





Huawei Technologies Think Tech

# 华为技术

2017年01月 >>  
第77期

超越虚拟化，迈向原生云 / P26

极简网络助力视频体验创新 / P17

全面云化助力运营商重回价值链顶端 / P10

## 重构网络架构 唤醒网络原力



扫描体验移动阅读



# 云时代，让您轻松面对业务压力

## 华为FusionSphere云操作系统助您全面释放IT潜能

华为FusionSphere洞悉未来的云计算科技，深度融合OpenStack架构，为行业格局确立明日走向，将IT设施与云端紧密相连，共建美好全联接世界。

华为FusionSphere，释放IT潜能，为梦想加速！

了解更多，请登录[e.huawei.com](http://e.huawei.com)

创新ICT 共建全联接世界



扫二维码  
查阅解决  
方案详情



主 办：华为技术有限公司  
企业沟通部

主 编：高先瑞 (sally@huawei.com)

编 辑：潘 陶 米雪苹 薛 桦  
曹智慧 姚海飞 许胜蓝  
Gary Maidment

美术编辑：周书敏

本期编委：李朝阳 袁 博 戴利彬  
留浩飞 何 哲 刘 皓

发 行：王芬芬

电子版请访问 [www.huawei.com](http://www.huawei.com) 阅读或下载  
索阅、投稿、建议和意见反馈，请联系  
华为技术有限公司企业沟通部

Email: [HWtech@huawei.com](mailto:HWtech@huawei.com)

地 址：深圳市龙岗区坂田华为基地 H1

邮 编：518129

电 话：(0755) 89241255, 89241660

传 真：(0755) 89241674

出版物登记证号：粤 B 第 10148 号

版权所有 ©2017 华为技术有限公司，保留  
一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单  
位和个人不得擅自摘抄、复制本资料内容  
的部分或全部，并不得以任何形式传播。

#### 无担保声明

本资料内容仅供参考，均“如是”提供，除  
非适用法要求，华为技术有限公司对本资  
料所有内容不提供任何明示或暗示的保证，  
包括但不限于适销性或者适用于某一特定  
目的的保证。在法律允许的范围内，华为  
技术有限公司在任何情况下都不对因使用  
本资料任何内容而产生的任何特殊的、附  
带的、间接的、继发性的损害进行赔偿，  
也不对任何利润、数据、商誉或预期节约  
的损失进行赔偿。

(内部发行 免费赠阅)

## 独行快，众行远 携手拓展新蓝海



从 1860 年瓦特发明第一台蒸汽机到现在，156 年之间人类建造了无数的道路、桥梁、隧道……，人类的足迹也遍布了世界各个角落——山川大河、深海高空、沟壑巨峰……。同样，随着信息技术的深入发展，全社会的数字化浪潮正在加速兴起，各行各业各领域的数字化转型进程正在开启，信息行业新的发展浪潮已经来临。

回顾信息产业的发展历程，可以归纳为 3 波市场浪潮。在信息通信业诞生初期，整个行业以满足人们的基本通信需求为目标，致力于解决用户的普遍接入问题，第一波市场主要以拓展人口红利为目标；其后基于通信网络之上的全球互联网开始普及，OTT 水平应用开始繁荣起来，出现了一系列席卷全球的 OTT 互联网应用平台，这第二波市场主要以拓展数据红利为主；未来，随着信息产业深入发展，信息技术将对社会上各行各业进行改造，开启全行业的数字化转型历程，这将是一波很大的市场，其中运营商将发挥重要作用，成为全社会数字化转型的基石。

挑战与机遇并存，运营商走向垂直市场需要依托自身的网络优势构建起灵活的商用模式，以及快速市场反应能力和生态构建能力。电信网络经过 100 多年的发展，面对支撑未来全社会各行各业数字化转型这一历史使命，需要进一步唤醒网络“原力”，释放网络潜能，构建起弹性、智能的网络基础设施和灵活、敏捷的开放运营平台，使视频、物联网和云服务等业务成为新的网络基础业务。

华为很早就洞悉了信息行业的未来趋势，早在 2012 年就提出了面向未来基于“全面云化”架构的下一代网络战略——软件定义的电信网络 SoftCOM (Software Defined Telecom)，基于云、SDN 和 NFV 等最新技术帮助运营商实现业务、运营、网络和设备各层面的云化，实现全网资源和管道流量集中控制和管理，从而满足上层业务快速、多变的需求。

与此同时，华为自身也在进行数字化转型，针对内部员工部署了“三朵云”——体验云、知识云和方案云，支撑内部人员快速构建起面向数字时代的能力；同时积极参与开源社区和标准组织的建设，承担了 183 个关键职位，并与全球各行各业的领先企业建立了合作关系，一同构建数字化生态体系。

“独行快，众行远”，面对新一波市场，华为将协助运营商把握机遇，重新唤醒电信网络的“原力”，与运营商一道使能全行业数字化转型，拓展垂直市场新蓝海，成为运营商未来数字化转型道路上最紧密的合作伙伴！

华为运营商BG总裁 邹志磊

封面文章

## 重构网络架构，唤醒网络原力

网络转型的本质是商业模式转型，旨在帮助运营商从单纯提供网络基础设施服务转向提供云服务，充分发挥其网络能力优势，打造一个全新的电信业。

P04



专家论坛

## 全面云化助力运营商重回价值链顶端

运营商的数字商业转型将由网络重构开始，需要从设备、网络、业务和运营4个方面升级和云化网络，将整体网络彻底转型为“以数据中心为中心”的架构。

P10

热点聚焦

## 如何满足运营商云转型的安全诉求

运营商的商业转型引发了其网络架构的转型，安全也必须随之进行SDN/NFV转型，才能适应运营商网络的新架构，支撑其商业诉求的达成。

P14

热点聚焦

## 极简网络助力视频体验创新

OTN到边缘机房，不仅解决了未来城域网大流量和海量连接的问题，同时构建了大带宽、低时延、零丢包和易运维的极简网络架构，可完美匹配4K承载要求。

P17



热点聚焦

## 融合电信云：让运营商业务“拎包入住”

P20

## CloudVPN助力运营商掘金企业业务

P23

产业视点

超越虚拟化，  
迈向原生云

P26

企业通信云化，数字经济时代又一发展引擎

P29



产业视点

CloudVPN云专线解决方案：重新定义企业互联

P32

华为一站式网络转型服务——运营商网络架构转型的成功保障

P34



运营探讨

阿根廷电信：核心网云化为数字化转型铺平道路

阿根廷电信希望在华为的帮助下推出基于NFV的云化架构，用以改造传统的核心网，并积极探索转型之路，最终实现更加敏捷、更加开放的下一代网络。

P36

解决方案

MEC@CloudEdge构建面向5G构架的边缘云

MEC架构将网络功能和第三方应用放到网络边缘，通过将业务靠近用户进行处理，以及应用、内容与网络的协同，将为用户提供更加优质的服务。

P38



解决方案

全云化核心网，引领全面云化转型

P41

云化助力能力开放迈向成功之路

P44

解决方案

CloudFAN：迈向云时代的宽带接入架构

CloudFAN是华为面向云时代的接入网解决方案，包含网络分片、业务云化和网络管理云化3大功能，可以帮助运营商和企业构建云时代的核心竞争力。

P46

# 重构网络架构， 唤醒网络原力

网络转型的本质是商业模式转型，旨在帮助运营商从单纯提供网络基础设施服务转向提供云服务，充分发挥其网络能力优势，打造一个全新的电信业。

文/华为运营商BG网络架构转型部部长 袁博



袁博

华为运营商BG  
网络架构转型部部长

从 1876 年电话发明到现在，140 年时间里，通信网络从窄带变成宽带、从固定扩展到无线、从 TDM 演进到 IP、从单一语音业务发展到基于互联网的各种数字化业务，可以说发生了翻天覆地的变化。通信服务也已经渗透到各行各业和人们生活的点点滴滴之中，社会经济的各个侧面都折射出通信技术进步所带来的巨大能量。

## 运营商网络转型的4大驱动力

进入 21 世纪，曾经承载了整个行业多年心血、沉淀了数万亿美元资产的通信网络却显得有些步履蹒跚，运营商面临着收入增长放缓、用户 ARPU 增长乏力、运营效率低、新业务上线周期长，以及无法快速满足多变的用户需求等诸多困境。传统语音和短信业务的利润正逐渐被新一代的数字业务侵蚀，同时还面临着 OTT 厂商的激烈竞争。

如何迎接这些挑战、并在日益白热化的商业竞争中存活下来，是当今运营商所要面对的生死攸关的问题。求变，已经是全行业的共识，彻底的变革需要从运营商的核心网络转型开始；同时，有 4 大驱动力迫使运营商进行 ICT 网络转型。

### 业务驱动

云服务、视频（尤其是高清视频）、VR/AR/MR、物联网以及 5G 等新应用将是未来运营商的主流业务。运营商网络将承载这些业务，同时满足不同业务对网络多样化的需求，例如超低时延、高带宽、高可靠性、巨量的并发连接数、无缝连接、

高安全、快速业务发放以及易于在线快速定制化等。

### 体验驱动

运营商提供的 ICT 数字业务要能满足实时（Real-time）、按需（On-demand）、全在线（All-online）、服务自助（DIY）和社交化（Social）的用户体验，而传统的网络架构显然难以支撑这些体验需求。

