建立了一个OB-BAA (Open Broadband-Broadband Access Abstraction) 开源项目，期望能够提供BAA层的一个参考实现。OB-BAA项目的本意是将各种不同的AN设备，包括传统AN，纳入单个网络管理和控制域，展示给SDN管理或控制元，同时便于EMS的共存/演进。

中兴通讯作为BBF的重要成员之一，长期参与BBF宽带接入技术标准的讨论、提案和评审。作为当前的BBF热点，中兴通讯重点关注、积极推动Cloud CO项目相关的标准活动。 **ZTE中兴**

# 25G WDM-PON承载5G前传的技术研究



李玉峰  
中兴通讯  
固网产品规划总工

## 25G WDM-PON发展介绍

**W**DM-PON技术结合了WDM技术和PON拓扑结构的特点，具有高带宽、低时延、节省光纤、ONU即插即用、运维简单、成本低等优点，在5G前传应用方面具备独特的优势，近年来广受关注。

ITU-T G.9802标准中定义了WR/WS PON的应用场景通用需求，以及波长分配、调谐、管理的通用需求等。2015年，ITU-T Q2在NG-PON2物理层标准989.2 Am1中对PTP WDM（8波长WDM PON）进行了指标定义；WDM-PON也需要成熟可靠的OAM机制保障运维，在Annex B中定义了辅助管理与控制通道（Auxiliary Management and Control Channel，AMCC），传输波长分配信息与OAM数据，以实现WDM PON系统的波长控制和业务透明传输；在989.2 Am2的Annex C中定义了波长路由型WDM PON网络架构和光层指标，调制速率定义到10Gbps。

关于25G WDM-PON的国际标准尚未发布，但是已经在讨论中。考虑到5G前传的更大带宽需求，近期ITU-T Q2开始了应用于5G前传的单波25G WDM-PON技术白皮书研究。针对5G前传需求，开展高效前传网络架构研究，

突破高速无色ONU技术、AMCC技术等关键技术，是加速WDM PON标准产业化进程的关键。2014年ITU-T SG15启动G.metro标准化，主流运营商和设备商积极参与，中国联通牵头负责，已在2018年2月完成，编号为G.698.4V1.0版本，完成了20/40波10G接口指标的定义，聚焦20km传输距离。G.698.4后续也会继续修订，升级到25G及更高速率接口。

国内方面，WDM-PON在CCSA已立项，预计2018年Q3发布。运营商企业标准方面，电信上海研究院2018年Q2启动企标制定工作，联通预计2018年年底发布25G WDM-PON的企业标准。

随着5G时代的来临，25G WDM-PON作为5G前传的一个重要的补充传输方案，市场窗口期估计在2019到2020年可实现规模商用测试。

## 25G WDM-PON承载5G前传的技术分析

在5G新建或热点地区场景中，运营商有减少站点（DU）机房的压力或者租用诉求，集中部署可以极大降低站点机房CAPEX，所以C-RAN 5G前传架构在这些场景很受运营商青睐。WDM-PON OLT可利用接入机房优势，集中化

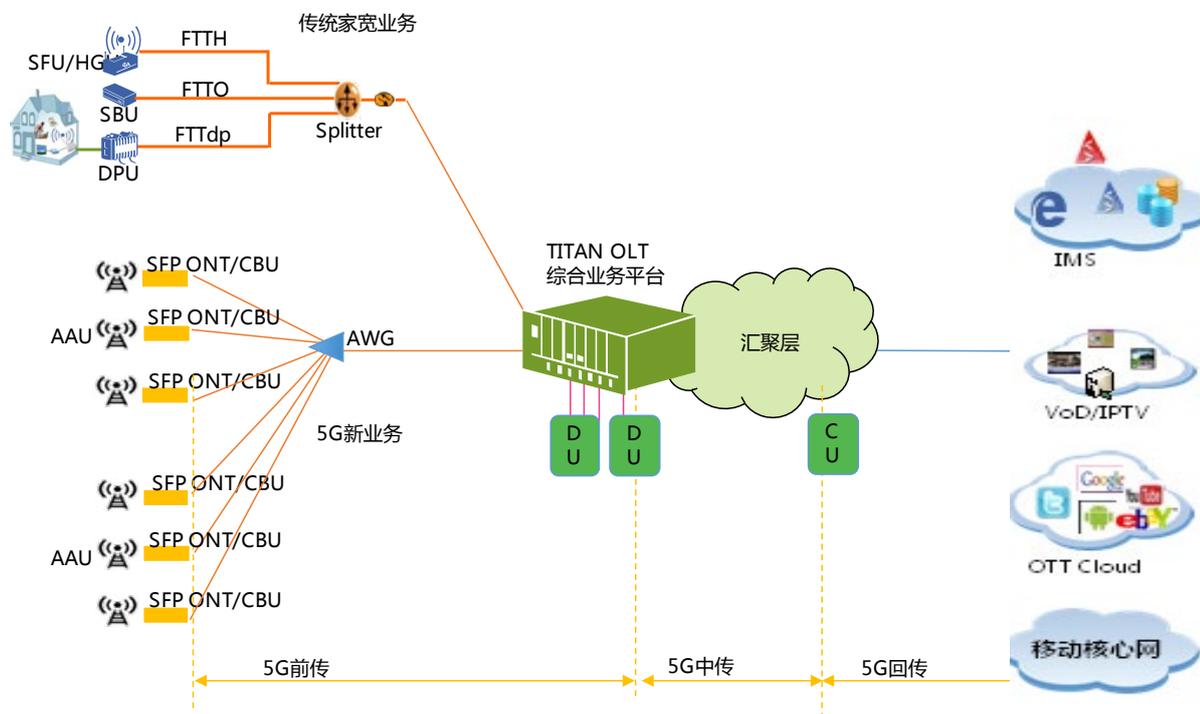


图1 基于TITAN OLT的WDM PON 5G前传的网络架构

部署DU池，在一些有条件的地区，无线的接入机房和有线的接入机房可以共站址。此外，WDM PON网络架构基于无源光网络点对多点树型网络拓扑，能大量节省光纤布线资源，利用现有ODN的空闲光纤资源，降低网络建设和维护成本。