### 运维驱动

运营商渴望未来的网络能够更加智能和弹性，用自动化分发和部署来取代手工配置，以实现敏捷运维；同时，也要能实时和自动地调整网络的资源分配，实现弹性扩/缩容以及自动故障隔离和自愈；另外，由于在业务创新上很难与 OTT 抗衡，运营商还希望能通过整合并开放其网络能力来吸引第三方合作伙伴（包括 OTT），一起进行业务创新，并通过新一代的运营平台和数字市场把这些业务提供给企业和最终用户，满足用户的 ROADS 体验，从而打造一个完整的生态系统。但运营商传统的网络架构显然无法支撑未来的运营平台，因为在传统的网络架构下，很难统一、动态地调整和改变网元的性能和配置，第三方合作伙伴也无法有效地调用运营商网络能力来进行业务创新。

### TCO/TVO驱动

运营商不仅面临着收入增长放缓的困扰，随着数据流量的指数级增长，其还需要持续加大基础设施投资，而这必然也会导致 TCO 的急剧增

运营商网络转型的核心是重新释放其网络基础设施的巨大价值，通过 SDN/NFV 和云计算技术对网络进行软件化和云化改造，使之具备敏捷、开放和自动化的特性，成为业务的高效使能平台，并支撑无缝的业务体验。

长；同时，传统网络的资源利用率却又相对低下，扩容成本变得越来越高，使得运营商难以为继。所以，运营商迫切希望通过网络转型来最大化投资回报率（ROI）和总体拥有价值（TVO），并提升其网络资源利用率。

## 网络转型重新释放基础设施价值

运营商网络转型的核心是重新释放其网络基础设施的巨大价值，通过 SDN/NFV 和云计算技术对网络进行软件化和云化改造，使之具备敏捷、开放和自动化的特性，成为业务的高效使能平台，并支撑无缝的业务体验。网络转型的本质是一种基于云计算、超越连接本身的商业模式转型，旨在帮助运营商抓住战略机遇，从单纯提供网络基础设施服务转向提供云服务，从而充分发挥自身网络能力的优势，打造一个全新的电信业。未来，运营商不仅仅可以提供 IaaS 服务，还可以提供 PaaS 和 SaaS 服务，用户只需按需付费即可。当然，运营商的网络转型是一个浩大的工程，将包含业务转型、架构转型、网络转型和运营转型。

### 架构转型

运营商将以数据中心为核心来重构整个 ICT 网络的基础设施。未来的目标网络架构将是以前数据中心为核心的云化架构。在此架构下，信息的存储、处理和交换，以及业务处理和交易都将在数据中心内进行。数据中心也将成为未来的“电话交换机”。

未来的数据中心将是分布式的云数据中心，通过云计算和 SDN 技术对传统数据中心基础架构进行了改造。它以物理分散和逻辑统一为核心思想，在数据中心内的物理资源虚拟化后，进一步地逻辑池化，并且逻辑资源池可以跨多

个数据中心。在逻辑资源池上提供虚拟的数据中心（vDC）给用户或租户使用，从而将离散、分层和异构的多个数据中心联结成新的分布式云数据中心。分布式云数据中心实现了开放弹性的架构，通过 SDN 云网协同解决了跨数据中心的资源统一调度，提高了资源使用效率，降低了管理的复杂度，改善了用户体验。云数据中心不仅将承载电信云，也将支持运营商私有云和公有云业务，实现融合、统一的 ICT 架构。

### 网络转型

网络转型是通过 SDN 和 NFV 技术在云化数据中心的基础架构上构建敏捷、开放、自动化的运营商网络。

SDN 让转发与控制面分离，实现集中控制，使能全网统一管理，来保证更好的网络资源配置和更高的效率。通过 SDN 控制器和北向的协同器以及 SDN 应用，可以在 DC 内、DC 互联、接入网和广域网等网络实现端到端的业务快速部署和网络自动化。SDN 构建起一个软件化可编程、面向应用的、开放的智能网络。

NFV 通过软硬件解耦实现网元的软件化。虚拟化的软件实体（VNF）运行在统一的基于云数据中心的 NFV 架构（NFVI）上。NFV 管理系统与协同器（MANO）能在云化架构上实现物理和虚拟资源的统一编排和生命周期管理。

SDN 和 NFV 相结合，实现了网络和网元功能的软件化——能够更快地实现新业务的开发与部署；能够基于现网业务流量来进行网络的自动化部署和弹性扩缩容；能够通过故障隔离和故障自愈来实现系统的自治管理等。网络资源的使用率得到提升，部署与运维效率得到改善，业务上线时间得到缩短，网络的关键能力也能更好地开放给第三方合作伙伴和开发者，这对未来新的商业模式

将起到至关重要的支撑作用。

## 运营转型

运营转型不仅仅局限于提供在线客户服务和在线销售，同时也要满足以客户需求为导向的流程转型。运营商传统的商业模式将被数字化和互联网化趋势重新塑造。新型、敏捷的数字化运营模式将协同业务运营和基础设施运维管理来使能一个开放的数字化生态系统，并满足 ROADS 式业务体验。运营转型将提供一个灵活的一切即服务模式，以满足快节奏和个性化的用户需求。大数据将在数据驱动决策和智能运营方面扮演关键角色。

运营商的下一代数字化运营系统将不仅仅是一个平台或软硬件产品，其能为不同的使用者呈现差异化的功能视图。

对于用户而言，下一代运营系统是类似于“电商”的平台，用户可以根据自身需要选购并定制相应的数字服务和产品，包括运营商的产品或其他第三方的产品。

对于运营商自身来说，下一代运营系统能帮助其通过敏捷运营实现业务开发和运营目标，例如开发新业务、开展市场营销活动或提供新的解决方案等；对于商业合作伙伴来说，下一代运营系统是“渠道”，也是业务发展和开发平台（通过

运营商网络能力开放 API 的调用）。

所以，下一代运营系统实际上是一个面向运营商、合作伙伴和最终用户的商业使能系统；同时，其还要支持全网端到端的业务和资源编排与协同，使能全网资源的生命周期、决策和工作流管理，使能基础设施运维的自动化。

## 网络转型不可能一蹴而就

以终为始，运营商 ICT 网络转型将是一个长期的过程，需要围绕下面 3 个核心目标进行考虑：

**首先，速度“觉醒”：**加速新业务上线速度（TTM），从传统几个月才能完成新业务上线缩短到几天就能完成一个新业务的上线；提升用户需求响应速度，用户业务订购和修改在线完成、即时生效；缩短业务创新周期，让更多创新业务在网络上快速实现。

**其次，功能“觉醒”：**加大网络能力开放上的表现，对外提供统一、丰富的开放 API 接口，使能第三方应用灵活调用，实现网络能力变现、收入提升和业务创新。

**第三，效率“觉醒”：**提升网络资源利用率，优化网络流量调度，最终节省 TCO；通过集中化和自动化工具平台引入高效 IT 运维模式，提升网络运维效率，从而有效降低 OPEX。



华为已与全球众多领先运营商开展了成功的SDN/NFV商用部署，并在全球建设了多个开放实验室(OpenLab)，积极参加开源组织和生态建设，期待与行业紧密协作，共同打造新型的未来网络，让复苏的网络原力成为运营商数字化转型的强大引擎。

## 运营商网络转型四步走

### 第一步

从业务规划和体验规划开始，将作为后期网络架构设计和演进规划的关键输入。

对云数据中心的分级规划和设计，一般将涵盖中心数据中心、区域数据中心和本地数据中心3级。

### 第二步

要实现这3大“觉醒”目标，充分达到释放网络潜力的目标，让商业成功成为转型投资的最佳回报，需要运营商有策略、分阶段地逐步实施。

## 运营商网络转型四步走

### 第一步，从业务规划和体验规划开始

业务规划主要是梳理运营商未来的主营业务，并根据其商业价值、可行性以及与运营商战略目标的匹配度给出一个路线图；同时，对相关业务的用户量也要有个预测。而业务确定后，还需要通过体验规划识别出影响这些业务体验的主要KQI，并分解到KPI。这些都将成为后期网络架构设计和演进规划的关键输入。

### 第二步，对云数据中心的分级规划和设计

未来，运营商ICT网络的架构将是一个包含多级分布式云数据中心的逻辑层次体系，一般来说将涵盖中心数据

中心、区域数据中心和本地数据中心3级，每级数据中心承载不同的业务，满足不同的用户体验诉求。前期体验规划给出的KPI（时延和带宽等）将作为数据中心选址和分级设计的重要依据。除此之外，还要考虑现网网元的部署情况、网络拓扑与流量、城市与人口、2G/3G/4G覆盖率，以及自然灾害分布等因素。

中心数据中心一般是集团使用，主要承载集约化运营业务，例如运营商的公有云业务和集约化IT等；区域数据中心承载有属地化需求和计算敏感类业务，例如政企云、VAS以及省份或子网IT，另外控制面和信令面网元也可以集中部署在区域数据中心；本地数据中心主要部署转发敏感类网元（时延要求较高），用户面网元要下沉到地市，以尽量靠近最终用户，满足用户对高清视频等业务的体验诉求。

当然，上述3级的划分只是个参考架构，并非一成不变的。根据运营商网络的具体情况也可以规划为2级、甚至

第三步

对运行在云数据中心上的 VNF 进行演进规划，需结合业务规划、技术成熟度、用户量预测和现网设备的生命周期分析等综合考虑。

结合 SDN/NFV 的引入，开始下一代运营平台的建设，转型的最后将实现运营商网络的全面云化。

第四步

可以是 4 级。例如，一些对转发极度敏感（时延要求极高）的用户面网元还可以继续下沉到边缘数据中心，来满足未来用户业务的极致体验诉求。

最终，基于 SDN 的城域网和骨干网将把这些数据中心连接起来，构建一个端到端的敏捷网络。规划完成后，就是对云数据中心设施（NFVI 以及“风火水电”等）的选型和设计，保证电信级的性能。