WDM PON 结合了WDM 技术和PON 拓扑结构的优点，是一种高性能的接入方式。WDM PON 系统中，各用户间不共享带宽，因此，波分复用技术是满足传输网络带宽需求剧增的最佳解决方案。而与光纤直驱、无源波分复用（彩光直驱方案）、有源密集波分复用（OTN、DWDM）等现有移动前传技术相比，WDM PON具有高带宽、低时延，节省光纤、ONU即插即用、运维简单、成本低等一系列优点，能更好地满足5G移动前传站点密集、带宽需求大幅提升、时延要求更高等需求。

2018年1月，3GPP颁布了第一版5G前传eCPRI接口规范。5G前传接口目前基本确定为25G eCPRI接口。25G单通道会是5G前传接入的一个主流接口。25G WDM-PON贴合这一接口需求。

中兴通讯从2010年开始就开始研究WDM-PON技术，与中国电信以及广电合作，在国家十二五863项目支持下开展64波10G WDM PON设备研究和示范应用，2014年分别在武汉和上海开展示范网应用，开通上网、IP和高清视频等融合业务，覆盖上千用户。2018年1月，中兴通讯率先完成满足中国电信上海5G试点前传设备接口需求的10G WDM PON设备开发和测试，并将开展现网5G基站无线业务的现网验证。

中兴通讯针对5G前传承载推出了接入平台TITAN，提供高密25G WDM-PON线卡，同时解决5G前传低时延转发、高精度时间同步要求等技术难点，同时结合接入机房的特殊位置，可实现前传、中传和回传的5G承载统一解决方案。基于TITAN OLT的5G前传网络架构见图1。

中兴通讯WDM PON承载5G前传方案具备以下技术优势：

- 同时支持CPRI/eCPRI，支持4G/5G混合组网。
- 大带宽，支持单通道25G速率，未来可以平滑演进到单波50G。



- 高密度，主干光纤单纤提供20波×25G接入能力。
- 单波长带宽独享，高传输效率；带宽资源丰富。
- 无色ONU技术，可以实现波长的灵活调配，波长路由（Wavelength Route）。
- 未来无色SFP型ONU直接插入AAU设备，提高设备集成度。
- AWG比POWER SPLITER具有较小损耗，AWG损耗大概为5.5dBm。

此外，WDM PON承载5G前传方案可以共享已有的光纤基础设施。5G网络部署需要大量的光纤资源，网络架构基于无源光网络点对多点树型网络拓扑，能大量节省主干光纤资源。目前FTTx光纤网络覆盖广，线路和端口资源丰富，充分加以利用，可降低5G网络部署成本，减少重复投资，提升现网资源利用率，快捷完善5G网络密集覆盖。

无线和有线接入还可以共享机房资源。尤其是基于AO重构的机房更能发挥综合建网、平摊投资的优势。DU池化后，无线资源和OLT资源可以共享，可以按照需求建设。OLT可以做到共设备共平台，OLT平台可以和DU池部署在一个机房，减少了运营商对站点机房的依赖，降低配套设备和机房建设的成本和综合能耗。

还可实现多业务共享OLT，实现接入家庭用户、政企用户和5G基站合一接入，进一步提升设备利用率，节省网络设备部署成本，减少机房数量。

中兴通讯持续和国内外运营商合作，为实现2020年5G

规模部署做好充分准备。

## WDM-PON技术展望

WDM-PON中光电器件属于世界前沿领域，技术要求较高，需要高端光电子集成芯片的研发和加工工艺能力。如何突破和掌握在WDM PON先进技术领域中光源部分的核心技术，对于该技术能否落地起着决定性作用。

25G光器件中的接收机如PIN和雪崩光电二极管（APD）已经比较成熟，有的已经实现规模商用。25G可调激光器是25G WDM PON中很重要的器件，波长可调ONU技术基于可调激光器技术，与调制器集成较易实现高速率传输。目前可调激光器技术类型较多，供应商数量也不少，但速率方面尚不能满足5G前传需求。其中DS-DBR在调谐范围、集成度、调制速率以及技术成熟度方面优势明显，但成本较高。各类技术方案中，比较成熟的是DS-DBR+马赫-曾德调制器（MZM）方案，预计2018年可实现25Gbps速率。而相比于DS-DBR，其他技术方案更具成本优势，解决速率、调谐范围、光功率等方面的限制后，应用前景广阔。

总体看来，25G WDM PON产业链基本成熟，但仍需从芯片、模块、设备和系统各个环节持续投入，突破关键技术，降低核心器件成本，形成统一标准，加速产品化进程。 **ZTE中兴**

# 单波50G PON 实现和应用前景分析



黄新刚  
中兴通讯  
预研项目经理

## 光接入网技术发展趋势

随

着用户带宽需求不断增长,近年来光接入网技术发展十分迅速。EPON、GPON接入技术已逐渐不能满足需求,市场开始大规模建设10G PON网络,国际标准组织IEEE也在进行NG-EPON标准制定,ITU-T对50G PON标准已经立项并开始了标准制定。

10G PON之后是采用单波长速率提升还是多波长复用提高系统带宽,业界看法不太统一,主要有以下几种讨论方案:单波长25G PON技术难度相对较小,相比于10G PON,速率提升幅度较小;50G PON速率提升较大,但实现PON系统功率预算存在挑战,预计需要采用放大技术;单波长100G PON对器件要求高,一般考虑通过4个25G波长或2个50G波长来实现100G传输。单波长25G和50G成本是决定哪种技术路线胜出的关键。

## 单波50G PON实现

单波长50Gbps可以采用NRZ(非归零码)或高阶

调制实现,NRZ调制需要50G光器件,但目前业界50G光器件仍处于样品阶段;高阶调制有PAM-4(四电平脉冲幅度调制)、双二进制、DMT(离散多音调制)等不同调制方案。PAM-4和双二进制调制需要采用25G光器件,DMT调制是一种正交频分复用技术,需要进行FFT(快速傅里叶变换)处理,DMT器件带宽与每个子载波的调制阶数有关,调制阶数越高则器件带宽越小,灵敏度变差。灵敏度方面,NRZ最好,双二进制次之,之后是PAM-4,DMT最差。

光接入网的单波长50Gbps传输主要考虑PAM-4调制或双二进制调制来实现,便于重用已经十分成熟的数据中心25G器件产业链。

## 基于PAM-4调制技术的单波50G PON

普通的NRZ信号一个符号只有两个电平承载1bit信息,而PAM-4信号一个符号有4个电平承载2bit信息,器件带宽降为NRZ码的一半,采用25G器件实现50Gbps信号传输。PAM-4调制虽然能够降低器件带宽要求,但与NRZ信号相比,接收灵敏度有5~6dB损失。

通常的PAM-4发射和接收需要DSP(数字信号处理)

算法处理。要发送的数据进入DSP进行PAM-4映射，预均衡处理，DAC（数字模拟转换器）采样后送给光发射机发送到光链路。接收端信号经过光接收机电光转换后，ADC（模拟数字转换器）信号采样后进入DSP处理。采样信号经过时钟恢复，然后进行均衡处理，符号判决解映射后就恢复出原始数据了。为了降低对物理层指标要求，一般会在收发端进行FEC（前向纠错）编解码来提高传输性能。

图1是50Gbps PAM-4信号误码率曲线，发射机采用25G EML（电吸收调制激光器），分别测试了APD（雪崩光电二极管）和SOA+PIN（半导体光放大器+光电二极管）两种接收机。从图中可以看出采用里德-索罗蒙编码RS（255,239）FEC算法时，接收灵敏度分别为-20dBm和-22dBm。如果要实现PON系统29dB功率预算，考虑链路传输代价后，发射光功率分别要达到10dBm和8dBm以上，发射机需要集成SOA放大器。如果采用LDPC（低密度奇偶校验码）纠错算法将接收机误码率放宽到 $10E-2$ 时，接收灵敏度分别为-22.5dBm

和-26dBm，发射机光功率需要分别大于6.5dBm和3dBm，前者发射机需要集成SOA放大器，后者普通激光器即可达到。

### 基于双二进制调制的单波50G PON

双二进制码的符号率虽然没有变化，但频谱带宽降为NRZ码的一半。双二进制的发射和接收有多种方式。发射包括延迟相加和低通滤波方案，接收包括三电平判决、DSP均衡恢复。延迟相加方案采用FIR（有限长冲击响应）滤波器实现，数据延迟1bit后再加上下一比特后输出即得到双二进制码；低通滤波器具有延迟相加的特性，因此NRZ信号通过带宽合适的低通滤波器就变成了双二进制信号。双二进制码接收可以采用三电平判决在接收端恢复出发送的双二进制码序列后再经过双二进制解码得到原始信号；也可以采用DSP均衡算法恢复，将接收到的双二进制数据看作是带宽受限的NRZ数据，通过DSP均衡消除符号间串扰恢复出原始数据。