### 第三步，对运行在云数据中心上的 VNF 进行演进规划

演进路线需要结合业务规划、技术成熟度、用户量预测和现网设备的生命周期分析等进行综合考虑，如果现网已有相关传统设备，VNF 的引入必须结合传统设备的逐步退网来实施，以保证运营商对现网的投资最大化以及业务的平滑迁移。对 SDN 的部署来说，其引入策略为：DCN → DCI → CloudVPN → SDN-WAN，然后是从 Overlay 往 Underlay 发展，从而实现网络控制的集中化和自动化，打造灵活、可编程的网络。

### 第四步，结合 SDN/NFV 的引入，开始下一代运营平台的建设

下一代运营平台的建设中 IES 首当其冲，以便率先实现全网业务和资源的端到端编排与协同，支撑运维管理。转型的最后将实现运营商网络的全面云化。

不积跬步，无以致千里。为实现网络原力觉醒，未来网络架构转型不可能一蹴而就，运营商需要以分阶段的形式逐步深入网络转型，渐进式地提升网络架构的弹性和网络运维的敏捷程度，并构建与此相关的组织与能力。

华为基于在电信网络和 IT 市场上的几十年经验，早在 2012 年就提出面向“全面云化”的未来网络目标架构——“软件定义的电信网络 SoftCOM (Software Defined Telecom)”，旨在构建一个统一、开放的 ICT 基础设施架构，助力运营商实现包括设备云化、网络云化、业务云化和运营云化的目标。

在试点商用方面，截止到目前，华为已与全球众多领先运营商在网络转型的多个领域开展了成功的 SDN 和 NFV 商用部署，并在全球建设了多个开放实验室 (OpenLab)，积极参加开源组织和生态开放建设，期待与行业紧密协作、合作共赢，共同打造新型的未来网络，让复苏的网络原力成为运营商数字化转型的强大引擎。[H]

# 迈向未来网络2020 全面云化助力运营商 重回价值链顶端





蒋均牧

中国通信网首席记者



运营商的数字商业转型将由网络重构开始，需要从设备、网络、业务和运营4个方面升级和云化网络，将整体网络彻底转型为“以数据中心为中心”的架构，所有的网络功能和业务应用都将运行在云数据中心上。

文/蒋均牧



“云是联接、云是服务、云是变革、云是信任、云也是生态，云是一个

大时代”，云 2.0 时代已然到来——在你看得到或看不到的地方，数字化变革正在所有行业发生，以前所未有的速度重塑现实世界；预计在未来 10 年，85% 的企业应用都将迁移到云上。无论是“围墙花园”被打破后市场倒逼的应对之举，还是主动拥抱未来加速向综合智能信息服务提供商迈进，数字化转型已经成为越来越多基础电信运营商的共同选择。

以云为核心的网络重构是数字化转型成功的前提。一方面，数字服务的提供和商业模式的创新，在很大程度上依赖于网络架构的弹性、网络运维的敏捷程度，以及与此相关的组织与能力构建；另一方面，一条能够满足消费者 ROADS 需求、“随云而动”的管道，亦是运营商参与垂直行业竞争、重整价值链的核心竞争力。

然而，虚拟化只是开始，网络云化演进难以一蹴而就。同时，这样的转型跨越了 IT 与通信，既要实现 IT 领域的开源开放能力，也要延续通信行业的严谨可靠，并最大限度保障运营商的已有投资。而过长的多厂商集成时间和复杂的跨层故障定位等新问题的出现也将带来严峻挑战。运营商如何重新点亮网络基础设施、真正释放管道能力，并以此

为引擎驱动下一轮价值增长和商业发展，需要整个行业共同来探索。

## 从转型热潮说起

数字化转型已成为近年来通信行业最鲜明的主题。领先运营商也纷纷提出并启动了转型计划，诸如 AT&T 的 Domain 2.0、西班牙电信的 UNICA、德国电信的 PAN-EU，以及中国移动的大连接战略和中国电信的转型升级 3.0 等；各大技术提供商亦围绕于此做出技术规划、定制解决方案。

转型热潮源于运营商面临的现实压力，也来自其用户需求的变迁。伴随数字世界与现实世界的加速融合，今天的通信市场正处于变革的阵痛期。人口红利渐逝、传统业务遭到冲击、流量营收陷入“剪刀差”，这些都已成为高悬于运营商乃至行业头顶的“达摩克利斯之剑”。根据工业和信息化部数据，2016 年春节假期全国移动短信发送量仅为 2015 年的三分之二，手机用户消费的移动互联网流量则是 2015 年的 2.6 倍，由此可见一斑。

在全社会的信息化过程中，业务和应用由原先的计算机和网络生态系统定义，转变为由用户体验描述；而消费者的消费方式和行为也经历着深刻变化，对互联网的依赖性与日俱增，这种改变带来的影响是全行业性的。

不可忽视的是，经过过去数十年的建设，全球运营商在网络基础设施上沉淀了数万亿美元的投资，网络架构转型也意味着将重新释放出这些基础设施的巨大价值。

互联网化的体验需求被华为总结为 ROADS，并成为行业共识，即实时（Real-time）、按需（On-demand）、全在线（All-online）、服务自助（DIY）和社交化（Social）。这要求运营商具备更加敏捷的运营能力，并构建开放、合作的生态系统，以支撑网络能力开放、缩短业务上市周期、降低运营成本，以及推动数字业务创新等商业目标。

## 2B的风口

正如华为运营商 BG 总裁邹志磊所言，“云是一个百年大时代，其纵深将远超我们的想象。市场会细分，任何一家有作为的公司都可以找到自己的定位”。数字洪流带来的不只有挑战，各种新兴技术走向成熟、新业务和新应用不断涌现，也孕育着巨大的市场机会。

回顾信息产业过去的发展历程，产业转型可归纳为 3 波浪潮。第一波是在 2000 年以前，整个产业的发展以网络为中心，网络设备商是绝对的主角，思科曾以 5500 亿美元一度成为市值最高的公司；第二波是从 2000 ~ 2015 年，产业转型为以水平应用为中心，互联网巨头们纷纷崛起，在美国出现了谷歌（Alphabet）、Facebook 和亚马逊，在中国则造就了腾讯、阿里巴巴和百度；而第三波转型浪潮则是从今天到未来的 20 ~ 30 年，产业发展将以垂直生态为中心，这次变革的核心是传统产业的升级。

数字经济的发展之快远远超出人们预期，全联接世界正逐渐成为现实。在视频和云计算等趋势下，只要把握机会，运营商亦有望重回价值链顶端。例如随着人们沟通和体验方式的变化，视频已经成为普遍性需求，占据 50% 以上的网络流量，且在未来的 3 ~ 5 年中将进一步增长至 80%。如果运营商不去主动拥抱这一变化，这将变成一个巨大的负担，而反之则有可能将之打造成新的基础业务。

更广袤的市场将出现在垂直行业，上万亿规模的新“蓝海”正在形成。“工业 4.0”、“中国制造 2025”宣布的新工业革命正在到来，互联网将作为一个关键的要素嵌入到传统行业中，并对传统行业进行改造，这并非互联网对各个行业的渗

透（互联网+），而是各个行业充分借鉴互联网模式的升级（+互联网）。到 2025 年，行业数字化转型的市场空间预计将达到 1.5 万亿美元。垂直行业的视频应用也将迅猛发展，在不远的将来，视频将贯穿人的一生、应用于各行各业，成为一种新的生活方式和人生体验。

运营商参与垂直行业竞争有着先天优势——在业务所在地具备良好品牌、拥有全国性网络基础设施和数据中心机房，以及广泛的政企 / 大客户资源等诸多长处，例如，德国电信、英国电信和 Orange 等不少运营商自身都运营有独立的企业业务。

事实也证明，国内基于互联网的企业服务市场 2015 年以来出现了井喷式的发展；而在西方发达国家，2B 领域更是早于中国市场成为投资者、创业者和科技巨头的兵家必争之地。未来，运营商还将有机会为企业客户打造电信级的云数据中心，提供公有云、私有云、混合云、云专线和云安全等一系列电信级 B2B 业务。例如，德国电信即携手华为抢滩云服务市场，于 2016 年 3 月在 CeBIT 展上宣布正式商用了“开放电信云（Open Telekom Cloud）”。

## 迈向未来网络 2020

数字世界的根基在于网络，运营商成为数字社会使能者的关键同样在于网络。但与此同时，传统“竖井式 / 烟囱式”的网络架构越来越难以适应云时代，在资源共享、敏捷创新、弹性扩展和简易运维等方面均存在明显不足，甚至成为业务创新与发展的桎梏。

数字商业转型由网络重构开始。首先，视频和云驱动着数据中心流量激增，到 2019 年预计将达到 10.4ZB，网络必须能够支持海量流量的承载；其次，随着内容向数据中心集中，网络流量模型也在发生变化，向着“以数据中心为中心”迁移；同时，新的应用如物联网的逐渐普及，对网络业务能力的多样性也提出了新的需求。从最终用户角度出发，尽管带宽的提升仍是最基本的诉求，但如何快速响应不同用户、不同业务以及不同时间段对网络的动态需求将成为新的挑战。

不可忽视的是，经过过去数十年的建设，全球

运营商在网络基础设施上沉淀了数万亿美元的投资，网络架构转型也意味着将重新释放出这些基础设施的巨大价值。

面向 2020 的敏捷架构将成为运营商的重要保障，为运营商建设“以用户和应用为中心”的网络运营能力提供支撑。根据华为发布并获得业界普遍认可的“全面云化”战略，运营商需要从设备、网络、业务和运营 4 个方面升级和云化网络，实现硬件资源的池化、软件架构的全分布化和系统的全自动化。在该战略下，整体网络将彻底转型为“以数据中心为中心”的架构，所有的网络功能和业务应用都将运行在云数据中心上。