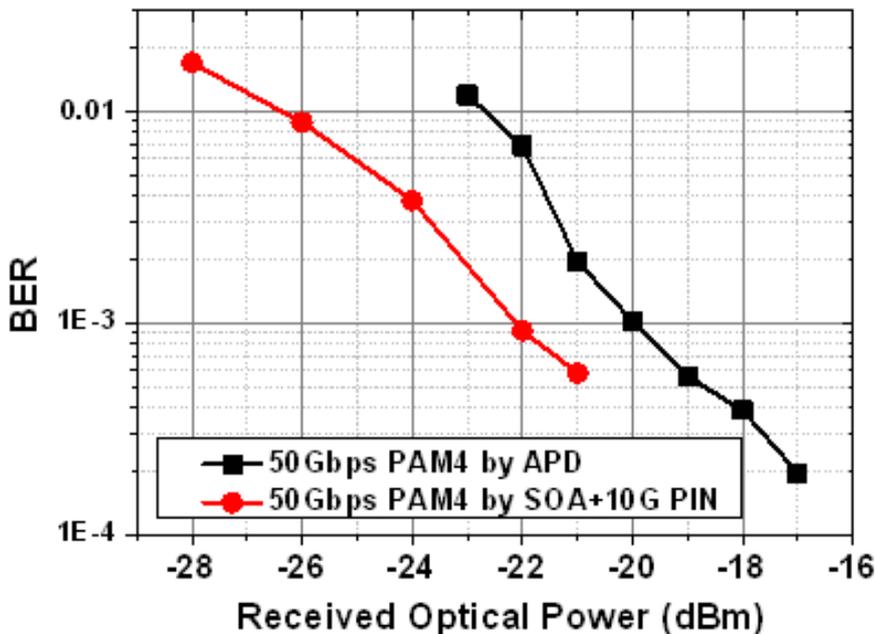


图1 50Gbps PAM-4信号误码率

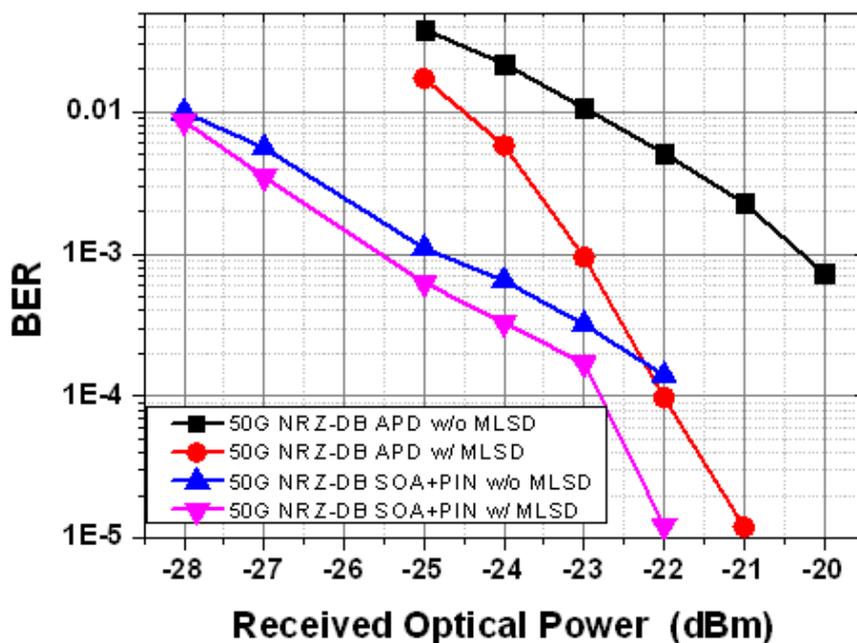


图2 50Gbps双二进制进信号误码率

图2是50Gbps双二进制信号误码率曲线，数据恢复采用DSP均衡，比较了有无MLSD（最大似然序列检测）判决时的误码性能，发射机采用25G EML激光器，分别测试了APD和SOA+PIN两种接收机。从图中可以看出，当采用RS（255，239）FEC算法时，当使用MLSD判决时，APD和SOA+PIN的接收灵敏度分别为-23dBm和-25.5dBm，即采用APD接收时发射机需要达到6dBm以上才能支持29dB功率预算，预计需要集成SOA放大器才能满足，如果是SOA+PIN接收机，普通发射机即可达到要求。如果采用LDPC FEC算法，灵敏度进一步提升到-24.5dBm和-28dBm，发射机不需要集成放大器就可以满足要求。

### 单波50G PON的发展方向

50G PON传输所需激光器、接收机、调制解调芯片、SerDes等器件可以重用或部分重用数据中心产业链，有利于推动50G PON技术成熟。但PON系统特有的上行突发传输、大动态范围、高功率预算等问题尚未解决。

50G PON采用PAM-4或双二进制都需要解决上行突发传输。ONU上行发射端突发激光器驱动；OLT上行接收25G线性突发TIA（跨阻放大器），仍存在技术难度，需要产业链进行重点突破。现有的25G激光器和接收机难以支持PON系统29dB功率预算，需要开发更高发射功率的激光器、更低接收灵敏度的接收机。速率上升到50Gbps之后，接收机灵敏度变差，过载功率不变，接收机动态范围减小，如何解决动态范围较小也是50G PON商用必须克服的困难。

光接入，相比数据中心，传输距离和功率预算比数据中心指标要求高；相比传送网，传输距离短，但ODN使用分光器功率预算要求高。接入网的终端用户规模庞大、成本敏感，50G PON必须在光器件和电器件两方面进行平衡，实现性价比最优的方案才能推动产业发展。数据中心采用PAM-4高阶调制方案实现高速信号传输，对PAM-4调制解调芯片、光收发机的设计、测试等技术积累多，产业链成熟。50G PON采用PAM-4调制方案可能性更大。突发传输、大动态范围、高功率预算等技术实现方案将是未来50G PON研究的重要方向。 ZTE中兴

# 江西移动：

## 打造一流家庭宽带品质，领跑新时代

30



邵忠  
中兴通讯  
产品规划总监

### 家庭宽带发展从规模向品质转变

**江**西移动作为固网宽带市场的后来者，积极推动全光网城市建设，不遗余力地加大基础宽带接入服务的投资，固网宽带用户数迎来爆发式增长，近几年的增长率持续保持在两位数，家庭宽带用户数即将突破500万。

在家庭宽带用户迅猛增长的同时，人均装机效率低、装维投诉量快速攀升、宽带业务质量下降等问题也越发突出，导致家庭宽带用户整体满意度下降。相比行业标杆，人均月装机效率、入户装机时长、投诉工单处理效率等方面有较大的提高空间。

为了实现服务品质领先和业务质量一流，打造江西

一流家庭宽带品牌，江西移动从两个方面着手提升家庭宽带用户整体满意度：一方面是提升装维服务的用户满意度，主要对装维流程和资源数据进行优化；另一方面是提升业务质量满意度，主要对ODN光链路质量和用户业务感知管理优化。

### 有的放矢，精准高效，打造一流品质

江西移动选择中兴通讯作为合作伙伴，首先在抚州移动进行家庭宽带整体满意度提升试点。在试点地市评估和分析端到端的网络质量状况、家庭宽带用户整体满意度现状，并针对性制定和实施网络质量优化提升和家庭宽带用户整体满意度提升方案。在实践中，形成一

套行之有效的端到端家庭宽带用户整体满意度提升方法论。然后,在江西移动其他地市推广,实现江西移动家庭宽带用户整体满意度的全面提升。

### 扫码零配置装机,提升装机效率和满意度

江西移动家庭宽带装机和业务开通已打通端到端的自动化流程,但装机环节需要6个步骤,涉及3次手动输入、4次APP手机界面切换,并且装维人员需要通过人工观察智能网关的指示灯状态,判断工单是否下发成功。繁琐的人工操作降低了装机效率,同时也降低了用户满意度。

中兴通讯对抚州移动现场装机操作流程进行了优化,量身定制扫码零配置装机方案。采用扫码零配置装机方案后,现场装维人员只需使用掌上装维APP,扫描智能网关二维码即可完成智能网关的放装。所有操作全部自动完成,不再需要人工干预,装机过程简化为3步,从扫描二维码到业务开通1分钟内即可完成。该方案大幅度简化了现场装机操作,步骤简单、流程高效,现场装维人员以及家庭宽带用户都对新的现场装机表示非常满意。