作为推动网络向“未来网络 2020 架构”演进的重要驱动力和基石，SDN 和 NFV 分别从“软件定义”和“虚拟化”两个不同的维度描述了未来网络的发展方向，代表了革命性的架构创新。前者侧重于网络能力的开放，实现对业务需求的灵活和动态支持；后者则关注基础服务架构的统一，并进一步通过“云化”实现物理资源的弹性分配。通过 SDN/NFV 技术对网络进行软件定义和云化改造，将使网络成为业务的高效使能平台。

早在 2013 年，AT&T 便制定了名为 Domain 2.0 的庞大网络重构计划，旨在改变传统的以硬件为中心的网络构架，转向应用 SDN/NFV 的虚拟化网络，其规划是到 2020 年实现 75% 网络的虚拟化；沃达丰也在 2013 年提出了“Everything moves on Cloud”愿景，致力于将包括网络功能、消费者和垂直行业应用以及内部 IT 系统在内的所有一切迁移至云上，从而降低成本、敏捷运营、加快新业务上市速度，同时获得进入更广阔市场的机会。2015 年 7 月，沃达丰携手华为在意大利推出了全球首张商用云化 VoLTE 网络。

国内 3 大运营商亦将基于 SDN/NFV 的网络架构转型视为数字化转型的关键。

中国移动的 NovoNet2020 愿景即希望融合 NFV 和 SDN 等新技术，构建一张资源可全局调度、能力可全面开放、容量可弹性伸缩，以及架构可灵活调整的新一代网络；中国联通通过 CUBE-Net2.0 白皮书诠释了其对未来网络演进的构想，提出引入 SDN、NFV 和云等新技术，实现网络架构的重构，以增强网络服务能力并降低网络运营成本，实现网络健康发展；而中国电信 2016 年 6 月在世界移动大会（上海）期间提出的转型升级 3.0 中，亦宣布要引入 SDN、NFV 和云等新技术，打造简洁、集约、敏捷和开放的新型网络，实现网络和 IT 的融合与开放。

## 虚拟化只是开始

目前，NFV 等技术已经可以协助运营商有效实现 ICT 网络设备硬件的标准化和虚拟化，但虚拟化只是开始，网络的云化演进亦难以一蹴而就，这将是一个长周期、分阶段和渐进式的过程。同时，这样的转型跨越了 IT 与通信，既要实现 IT 领域的开源开放能力、也要延续通信行业的严谨可靠，且最大限度保障运营商的已有投资。

根据业界共识，网络层面的云化将遵循从控制到转发、从核心到边缘、从增量到存量的顺序；而华为将运营商网络云化转型划分为 3 个主要阶段——虚拟化（Virtualization）、云化（Cloudification）和原生云（Cloud Native）。

虚拟化阶段的时间跨度为 2013 年至今，这个阶段的标志是实现软件与硬件的解耦，通过使用经过验证的 IT 技术和通用硬件来提高整个网络的资源利用率、降低成本。但由于虚拟化只能做到软硬件的基本解耦，整个系统的弹性和灵活性还无法得到充分发挥。

既然单纯的虚拟化无法充分发挥云计算技术在通信网络中的效用，运营商

必须考虑对整个软件系统做出重构解耦，增加自动化与编排协同，以实现整个系统灵活性与弹性的最大化，同时进一步提升系统资源的利用率和性能。从 2015 年开始，运营商和个别技术提供商尝试借助软件的进一步重构解耦，将软件系统变成更小颗粒的软件服务，例如负载均衡、无状态业务逻辑处理和分布式数据库等。这些更小颗粒的软件服务可以分开部署，分别具有弹性调度的功能，从而进一步提升整个系统的资源利用率。云化阶段的发展特征也符合软件颗粒小型化的行业趋势，是整个网络向全面云化演进的重要必经阶段。

原生云阶段最早将始于 2017 年，在网络云化的基础上，将引入网络切片、敏捷基础设施、微服务和容器技术等颠覆性技术，构筑全新的 ICT 运营模式实现的敏捷商道，实现运营商、第三方开发者和终端用户多方共赢的局面。

数字化转型存在着巨大的不确定性，具有高投入、高门槛、高风险和长周期——“三高一长”的特点。在数字化转型的道路上，运营商亟需对未来趋势有所洞悉、兼具相当电信和 IT 实力的合作伙伴与之共同前行。基于过去数十年来在通信和 IT 上的创新投入与积累，华为接连提出了未来网络架构 SoftCOM 和“全面云化”战略，为转型指引方向；在推动 SDN/NFV 等关键技术的成熟与商用上，华为亦走在最前沿，已携手全球 60 多家运营商开展了超过 30 个 SDN 商用合作和 130 多个 NFV 商用合作；针对 2B 的巨大商机，华为更提出了 CloudVPN 这样针对运营商发展企业数字化业务而定制、涵盖了 3 大典型业务场景（云数据中心、云专线和云增值服务）的端到端解决方案。相信在华为这样的技术提供商助力下，运营商将真正实现向原生云的跨域和网络潜力的复苏，并最终成就数字化转型成果向商业价值的转化。■

# 如何满足运营商云转型的安全诉求

运营商的商业转型引发了其网络架构的转型，安全也必须随之进行SDN/NFV转型，才能适应运营商网络的新架构，支撑其商业诉求的达成。

文/陆昆仑

## 运营商云化转型的安全诉求

**近**年来，传统电信业务增长放缓，促使运营商建设全新的云化（NFV 和 SDN）基础设施，以支撑其业务驱动的转型，满足其降低 TCO（Total Cost of Ownership）和 TTM（Time To Market）、资源弹性化以及运维自动化的商业诉求。

运营商的新商业诉求，相应对安全

也提出了新的要求：

**业务敏捷，加速业务上线，缩减 TTM：**安全自动的业务发放是电信云化和 IT 云化场景的共性需求，是加速业务上线、缩减 TTM 背后的基础竞争力之一。

**降低 OPEX（Operating Expense），解放管理员，去手工：**安全自动运维和简化管理是 SDN/NFV 和云安全实现的基石，也是客户的痛点，同时还是解放

传统安全运维操作复杂和手工依赖的出路。

**增值服务 PAYG（Pay-As-You-Grow），满足业务弹性：**创新业务收入是运营商向 SDN/NFV 演进的重要驱动力，提供丰富的租户增值安全业务、弹性扩缩和按需编排是关键支撑能力。

而传统的安全解决方案越来越难以满足运营商云化场景下的安全诉求：

**静态安全软硬件失效：**静态的传统



安全设备和软件部署在网络边界和主机等位置，在云化场景下，对于 VM 之间的东西向流量无法感知并保障安全。

**安全管理复杂化：**在大型云数据中心中云安全策略繁多，传统的手工申请、审核和配置需要耗费巨大的安全运维人力全天候处理策略的更新、审批和维护。

运营商网络的总体架构包括接入网（无线接入+固定接入）、核心网（NFV Cloud）、骨干传输网（Backbone）和云数据中心（IT Cloud），接入网和骨干传输网仍以传统架构为主，NFV 和 SDN 安全特性主要在核心网和云数据中心应用。

在运营商新的网络架构中，不同位置有着不同的安全需求：（1）vEPC 的安全需求是信令安全，安全设施需要提供 3GPP IPsec 加密等功能；（2）vMSE 的安全需求包括高性能 NAT 和 URL 过滤，以及 Anti-DDoS 等；（3）vCPE 的安全需求包括提供给企业边界防护的端到端 VPN 加密、端到端 QoS、IPS 和防病毒等；（4）IT Cloud 作为运营商提供增值电信业务（例如视频等）的重要设施，其核心安全需求是租户级的边界安全。

在上述 4 个场景中，虚拟化和云化的基础设施都要求安全业务 NFV 化；在场景（3）和（4）中，由于涉及到企业安全边界的防护（vCPE）和租户的防护（IT Cloud），需要对网络设备（包括硬件盒子和虚拟化设备 vSwitch）进行引流调度，所以安全还须融入到 SDN 网络，适配整网架构。

综上所述，运营商的商业转型引发了其网络架构转型，安全也必须随之进行 SDN/NFV 转型，才能适应运营商网络的新架构，支撑其商业诉求的达成。

## 安全 NFV 化

安全“NFV 化”是一个统称，具体还分为安全设施形态软件化、安全业务微服务化，以及在云架构中的大容量集群和弹性伸缩。

### 安全设施形态软件化

安全 NFV 化，首先是安全设施的形态可硬可软、可大可小。硬件 NGFW（Next Generation

Firewall）采用传统方式部署在云数据中心网络的各个边界，而软件 NGFW 则部署在每个 VM（Virtual Machine）中，VM 启动的时候需要同时启动软件防火墙，或者启动安全业务的 Agent。硬件和软件 NGFW 都需要能实现一虚多和多虚一，其中一虚多是指根据 NFV 业务的需要，将一套 NGFW 软硬件虚拟成多套，被不同的主机或者业务调用；而多虚一则是指多套 NGFW 软硬件池化，根据业务的需要灵活调用其中的一部分安全资源。在一虚多和多虚一的场景中，软硬件 NGFW 的灵活性和易用性都非常重要，能使一虚多和多虚一的管理更加简洁方便。