### 采用资源核查工具,提高装维资源准确率

光纤接入网资源数据的准确性直接影响到家庭宽带业务的装维效率和满意度。分析抚州移动近6个月的装维工单,也体现出光纤接入网资源的不准确问题是影响装维效率的重要因素。抚州移动现场资源核查采用手工方式,一方面需要人工记录大量数据,并且需要手工制作表格后录入综合资源系统,另一方面没有考虑光交箱上行纤芯梳理。所以,当前现场资源核查无法保障资源梳理的准确性和高效性。

中兴通讯为抚州移动提供了一套光纤接入网资源核查工具,大幅度简化资源核查操作步骤。现场装维人员使用专用工具进行资源核查梳理,核查结果可通过无线网络实时上传,不需要手工记录大量数据和人工录入数据,保证资源核查数据的真实可靠。光纤接入网资源核查数字化,全流程保障资源梳理的准确性和高效性。采用资源核查工具,抚州移动光纤接入网资源数据的准确率得到大幅提升,装维效率显著改善。

部署弱光整治和感知管理方案,提升用户业务质

### 量满意度

ODN光纤链路质量问题会直接导致ONU弱光,从而严重影响宽带业务质量。随着抚州移动家庭宽带用户的规模增长,保障海量ODN光纤链路质量是提升业务质量满意度的首要任务。抚州移动ONU弱光整治采用传统人工逐个PON口排查方式,费时费力,效率低下,有限的人力难以及时完成繁重复杂的ONU弱光排查和整治任务。同时针对多级分光的不合理组网方式无法判定,非弱光场景下的ODN导致用户业务故障也无法判断。

针对上述问题,抚州移动部署了中兴通讯的智能弱光整治系统。该系统自动同步PON网管上的网元资源数据信息,自动采集全网OLT PON口光模块和ONU上联口光模块的全量数据信息,自动综合分析光链路性能,包括上下行光功率分析、测距数据分析、光模块状态和运行参数等。利用大数据算法,自动输出全网质差链路可视化图表及根因分析,指导装维人员对ODN优化。智能弱光整治系统解决了抚州移动弱光整治难题,提升了家庭宽带业务质量。

抚州移动基于网络设备指标的运维手段,还无法直接、准确反映出家庭宽带用户的真实业务感知。抚州移动急需一套面向业务指标的用户感知管理系统,来有效衡量和可视呈现用户的业务感知,针对性提升家宽用户的业务满意度。

抚州移动部署了中兴通讯家庭宽带用户感知管理系统。系统采集业务感知数据,依托大数据分析平台,全面量化、真实准确呈现网页浏览、视频观看、文件上传下载、网络游戏等业务感知状况。系统可以快速、准确定位出质差用户、质差节点、质差内容源,使得运维人员优化和解决用户业务质量问题有的放矢。在抚州移动现场的质差用户处理和回访中,家庭宽带用户的业务满意度获得显著提升。

抚州移动通过家庭宽带整体满意度提升项目,装维服务流程得到优化,业务质量获得了改善。扫码零配置装机获得江西移动省公司的高度认可,并在全省推广。项目总结出了一套行之有效的用户整体满意度提升方法体系,将助力江西移动家庭宽带用户满意度的整体提升和超越。一流的家庭宽带服务品质助江西移动领跑新时代。 ZTE中兴

# 中兴通讯未来电信IT设备

## 应对5G时代巨流量计算



孙志刚  
中兴通讯  
基础设施产品经理



秦振  
中兴通讯  
硬件系统架构工程师

### 5

5G网络建设，无疑是当下电信领域的热点，5G预计2019年实现商用。5G将带来众多巨流量计算业务，如人工智能计算、高通量的大数据处理、5G交互式增强AR等。

那么，支撑这些业务功能的未来5G时代的电信IT设备，又会是什么样呢？

在2018年世界移动通信大会（Mobile World Congress）上，主流电信设备制造商展出了其最先进的基础设施产品，未来设备的技术发展方向和特征可窥一二。

此次中兴通讯展出的未来电信IT设备，总体上属于刀片服务器类型，但有几个显著的特征区别于传统刀片服务器。在架构上和传统设备有很大区别，是以内存为中心的体系构建；刀片采用FPGA，可有效分担CPU负荷，可对OVS、加解密等业务进行加速；采用全光互联，光背板通过光纤跳纤或光波导互联；采用液冷技术，直接式液冷结合间接式液冷及盲插技术，可靠性设计达到电信级标准。

#### 以内存为中心

新一代内存的开放互连原型，采用以内存为中心的运算架构。

随着内存新材料的出现，Memory Wall（存储墙）被打破，体系结构从之前的计算为中心转向了以内存为中心，并构建更大规模、更高效率的分布式内存计算体

系。CPU连接到一个共同的内存空间，一些非常巨大的应用，比如AI、电商系统、SDN网络路由表等，承载在存储空间，计算单元根据规则，取出、运算、输出，特别适合5G带来的未来工作负载较大的应用。

#### 采用FPGA异构加速

在FPGA上做硬件加速，可以对一些固化处理、协议转换（如OVS加载、卸载）进行加速，目前可承载50Gbps的流量。相对于采用普通处理器，吞吐率可达到线速（超过纯软件优化方案一倍以上），并提供超低延迟转发能力（软件OVS数十微秒至百微秒，iNIC仅数微秒）。

#### 全光互联

随着信号速率越来越高，传统电传输的实现难度、成本都大幅度上升，已经到了瓶颈。而光传输具有大带宽、低时延、低功率、抗干扰、不受EMC影响等优势；随着硅光技术的发展，未来IT设备内光连接的费用将大幅度降低。光背板与刀片单板正交连接，相互独立，和普通电背板（基础信号、25Gbps以下高速信号）不耦合，可以选用光跳纤或光波导板。目前产业链相对成熟的是光跳纤。同时应用硅光技术，计算节点通过光纤或光波导连接到交换板，传输速率可超200Gbps。

## 液冷技术

液冷(液体冷却技术),是指采用液体作为冷却介质将热量从发热端转移到散热端的一种高效散热方式。液冷散热热容量更多,液体(同体积)比热容为空气的3000倍。同时热传导更快,液体导热性能是空气的15~25倍。