### 安全业务微服务化

安全 NFV 化，其次是业务微服务化，调度方式可分可合。vNGFW（Virtual Next Generation Firewall）包含 10 多种安全业务，包括应用识别、NAT、VPN、IPS 和 URL 过滤等等。具体实现时，这些安全业务可以 All in One 集中部署在一个 vNGFW 中，优点是部署简单；也可以分布式部署，每个虚拟安全网元（可以是一台 VM）体现为一个 VNF，在使用时通过服务链（Service Chain）调用相应的安全业务来实现，优点是灵活度高。

### 大容量集群，弹性伸缩

安全 NFV 化，第三是要能够实现大容量集群，更好地支持大流量运营商管道业务。具体的实现方式有两种：其一是分布式架构，一个 vNGFW 的不同模块（例如 URL 过滤、VPN 和 IPS）部署在不同的 VM 上，多个 VM 共同组成一个 vNGFW，实现大容量集群；其二是每个 vNGFW 部署在一个 VM 上，但通过绑定多个 VM 实现集群。vNGFW 实现大容量集群后，能够根据业务的需要组合成不同规模的安全网关，从而保证云数据中心内部各类规模流量和业务的安全防护。

## 安全融入 SDN 网络

与安全“NFV 化”类似，安全融入 SDN 网络也是一个统称，在具体实现时，安全设施需要开放北向接口被 SDN 控制器调度，同时还要支持微

安全“NFV 化”是一个统称，具体还分为安全设施形态软件化、安全业务微服务化，以及在云架构中的大容量集群和弹性伸缩。

在运营商的云化转型过程中，安全适配新的云架构是面向未来的必由之路。当前，主流的网络安全厂商，例如华为等均已发布了成熟的 NFV 化安全设施，并且充分支持 SDN 网络。

分段，最好还能支持不同的控制器生态，从而能够在多厂商混合网络中发挥作用。

### 开放北向，被控制器调度

安全融入 SDN 网络，首先需要安全网元能够被控制器平台自动化部署，基于业务链发放业务，按需调度威胁防护，实现分钟级业务发放 (Plug & Play)、自定义服务 (自动开通、扩展和回收) 以及灵活引流。

在 SDN 网络中，安全网元的具体业务流程如下：(1) 外部用户或 VM 发起一条流的首包，经过 vSwitch 后 vPath 基于策略进行解析；(2) vSwitch 识别出是一条新的流，需要被指定 vFW (Virtual Firewall) 检测，将流送到对应的 vFW；(3) vFW 实施 ACL 策略，并缓存 ACL 策略到 vSwitch；(4) 如果策略允许，报文被送到目的 VM，否则被丢弃。

由此可见，安全网元在控制器的调度之下，需要与 vSwitch 等云的网络设施紧密协同，真正在虚拟化网络中承担安全防护的职责。

### 微分段

传统数据中心用的是边界安全技术，包括 NGFW 和 IPS 等设施都是通过对流入流量进行侵入式分析来辅助确认威胁，并应用安全策略 (阻断和通过等)，允许授权用户或业务流访问数据中心相应资源。这些安全设施通常只能对南北向流量 (进出数据中心的流量) 进行分析。

但是在云数据中心的东东西向流量成为主流，由于云数据中心的网元从传统的单一硬件主机形态发展成了 VM 形态，接入云数据中心的用户也从传统的固定网络用户发展到了动态租户和移动与 IoT 用户，因此再使用传统的基于 IP 来划分安全区域的方式，已经不能满足云数据中心的安全防范需要。

微分段技术改变了传统的通过 IP 来划分区域的方式，可以通过更多的参数 (例如 OS、设备名、安全 Tag、VLAN 和 MAC 地址等) 来划分安全组，特别适用于云数据中心的动态 (动态的虚拟网元、动态的租户和动态的远程接入用户) 安全分组。因此，云数据中心内的安全网元需要能够支持微分段，对于任何流量都能基于流量的参数和标签

识别其安全组，并上报给控制器，同时接受控制器的安全策略下发并执行。

### 控制器生态圈

不同的运营商在建设云数据中心时会根据自身的需求和存量选择不同厂商的控制器和网络设备，这是运营商降低 CAPEX (Capital Expenditure) 和 OPEX 的必然诉求。因此，作为云数据中心 SDN 网络的组件，安全设施能够支持被多种云平台 and 控制器管理编排，以及能够支持多种 Hypervisor 成为必备能力，直接决定了安全设施在云数据中心网络中能否广泛使用。

在云数据中心的中心里，通常有 3 种安全管理方式——云平台 (含第三方云平台)、控制器和传统网管。安全网元支持被云平台管理，若是开源云平台 (例如 OpenStack)，则安全网元需要把自身的管理 Plugin 发布到开源社区并认证；若是第三方云平台，则安全网元需要主动和第三方厂商进行对接和适配。安全网元支持被 SDN 控制器管理，需要开放北向接口 (通常是 Restful)，主动对接相应厂商的控制器。独立网管在未来很长一段时间内还需要采用，因此安全网元北向 SNMP 和 CLI 接口仍需继续开放。

在云数据中心内，VM 之间的东西向流量没有经过实体防火墙，虚拟化流量的引流和调度掌握在 Hypervisor 以及 vSwitch 手里，因此安全厂商的虚拟防火墙往往不能独立发挥作用，安全网元需要同时适配主流 Hypervisor 及其 vSwitch，否则无法进行有效的安全管控。

## 支撑运营商云化转型成功

在运营商的云化转型过程中，安全适配新的云架构是面向未来的必由之路。当前，主流的网络安全厂商，例如华为等均已发布了成熟的 NFV 化安全设施，并且充分支持 SDN 网络。结合多年积累的适用于大流量管道的高性能安全能力，华为将会持续助力运营商简化运维、缩减 TTM、弹性调度并高效利用资源，最终支撑全球的运营商客户实现商业成功。[1]



# 极简网络助力视频体验创新

OTN到边缘机房（CO），不仅解决了未来城域网大流量和海量连接的问题，同时构建了大带宽、低时延、零丢包和易运维的极简网络架构，可完美匹配4K承载要求。

文/谢飞 夏建东

## 高品质视频体验驱动网络简化

### 视频体验成为商业成功关键

长期以来，运营商都在寻找既能满足用户需求、又能展现超宽带网络能力、还能实现商业价值的关键业务，4K的诞生解决了这一难题。4K视频让超宽带价值得到了释放，同时为用户提供了更好的业务体验，而消费者也愿意为此买单，所以说，“4K+超宽带”实现了消费者、运营商和4K内容提供商三方受益，形成了超宽带的商业正循环。正是看到4K技术所带

来的新机遇，全球已有超过60家运营商发布了视频战略，视频已成为运营商的基础业务。

据Conviva用户视频报告数据显示，35%的用户将视频观看体验作为其选择视频服务商的首要条件。当视频卡顿时，1/3的用户会感到难以忍受，立即放弃观看；84%的用户会在体验变差的1分钟内停止观看。因此，能否为最终用户提供更好的视频体验就成为了运营商商业成功的关键。

### 4K视频对网络提出更高要求

4K不仅仅是视频分辨率的提升，还带来了视频质量的4大优化：首先是画

面更清晰，4K的分辨率为 $3840 \times 2160$ ，是高清（HD）的4倍；其次是画面更流畅，从高清时代的每秒24帧提升到每秒50帧、60帧甚至120帧；再次是色彩更真实，色阶从8bit到10bit、12bit；最后是色彩更自然，4K视频的色域比高清增大了50%，码率则是高清视频流的5~10倍。

U-vMOS是华为从视频体验和网络优化角度出发建立的视频体验标准。U-vMOS的评价模型主要分为3个部分，即视频质量（sQuality）、操作体验（sInteraction）和播放体验（sView），范围覆盖视频片源分辨率、片源数量、播放屏幕尺寸、操作体验和播放流畅度等

方面，得分为 1 ~ 5 分（5：优秀；4：良好；3：一般；2：较差；1：差）。

由此，最佳体验的 4K 承载网可以定义为：以体验为中心建网，能为用户提供 U-vMOS  $\geq 4.0$  分的 4K 业务体验的端到端网络。

### 4K 视频业务驱动网络层次简化

基于传统业务（例如语音、Web 和 OTT 视频）而构建的多级汇聚、高收敛的网络架构，随着 4K 业务的规模发展将面临巨大挑战。要支撑 4K 规模发展，承载网亟需改造——破除环形拓扑，改为树形组网，将传统 ME 网络架构优化为扁平的 3 层网络结构，即 Smart CO-BNG-CR。让 IP 节点一跳直达，取消中间的逐跳汇聚转发，以减少中间站点转发成本、时延和丢包。

### “ OTN 到 CO ” 构建极简网络架构

传统城域网采用“以太网 + 光纤”直驱的方案，在 4K 视频业务快速发展的情况下，将面临光纤资源耗尽和光纤铺设周期长双重挑战。每次业务调整或扩容都需要协调光纤资源，传统的光纤扩容节奏已经不能匹配视频流量快速增长的趋势。OTN 到 CO，不仅解决了城域网大流量和海量连接的问题，同时构建了大带宽、低时延、零丢包和易运维的极简网络架构，可完美匹配 4K 承载要求。

### 大管道：构建大带宽资源池

WDM 技术的最核心特点就是容量大。由于采用波分复用技术，一对光纤可同时传输多达 80 个波长通道，单通道带宽可达 200G，总带宽高达 16T；如果再采用灵活栅格（Flex Grid）技术，则一对光纤将承载超过 20T 带宽，可为视频业务提供充足的大带宽资源池。每