### ● 芯片热耗增加的挑战

8Core CPU 热耗从第1代的70W提高到第4代的150W,平均每代复合增长率28.9%;芯片热封装壳温由第1代的64℃提高到第4代的67℃,平均每代复合增长率5.0%。

### ● 设备功耗密度增加,强迫风冷产品散热能力、噪声遭遇瓶颈

噪声指标是根据人能够接受的程度制定的,相对稳定。但随着应用场景下移(如企业级应用),要求更低的噪音,整机功率密度已逼近40W/L(高温差),对应的单机柜最大噪声已达到112.4dBA,常温噪声也已达到了78dBA。

浸没式液冷技术,可应对更高功率密度的应用环境。液冷服务器整机沉浸在绝缘、无腐蚀性、无色无味的冷却液中。浸没设备的液体有液体、气态两种形态变化,液体吸收热量后,气化,冷凝器提供冷水,将热量带出系统,带到冷却源或冷却塔换热,被冷凝器冷却后再变为液体滴落,如此循环。热源和冷媒直接进行热交换,效率更高、散热能力更强。

中兴通讯引入先进的航天科技,产品具备温度、气压检测和自动控制功能。冷凝器置于上方盖板,易于单独维护,换热效率高。根据测算,采用此系统,数据中心PUE接近1.0,节省风扇、电气等设备热耗,总体能耗降低82%。10万台服务器运行一年,每年可节约4亿度电。

液冷服务器内部不再使用风扇,没有噪音和震动。风机是高速运行机械部件,是失效率最高的环节,去掉风机后可靠性提高。电气设备隔绝空气、灰尘,避免氧化、硫化等,可靠性提高。

散热能力增强,则可支持更大的功率密度,同时对服务器进行重构设计,极大提升单位体积内的计算单元部署密度;也可部署更大功耗的处理器,单位体积计算能力提升10倍以上。这意味着,满足同等需求,则可极大减少设备占地空间,在用地紧张、地价高昂的大城市更为显著,综合运维费用降低20%以上。



中兴通讯未来电信IT设备亮相2018年世界移动通信大会

## 盲插技术

中兴通讯的未来先进计算平台采用冷板式液冷背板盲插方式,不仅维护方便、不占用面板空间,同时也不影响系统面板接口能力。水电隔离,液体快接头在电气连接的后面,不在一个深度平面空间,可以漏液导流和检测,在发现漏液的时候,告警并分级关闭液体,分区关闭电源,从而达到电信级应用安全的要求。

先进计算存储平台产品,采用全新的架构,针对电信应用进行硬件加速,并使用了光互联、液冷技术,通过巧妙的设计解决漏液的风险,达到电信级设备可靠性要求。在网络转发、数据处理、散热能力等各方面展现出极高的性能。作为全球领先的综合通信解决方案供应商,中兴通讯继续走在IT设备研发的前列。

中兴通讯Pre5G引领技术创新,未来电信IT设备支撑技术从风冷到液冷,从电到光,从传统X86计算体系到异构计算、以内存为中心计算。5G时代即将到来,站在历史的关口,新与旧技术交替,未来电信IT设备长什么样,或许能从中兴通讯最新的电信IT设备中找到线索。 ZTE中兴

# 工业PON2.0 构建工业4.0神经网络



史杰  
中兴通讯  
FM产品规划总监



苏红海  
中兴通讯  
FM产品规划经理

## 2

2017年11月27日，国务院印发了《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，这是落实“加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”要求的重大举措。该指导意见明确提出了采用工业无源光网络（PON）先进技术实施工业企业内网改造的意见，提出在2020前初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，并同时要求强化复杂生产过程中设备联网和数据采集能力，实现企业各层级数据资源端到端的集成的发展目标。

中兴通讯作为全球领先的通信厂商，积极参加“中国制造2025”国家战略，和运营商共同拓展工业网络市场。2016年，中兴通讯在业界率先推出的工业无源光网络（PON）1.0解决方案已经成为国内工业企业工厂内网改造的新选择。工业PON1.0方案已在机械、铸造、冶金、有色金属、发动机等行业得到规模应用。针对工业现场设备种类繁多、接口和总线协议不统一等导致的数据资源端到端集成无法实现的问题，中兴通讯联合合作伙伴共同推出工业无源光网络（PON）2.0解决方案。工业PON2.0实现了IT网络和OT（运营技术）网络贯通，使工厂内网更扁平，生产智能化实施更简捷，工业4.0生产智能化神经网络更合理。

### 工业4.0神经网络是工厂内网络建设目标

人工神经网络是由大量处理单元互联组成的非线性、自适应的信息处理系统，包含输入层、隐含层和输出层。与人工

神经网络相似，工业4.0神经网络是通过工业全系统的互联互通，实现工业数据的无缝集成，形成工业智能化的“神经系统”；工业互联网平台为数据汇聚、建模分析、应用开发、资源调度、监测管理等提供支撑，形成工业智能化的“神经中枢系统”，物理感知层、接入层到应用层形成工厂内的神经网络，从而发展出智能制造、网络协同、个性化定制等新模式。

工业4.0神经网络的构建面临诸多挑战：首先，目前工厂内IT网络、现场级OT网络、工厂级OT网络三者互不相通，传统OT网络的工业总线技术封闭且协议标准繁多，OT网络和IT网络完全隔离，数据采集困难；其次，现有工业网络存在带宽低、架构复杂、成本高等诸多弊端；最后，目前大部分工业制造企业IT能力相对薄弱，网络管理能力不足，安全问题频发。因此急需新的技术来进行工厂内网络改造，快速有效地实现生产智能化。

### 工业PON 2.0解决方案

近期，中兴通讯联合中国电信、明匠智能等合作伙伴共同推出工业PON2.0解决方案，工业2.0方案在成熟应用的工业PON1.0解决方案基础上技术升级，实现了标准工业协议兼容、协议容器、多种协议转换、数据采集、远程数据接入、安全访问等功能，IT、CT、OT三网互联形成一个互通的内网，帮助制造企业快速构建工业4.0扁平化的工厂内神经网络（见图1）。

工业PON 2.0方案在工业PON开放的平台架构上实现协议兼容功能和数据采集功能。协议兼容技术把异种通信协议

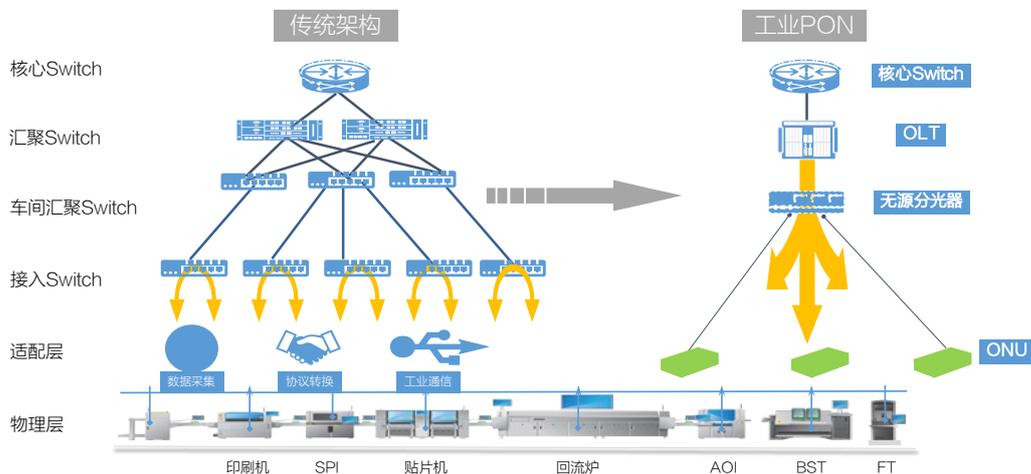


图1 工业PON 2.0架构图

通过协议转换、数据转换、地址空间重映射等技术手段转换成统一协议，把Profinet、Profibus、CClink、EthernetIP、Modbus、FOCAS等各类工业协议转换为OPC-UA协议、FDT等协议，统一协议北向连接到MES系统。协议兼容技术在工业互联网体系架构中处于产业数据采集交换位置，通过总线协议将设备数据、生产信息和环境数据等采集，然后通过统一协议为数据集成处理提供接口。

数据采集是生产智能化的基础，也是“信息化和工业化”两化融合的先决条件。数据采集利用泛在感知技术对多源设备、异构系统、运营环境、人等要素信息进行实时高效采集和云端汇聚。

工业PON2.0网关提供以太网、RS232、RS485、RS422等丰富的接口资源，实现多业务数据采集和传输。通过工业PON2.0网关可以实现生产线单个设备或者一组设备的智能化改造，将车间的生产单元改造成为智能生产单元，将生产工艺参数、设备运行状态、能源信息、环境信息以信息树的形式将数据传递给生产线上的其他单元，从而构建面向智能化的决策与控制指令的新型工业4.0神经网络。

## 工业PON 2.0解决方案特点

### 全光扁平网络架构

工业PON 2.0系统在工厂内网络实现了OLT、ONU两层网络互通贯通，融合了协议兼容转换模块、数据采集模块等物理感知层次，数据采集交流更快捷，工厂内网络更趋扁平，契合工业4.0神经网络架构。

### 三合一融合网关

工业PON2.0网关是融合型网关，集成了数据采集、数据通信、协议兼容三大功能，单一设备上实现各种主流工业通信协议兼容适配、实现工厂人、机、料、法、环各生产要素的实时数据采集、跟踪和控制，实现数据从物理设备、各加工序、工厂内信息系统和各级管理层级的纵横互联互通，为智慧安全、智慧生产、智慧能效等生产智能化应用提供数据支撑。

### 适用性广

工业PON2.0网关可以支持工厂复杂恶劣的生产环境，具备高性能处理器，配置灵活，支持多点采集、远程接入、断点续传等功能，适用于无总线接口设备、数控机床/设备、基于嵌入式板卡、基于PLC的各类机器人等各类数据采集场景应用。

### 成熟可商用

工业PON2.0已经在国内著名发动机企业试点应用，实现了车间内的所有设备的联网及数据采集，企业利用生产数据进行预测性维护分析、产品过程质量分析等应用，提高产线生产效率10%，降低缺陷产品率40%，降低设备故障停机时间50%，取得了良好的应用效果。

工业PON2.0构建的工业4.0神经网络，有效解决智能制造网络建设中各种设备复杂协议转换和数据采集难题，实现工厂内网IT和OT融合贯通，面向工业4.0目标工业互联网架构，实施效果佳，将大力推动中国企业智能制造网络化建设进程。

ZTE中兴

# 统一云管平台 加速5G应用商用化进程



王日明  
中兴通讯  
虚拟化解决方案工程师

## 移

移动通信的发展改变了人们生活。5G时代的到来，将开启“万物互联”的新纪元。5G采用分布式架构（边缘DC、区域DC、中心DC等），众多的边缘DC需要云管平台进行资源统一管理；5G业务的快速发布、按需部署需要云管的自助式服务门户作为用户门户。

### 统一管理，提升5G分布式云管理效率

3GPP为5G定义了eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（低时延高可靠）、mMTC（海量大连接）三大场景，这三大应用场景正从概念走向应用。5G的应用场景需求，如智慧城市，需要低功耗大连接通信，每平方米百万连接数，驱使云基础设施向中心靠拢；而自动驾驶，需要更低的时延和更高的可靠性，驱使云基础设施向边缘扩展。5G应用场景的多样性驱使云基础设施呈现分布式架构（中心DC、区域DC、边缘DC、接入站点等）。针对5G的组网架构，中兴通讯提出分布式云解决方案。在该解决方案中，统一云管平台（TECS Director）负责对云基础设施进行集中运营和运维管理：报表管理提供全局资产报表、计量计费报表，帮助统一运营；集中的告警、性能、日志管理帮助管理员统一运维；自动化运维帮助系统故障后的自我恢复；工单管理提供自助式故障处理，帮助用户反馈问题；服务目录管理帮助用户自助发布部署服务。