### U-vMOS $\geq 4.0$ 的网络要求分解汇总

		点播业务		直播业务	
		不考虑云端优化	考虑云端优化	不考虑RET	考虑RET
4K 视频平均码率		$\geq 25\text{Mb/s}$	$\geq 25\text{Mb/s}$	$\geq 30\text{Mb/s}$	$\geq 30\text{Mb/s}$
网络指标	E2E 带宽	$\geq 100\text{Mb/s}$	$\geq 37.5\text{Mb/s}$	$\geq 56\text{Mb/s}$	$\geq 56\text{Mb/s}$
	RTT	$\leq 20\text{ms}$	$\leq 20\text{ms}$	/	/
	PLR	$\leq 3.4 \times 10^{-5}$	$\leq 2.4 \times 10^{-4}$	$\leq 10^{-6}$	$\leq 10^{-4}$

次业务开通只需增加业务端口连接，支持即插即用和远程配置，分钟级即可完成传输网络的业务调度和带宽扩容。

### 低时延：端到端可承诺低时延

分析时延产生的原因可以发现，转发节点忙时拥塞是造成时延的元凶，拥塞通常出现在大带宽进小管道或者多个管道汇入一个管道的地方，而 WDM/OTN 是一条直通硬管道，进多少出多少，从机制上杜绝了拥塞。另外，由于 WDM/OTN 助力承载网络实现了扁平化，如果采用光层波长直达，单站时延为 0；如果采用电层 ODUK 管道直达，单站时延小于 20us，视频业务端到端路径时延大幅降低，配合 T-SDN 还可以基于端到端时延选择路径。

### 零丢包：L0/L1 硬管道保证零丢包

丢包产生的原因主要有 3 个：首先是线路误码，WDM 网络最初定位为干线高质量传输，因此对线路传输误码率要求非常严格，而 OTN 则具有超强的前向纠错能力，纠错后误码率最基本要求是低于  $10^{-15}$  量级；其次是设备丢包，WDM 是硬管道，采用 OTN 映射封装模式透传业务，并不处理包，所以设备丢包降为零；第三是保护倒换引起的丢包，WDM 网络可以实现快速保护倒换，倒换时间小于 50ms，工作路径中断后，

可以把丢失的包从保护路径的 Buffer 中恢复，实现断纤后零丢包。

### 易运维：资源可视化

OTN 继承了 SDH 的维护能力，提供可视化和可管理设备，不同设备层具备清晰的告警和监测界面，使得故障定位更快捷、管理维护更简便。配合光子集成技术，在线光性能和光纤质量监控 OD/FD（Optical Doctor/Fiber Doctor）工具，可支持光层免勘测、免规划、免设计、免调测和免维护，实现了 OTN 光层数字化，大幅降低了 OPEX。

华为 OTN 业务运维系统通过端到端业务 KQI+KPI 评估，可识别网络瓶颈，确保客户体验，实现全网用户指标的可视化分析。通过业务性能分析，例如视频质量、加载时延和卡顿率等 KQI 指标以及通量带宽、时延和丢包等 KPI 指标进行综合评估，可发现关键的带宽瓶颈和性能瓶颈，帮助承载网络进行针对性的改造和优化。

### “ OTN 到 CO ” 助力 4K 直播体验创新

随着大事件直播的兴起，视频直播的在线用户正不断发展壮大，用户对于视频质量要求越来越高，例如，2016 年欧洲杯视频直播的全球在线观看数就过亿，2018 年韩国平昌冬奥会则将采用

## “OTN到CO”：极简网络架构4大优势

01

大管道

构建大带宽资源池

02

低时延

端到端  
可承诺低时延

03

零丢包

L0/L1 硬管道  
保证零丢包

04

易运维

资源可视化管理

4K 直播。相对于点播,4K 直播对承载网要求更高,网络丢包率要求小于  $10^{-6}$ 。目前业界的通用方案是采用 IP 组播,并在应用层部署 RET 丢包重传以降低视频对丢包率的要求,但是 IP 组播和 RET 配置复杂,进一步推高了 4K 直播的商用运维成本。

OTN 是 SDH 的继承者,天然支持 ODUk 组播 (Multicast) 交叉,早年全国广电节目直播就是通过 SDH 组播实现的,在 CR-BNG-CO 的 3 层极简网络架构中,由 OTN 组播直接承载 4K 直播业务,通过网管端到端一键式发放,提升了业务发放效率,降低了 4K 直播的运维成本,可保证用户全程观看无花屏、无卡顿。

## 极简网络助力运营商商业成功

### 四川电信构建 OTN 到 OLT 极简网络,助力高品质视频业务

四川电信将视频业务定位为基本业务,围绕提升视频体验进行了全面革新。从 2013 年开始,四川电信在中心城市及县乡新建波分网络,在汇聚层取消了原有交换机设备,实现了 OLT 到 BRAS/SR 一跳波长直达,解决了交换机重载时延大和视频体验差的问题;同时,OLT 上行接口由 GE 升级到 10GE,保障单用户享有 2M 承诺带宽;在城域核心层,四川电信部署了 100G OTN,支持 400G 平滑演进,构建了大带宽资源池。通过持续引领大视频发展方向(高清/4K/融合视讯),以震撼的视听体验聚集人气、促进规模,并深挖大数据能力,四川电信实现了多元化商业成功。

### 瑞士电信构建 OTN 到 CO 极简网络,一次建网,10 年无忧

瑞士电信是极简网络的另外一个例子,其采用 OTN 到边缘的建网模式,在实现业务快速开通的同时避免了多个网络之间的协调,通过为每个基站提供 1Gb/s、每个 FTTH 接入点 GE/10GE 的直达带宽,使它们直达核心层而不经任何汇聚,瑞士电信称这种方式为“fire and forget”,可确保一次建网,10 年无忧。

## 大视频时代展望

首先,最终用户对更好业务体验的追求是永无止境的,更高的清晰度、更多的屏幕和更多的观看方式都将推动视频流量的不断增长。

其次,OTT 提供的直播视频越来越普遍,通过单播来提供直播业务往往意味着劣化的体验和高昂的成本。已有运营商在探索把组播能力开放给 OTT,一方面以 Multicast-a-a-5 创新收入来源,另一方面还可缓解扩容压力,对 OTT 而言也节省了成本。

华为在帮助运营商构建极简网络的同时,持续在 T-SDN 领域加大投入,提升网络的智能化水平。到 2020 年,为匹配以 DC 为中心的业务需求,网络将聚焦在“软”能力上,具备自感知、自愈和自组织能力。把复杂留给自己,把简单带给运营商和最终用户,华为愿与运营商共同迎接大视频时代到来。[H]

# 融合电信云 让运营商业务“拎包入住”

华为融合电信云解决方案通过新建和改造数据中心，统一承载运营商IT和CT业务，实现运营商业务快速部署上线和弹性伸缩扩容，支持电信网元业务NFV云和私有云的统一融合。

文/胡杰



**鉴** 于宏观趋势、市场监管以及强有力竞争对手的挤压，在云化趋势凸显的今天，领先运营商们都在积极谋求 ICT 转型，以应对人口红利消失、运营 / 运维成本上升、流量增大和利润降低等窘境。然而，许多运营商在转型过程中必然会涉及到整体网络架构的重整，因为在整网演进过程中，围绕数据中心进行 ICT 转型已成为业界公认的方向和趋势。

华为融合电信云解决方案通过新建和改造数据中心，统一承载运营商 IT 和 CT 业务共平台部署，实现端到端管理协同，以及 DC 内与 DC 间 SDN 组网等诸多特征，实现运营业务快速部署上线、弹性伸缩扩容，支持电信网元业务 NFV 云、私有云的统一融合。

## 运营商转型过程中的思考

数字时代，越来越多的运营商都开始规划或已启动 ICT 转型战略，SDN/NFV 已成为转型之路最热门的话题，经过前期孵化和 POC 验证，慢慢开始步入商用阶段。

电信网元业务从当初的 Silo 架构模式演变成现在的虚拟化、云化架构以及多 VNF 业务共平台部署，这极大地解决了运营商提出的软硬件分层解耦、加快业务上线速度、加速业务创新、提升运维效率和降低运营成本的要求。

同时，在 IT 域，例如 BSS、OSS、大数据和 OA 等 IT 支撑应用，运营商也已经启动了架构转型，从当初“烟囱式”的业务架构转变成现在的云化架构，通过构建私有云来承载 IT 类业务也成为了运营商近年来的主要战略。

随着转型战略的步步推进，运营商思考得也更为清晰和透彻：按照之前的设想，电信业务一朵云，IT 业务一朵云，势必将同时形成 Silo 架构的两朵云，电信业务与 IT 业务无法形成真正的资源共享和完全的统一协作与管理。那么，私有云和电信云能否共 I 层，成为一朵云，实现真正意义上的 ICT 融合？

### IT和CT业务共I层可以给运营商带来哪些好处？

首先，带来组织架构的变革，推动效率提升。

业务共平台部署打破了部门壁垒，IT 业务和 CT 业务人员共平台维护各自应用，有效消除了以前两个部门互不关联的状态。

其次，IT 和 CT 共云部署，可以打通信息孤岛，整合分散资源，提升资源使用效率。

第三，一云两域、分权管理，可以统一管理和监控私有云业务和 NFV 云业务，同时根据不同的域管理各自不同的应用。

### 同时，对于IT和CT业务共I层会遭遇哪些挑战？

首先，IT 业务和 CT 业务对系统的要求不一样，如何才能同时满足 IT 和 CT 业务共存？

其次，IT 业务和 CT 业务共云后，如何保证运维管理的易用性、如何适应其给组织架构带来的变化？

## 融合电信云促进IT和CT加速融合

作为电信云基础架构解决方案，标准的 NFVI 具备了电信级的高性能、高可靠和全开放等特征，满足了电信网元业务电信级的需求，不过要实现 ICT 融合，需要同时满足 IT 和 CT 业务共存的特点。融合电信云通过新建和改造数据中心，打造 ICT 统一云，能够让电信云与私有云共享 IaaS、同时承载 IT 类和 CT 类业务、满足多类型的业务特点、实现管理协同，以及多 DC SDN 组网等诸多特征，是在标准的 NFVI 之上进行的增强。