### 中间件服务能力开放，为5G应用提供能力支撑

在软件领域，中间件位于应用软件之下，为应用提供支撑，可大幅提高应用软件的开发生速度。中间件以积木的方式提供基础能力，而不强制应用软件使用它。

统一云管平台在服务目录中提供了大量的中间件服务，这些中间件服务可能来自于云基础架构/容器平台（云管平台与基础架构能力对接），可能来自于云管平台自身（云管平台的增强设计），更有可能来自于其他用户的分享（通过服务设计共享中间件）。云管平台本着开放的目的，希望在未来打造一个包含中间件在内的服务生态圈，所有使用云管平台的用户都可以参与到服务的设计中。

云管平台当前主要提供以下中间件服务：

- 数据库中间件：关系型数据库，如RDB，基于MySQL的增强，提供完善的运维和备份解决方案；分布式数据库，如mongoDB，提供高性能数据存储解决方案。
- 消息队列中间件：RabbitMQ，提供一个面向消息的中间件，提供可靠、安全的消息队列，为组件解耦提供支持；kafka，提供高吞吐量的分布式消息系统。
- 大数据中间件：基于hadoop框架的大数据分析中间件，提供海量数据的存储。
- 文件传输中间件：FTP，提供快速的文件传输；FTPS，提供基于SSL加密通道的安全文件传输。

中间件的部署和维护都交由云管平台完成，5G应用的

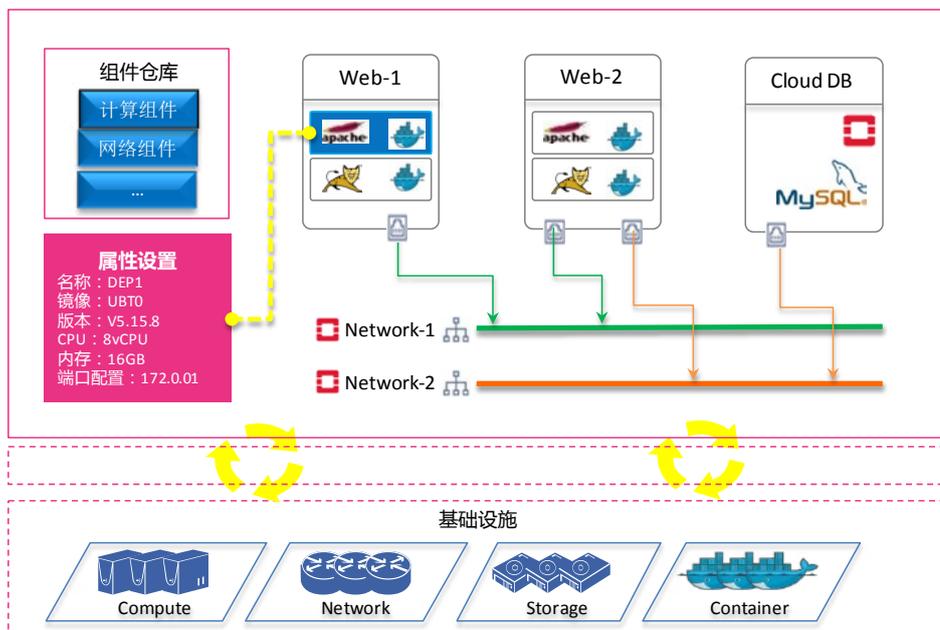


图1 云管平台的服务设计，助力5G应用快速设计编排

开发者可以使用这些中间件更快地搭建好应用框架，更专注于业务；同时，应用与这些中间件是松耦合的关系，应用可以快速地切换中间件（同一子类型的中间件提供相同的的服务，切换非常容易）。

### 服务设计，助力5G应用快速设计编排

传统的单体应用由于架构复杂，问题影响面大，新功能无法快速敏捷迭代，很难支撑5G应用的快速部署、功能更新等需求，微服务架构是5G应用的一个更好的选择。但应用在使用微服务架构的同时也引入了新的问题，如此众多的组件、容器如何协调一致地部署、版本更新？云管平台对此提供了相对完美的解决方案——协调容器云（中兴通讯的容器解决方案TECS OpenPalette）。TECS OpenPalette提供可视化的蓝图模板设计功能，帮助用户快速编排应用（见图1）。

5G应用商将自己的组件镜像上传到云管平台，通过简单的拖拉拽方式就可以完成应用的设计。在设计时，应用商不需要关注细节，仅需要根据应用特性设计业务场景，填写应用对资源的指标要求，如IOPS大

于2000kbps。在应用部署编排时，如果应用是虚拟机解决方案，云管平台会根据应用参数选择最佳的基础架构（IaaS）平台；如果应用是容器解决方案，云管平台会选择最佳的容器（PaaS）平台。

### 基于位置的编排调度，助力5G应用快速部署

5G使用毫米波通信，为保证覆盖，运营商需要建立几万甚至几百万个接入基站，每个基站根据业务需求要快速部署5G业务。如果采用传统的方式，每个站点都独立运维运营，无疑是对运营商人力成本的挑战。为提高5G业务的部署效率，统一云管平台提供基于位置的服务快速部署，帮助运营商快速完成服务能力的发放。

管理员部署5G应用时，选择需要的位置参数，就可以一键快速部署服务，几分钟之后，用户就可以在该位置享受到5G服务体验。

云管平台将原来的从虚拟机为中心转变到以业务应用为中心，帮助用户快速的发布应用，云管平台作为一个正在兴起的市场，将是5G发展的一个必然选择。 ZTE中兴



# Leading 5G Innovations