融合电信云能解决以下问题：

### IT和CT业务共平台部署问题

电信业务和 IT 业务对平台系统的要求并不一样，以电信业务为例，一些数据面业务吞吐量较大，需要单独配置加速板。融合电信云支持 CT 和 IT 业务共一朵云，支持分布式多数据中心，支持多种虚拟资源池（KVM、VMware 和 XEN）、物理资源池和容器技术；能够实现云网协同和领先的电信级性能，满足电信级网络低时延和高吞吐量要求；使电信云业务率先实现硬件加速，以及统一的管理与运维监控；最重要的是，融合电信云基于开源、开放的 OpenStack 架构，可分层解耦，异构支持第三方软硬件系统。

融合电信云通过新建和改造数据中心，统一承载运营商IT和CT业务共平台部署，实现端到端管理协同。它是一个开放的架构，打造的是让业务实现“拎包入住”的用户体验。

融合电信云可实现从单业务到多业务、从单DC到多DC、从NFV到SDNFV的演进路线。作为ICT统一云的基石，融合电信云是运营商ICT转型战略的基础，通过融合电信云数据中心解决方案帮助运营商实现转型战略的成功。

### 数据中心网络自动化问题

融合电信云支持IT和CT业务共云部署，支持基于SDN的DC内网络自动化，支持DC内与DC间的网络协同以实现端到端的网络自动化，通过将数据中心之间大二层网络打通，实现网络资源自动化部署和弹性化扩容。

### 业务统一协调共管理问题

需要一个统一的协同层对所有的业务进行统一规划与协调，对所有的物理资源、虚拟资源和上层业务进行权限划分的管理监控。

### 融合电信云解决的客户痛点

第一，让信息孤岛变成多个DC，能共享资源池，支持分布式数据中心实现一朵云。

第二，改变Silo架构业务体验差、资源利用率低和业务TTM长等痛点，从而实现电信级的高性能和高可靠，以及资源弹性伸缩的云化架构。

第三，从当前的异构资源、多厂商和运维情况复杂转变成端到端的统一运维管理。

第四，实现软硬件解耦，建立开放的生态，保护客户的存量投资。

### 融合电信云实现的商业价值

与标准的NFVI相比，华为融合电信云能够为运营商创造3大商业价值。

**资源按需分配：**软件和硬件分层解耦，硬件资源池化。网络功能网元基于分布式数据中心，实现资源按需分配。

**网络功能一键配置：**网络功能所需的运营资源和环境配置，包括计算、网络、存储和安全等服务均由平台统一配

置。网络功能一键配置、便捷高效。

**网络功能动态调整：**网络功能软件化。网络功能应用安装、迁移、扩容、缩容和删除等操作可以随时动态调整。

电信运营商只需要关注前端业务，将主要精力放在业务的创新上，后端所有的COTS硬件和软件都交由融合电信云解决方案来进行设计和自动化运维。融合电信云为用户提供了NFV应用迁移、应用加载、云资源和原生云标准化应用等全方位服务，让运营商无需关注平台而专注于业务发展，实现真正“拎包入住”的用户体验。

### 融合电信云演进和用户体验

融合电信云可实现从单业务到多业务、从单DC到多DC、从NFV到SDNFV的演进路线。

华为融合电信云是一个开放的架构，打造的是让业务实现“拎包入住”的用户体验，该解决方案已经在拉美AM集团成功应用。根据AM集团“网络2020”战略规划，未来5年华为将帮助AM集团将其分布在19个国家的41个数据中心整合成4个逻辑数据中心，并对这4个逻辑数据中心实现统一运营框架，将当前大量的应用孤岛集成到统一的资源池，以实现跨数据中心的业务统一管理。截止到目前，华为融合电信云已经帮助客户大大缩短了业务上线时间（从6~9个月减至1周），同时实现了TCO降低25%。更为重要的是，华为融合电信云开放的NFVI平台已经顺利运行了华为、思科和Affirm等第三方NFV。

作为ICT统一云的基石，融合电信云是运营商ICT转型战略的基础，通过融合电信云数据中心解决方案帮助运营商实现转型战略的成功。[H]

# CloudVPN

## 助力运营商掘金企业业务

CloudVPN解决方案通过为企业提供更严格的SLA保障、更安全的连接、更灵活的带宽定制和更丰富的企业业务应用，助力运营商掘金B2B企业业务市场。

文/王映辉 萧宝权 陈远思

### B2B：运营商的下一个万亿级市场机遇

**在**通信领域，传统的以个人为最终用户的B2C业务领域已经日渐饱和，发展疲软，产业进入增长趋缓、竞争加剧的整合期。语音和短信业务早在几年前就已经进入下行通道，业务收入明显减少。基于固定和移动接入的家庭宽带和IPTV等增值服务也出现了增长放缓的趋势。

然而，与B2C市场红利逐步被挖掘

殆尽不同，B2B市场却呈现出另外一番景象，面向企业的专线服务和云数据中心服务近年来呈现出高速增长局面。未来，运营商还将有机会为企业客户打造电信级的云数据中心，提供公有云、私有云、混合云、云专线和云安全等一系列电信级B2B业务。此外，还有大量的新兴企业业务，例如大数据和物联网等，也都在蓬勃发展，迅速增长。

伴随着B2B市场的不断发展，全球运营商的战略重点也逐步由2C转向2B，这也成为全球范围内运营商转型

的重要趋势。从AT&T的Domain 2.0战略、沃达丰的Ocean战略，到德电的OTC公有云和Telefonica的UNICA项目等，各大领先运营商已纷纷重兵投入B2B企业业务。将B2B业务打造成为运营商新的业务增长引擎已进入关键时期。

Analysys Mason的市场调查和研究显示，运营商的整体营收在未来5年将略微下滑；而企业业务的营业收入占整体营业收入的百分比在不断增长。B2B业务无疑将成为电信运营商的下一个增



长点，利用 B2B 服务助力企业组织规模化、效率化，为企业服务带来了发展窗口期，B2B 市场将是一个价值万亿级的市场机遇。

然而，运营商业务系统数十年来“烟囱式”的建设和运营，使其网络封闭严重，已经成为发展 B2B 业务的主要障碍，传统运营商网络在发展 B2B 业务时主要面临以下几个问题：

第一，新业务发放速度慢，从业务申请到开通往往需要长达 1~3 个月的时间。

第二，海量 CPE 设备的升级维护成本，运维效率低下。

第三，网络封闭僵化，业务创新难，无法满足不断变化的业务创新需求。

这些问题一方面造成 B2B 业务发展困难，成本居高不下，影响运营商 B2B 业务的利润空间和扩张能力；另一方面，又使运营商在面临来自 OTT 的激烈竞争时，用户严重流失，竞争局面被动。

因此，运营商要想抓住 B2B 业务的万亿级“风口”，在 B2B 业务发展中获得成功，就必须在商业模式、业务方向和网络架构上进行真正的创新和突破，而 SDN 和 NFV 技术正是帮助运营商摆脱困境，重构网络架构，唤醒网络原力，助力其掘金 B2B 企业业务的必经之路。

## 基于SDN/NFV技术的企业业务云化

### SDN/NFV CloudVPN企业业务

为了帮助运营商把握市场机遇，发展 2B 业务，技术厂商已经在解决方案和应用实践方面进行了大量创新和持续耕耘。以华为为例，基于自身在 SDN 和 NFV 领域的经验和积累，提出了旨在帮助运营商进军企业市场、发展新

兴业务的 CloudVPN 理念，并提出了对应的解决方案，帮助运营商逐步实现企业 B2B 业务的虚拟化和全面云化。CloudVPN 在目前阶段主要针对运营商 B2B 业务的 3 大典型业务场景，包括云 DC、云专线和云 VAS。基于 SDN/NFV 网络，运营商能够为企业客户提供电信级的 B2B 业务，并且相比 OTT，运营商 CloudVPN 提供的业务具备更严格的 SLA 保障、更安全的连接，以及更灵活的带宽定制等核心竞争优势。

### SDN/NFV CloudVPN解决方案

CloudVPN 解决方案利用华为公司业界领先的敏捷网络技术和开放生态链，为运营商的企业客户打造电信级的云 DC、云接入和增值服务的统一业务平台。CloudVPN 解决方案主要包括以下 3 个部分：

**云 DC：**云数据中心解决方案。利用资源虚拟化 (Virtualization) 和业务动态编排 (Dynamic Service Orchestration) 实现多数据中心资源池化、业务自动发放和可视化运维。

**云专线：**基于 Overlay 技术的云专线解决方案，实现连接快速打通、带宽按需调整、用户自助服务，以及基于租户的性能监控与优化；提供企业侧多样化接入，有低成本的瘦 CPE 和基于 x86 平台且支持虚拟化网络功能的胖 CPE。

**云 VAS：**指云增值服务，包括企业安全服务和 WAN 加速等增值服务。采用虚拟网络功能 (VNF) 和灵活业务链功能实现多样化网络增值业务，包括防火墙 VNF (实现 Anti-DDoS、IDS 和业务感知等安全功能)、负载均衡 VNF、广域网加速和企业融合通信等。企业客户可以通过 Portal 实现远程升级和企业内部通信自主管理。企业云通信与 SDN Controller 联动，实现动态 QoS、定位跟踪诊断以及智能路由选择，可以进一

步实现业务可视化运营。

### SDN/NFV CloudVPN部署演进

实现 B2B 业务的全面云化并非一蹴而就，需要运营商从商业模式、业务流程和网络架构等方面进行综合考虑和权衡。CloudVPN 解决方案的部署涉及数据中心、企业接入到城域网端到端整网架构的演进，需要运营商和解决方案供应商一起紧密合作，分阶段、有节奏地推进部署。

具体而言，CloudVPN 的部署建议分为以下 3 个阶段：

第一步，提供云数据中心服务，让企业的应用搬迁到运营商提供的数据中心，提供多 DC 资源池化、业务自动分发和可视化运维；同时，在连接上实现企业专线和传统 CPE 业务的云化。通过 CloudVPN/CloudCPE 子解决方案，实现专线业务的在线订购和快速开通；CPE 即插即用；带宽动态调整以及流量的可视化监控和调优。

第二步，在专线业务云化的基础上，提供云化的增值管理服务，给运营商带来新的业务增长点，例如云安全、广域网加速等业务。通过云 VAS 子解决方案，实现企业增值业务的灵活提供、按需发放和 PAYU (Pay-As-You-Use)。

第三步，在业务云化的基础上，实现网络功能的虚拟化和全面云化，通过 Underlay 网络和 Overlay 网络的协同，打通企业和云之间的无缝连接，实现基于业务感知的弹性带宽与网络性能优化。最终将演进到网络切片 (Network Slicing)，按需满足垂直行业、5G 回传、4K 视频和 IoT 等多样化商业需求。

### CloudVPN带来的商业价值

相比传统 B2B 业务，基于 SDN/NFV 的 CloudVPN 业务可以给企业用户带来

灵活、按需、高效和可管理等新的商业价值，成为运营商掘金企业业务蓝海市场的致胜之选。

首先，CloudVPN可以帮助运营商按需提供网络业务，企业用户可以根据自身业务需要实时或预约订购网络服务，可以达到分钟级业务自动下发，例如带宽按需调整、租用服务器、CPU和数据库等资源、开通云安全服务，以及云端多媒体通信和音视频会议电话等。这就实现了网络业务和网络资源的灵活、按需应用，满足了企业发展和变化的业务需求。

其次，CloudVPN有助于增强用户体验，企业可以通过Portal自助订购业务，远程升级增值业务；同时还可以实时监控网络使用情况。例如：当两个用户进行语音互通时，企业云通信应用服务器将通话和质量信息发送给SDN Controller，SDN Controller通过自动配置网络策略和QoS优化语音质量、增强用户体验。

第三，CloudVPN可以提升网络业务的管理效率，CloudVPN业务由运营商提供管理，运营商专业人员可远程运维，减少企业侧投入的网络运维人员成本；同时，企业云通信质量指标监测也可以实现可视化运营，实时监测网络负载流量状况，自动完成路径调优，提升运营效率。

此外，CloudVPN还可以帮助企业减少设备投资，企业客户可以从运营商按月、按需租用多种网络业务，减少设备投资和运维人力投入，更加专注于企业自身的业务发展，将网络业务交由运营商实现一站式服务和管理，省心、省力、省钱。

CloudVPN业务借助SDN/NFV网络转型实现下一代云化网络架构，帮助运营商在B2B市场突破现有的商业模式，为企业客户带来多样化、可靠的网络新业务，增加企业客户黏性，吸引更多中小企业客户，与OTT服务提供商形成差异化竞争优势，助力运营商发展B2B市场，提升运营商的竞争力和收入，加速运营商的业务转型走向成功。

## CloudVPN的实践探索与成功案例

华为不仅针对运营商的业务转型诉求推出了领先的基于SDN/NFV的CloudVPN解决方案，同时也在积极推动其在全球范围内的商用实践。目

前，华为已经与德国电信、Telia和中国电信等多家领先运营商开展了CloudVPN方面的商用探索，并获得了客户的广泛认可。

### 携手Telia共同推进CloudVPN在丹麦全面商用

Telia与华为2016年5月在瑞典举行了CloudVPN峰会，双方就CloudVPN的商业和技术价值进行了深入探讨，华为的CloudVPN方案可帮助运营商实现“分钟级”灵活的VPN业务发放以及敏捷的VAS业务，其完善性和技术领先性获得了客户的高度认可，并成为Telia CloudVPN首选供应商，双方后续将共同加速推进CloudVPN解决方案在Telia丹麦和瑞典等各子网的商用。

### 助力CloudEC企业业务成功

在CloudEC企业业务上，国内某运营商在政企业务领域提供一揽子互联网化的企业云服务，包括Cloud PBX、Cloud会议、Cloud IPCC和政企专属云等云服务，通过“一根光纤+一套盒子+一朵云+一套App”的方式满足政企办公需求，增强政企用户粘性，华为的CloudVPN解决方案帮助其通过企业专线+云应用服务挖掘潜在增值业务收入，增强业务竞争力。

### 助力运营商掘金B2B市场

在数字化转型的浪潮中，更好地开拓B2B企业业务成为运营商转型成功的关键因素，华为CloudVPN解决方案对于运营商市场竞争力的提升具有战略性意义。CloudVPN解决方案通过助力运营商实现更短的TTM (Time to Market)，以及为企业提供更严格的SLA保障、更安全的连接、更灵活的带宽定制和更丰富的企业业务应用，帮助运营商真正实现数字化转型的成功。我们相信，这些独特优势将成就SDN和NFV等领先技术最终向商业价值的转化，同时，华为也愿意成为运营商客户可信赖的合作伙伴，助力运营商掘金B2B企业业务市场。[1]

华为一直积极推动CloudVPN解决方案在全球范围内的商用实践，目前已经与德国电信、Telia和中国电信等多家领先运营商开展商用探索，并获得了客户的广泛认可。

# 超越虚拟化，迈向原生云

云化不是简单的资源虚拟化，而是全面的架构变革。运营商网络全面云化将经历3个发展阶段：虚拟化、云化和原生云，云化和原生云是网络全面云化的两种实现形态。

文/刘皓

## 全面云化已成全行业共识和发展方向

2012年10月，13个全球领先运营商在 ETSI (European Telecommunications Standards Institute, 欧洲电信标准协会) 联合成立了 NFV-ISG 组织，致力于推动“网络功能虚拟化”，并发布了 NFV 白皮书，提出了 NFV 的目标和行动计划，旨在将传统电信设备的软件与硬件解耦，基于通用的计算、存储和网络设备实现电信网络的功能，提升管理和维护效率，增强系统的灵活性。

经过4年多的发展，NFV 技术已日趋成熟，进入快速发展期，标准组织、开源组织、运营商和设备商等倾力合作，共同推动 NFV 产业链向前大力发展。著名咨询机构 Heavy Reading 在 2016 年 6 月的最新调研结果显示，96% 的运营商已启动网络云化计划，其中 45% 的运营商计划在 2020 年前完成其网络的全面云化。AT&T、Vodafone、Telefonica、德国电信、中国移动、中国联通、中国电信、Etisalat 和 Ooredoo 等全球领先运营商均发布了其面向 2020 的网络转型战略和目标。



面对全行业云化和数字化转型的趋势，华为积极倡导“全面云化”即 All Cloud 战略，打造高效和敏捷的电信网络，通过满足最终用户需求来帮助运营商成功。

全面云化战略的核心是从设备、网络、业务和运营 4 个方面全面升级基础网络，带来硬件资源池化、软件架构全分布化和运营全自动化的系统优势，使得资源可以得到最大程度的共享，系统具备高扩展性、高弹性以及高可靠性，业务部署、资源调度以及故障处理都将实现全自动化。

## 运营商网络全面云化将经历3个阶段

云化不是简单的资源虚拟化，而是全面的架构变革，由此才能结构性地提升效率，包括研发效率、部署效率和运营效率。

运营商网络的全面云化包含 3 个发展阶段，分别是虚拟化 (Virtualization)、云化 (Cloudification) 和原生云 (Cloud Native)，云化和原生云是网络全面云化的两种实现形态，华为从一开始就采用了云化的设计理念，从而能够获得更高的灵活性和可靠性。

### 虚拟化：NFV发展的第一个阶段

虚拟化是 NFV 发展的第一个阶段，通过软硬件解耦，使得多个网络功能可统一部署在通用硬件上，提升资源利用效率。但单纯的虚拟化无法充分发挥整个系统的弹性和灵活性，目前市场上大多数解决方案仍处于虚拟化阶段，距离真正云化还有很长的路要走。

### 云化：进一步提升资源利用率和性能

云化则在虚拟化的基础上用云化理念对软件架构进行优化重构，使得网络功能具备云化架构、快速交付、智能运维和业务创新等特点，以实现整个系统最大化的灵活性与弹性，进一步提升资源利用率和性能。

**云化架构：**云化阶段需要支持分布式负载均衡、分布式数据库和无状态业务处理单元的 3 层云化软件架构，在稳态会话无任何损失的情况下实现秒级弹性伸缩，不仅有效提高了资源利用率

和业务弹性能力，而且可以确保与基础硬件设施无关的电信级能力，并引入自动化的业务和资源编排，提升整个系统的灵活性和弹性。

**快速交付：**云化架构必须完全开放，支持各种通用硬件和云化操作系统，具备与多厂商集成的能力，通过多厂商环境的 NFV 网络架构集成测试和软硬件方案的验证与预集成，可以显著降低多厂商集成风险，缩短部署时间，实现快速交付。

**智能运维：**通过一系列技术创新，例如基于业务 KPI 的健康检测与故障自愈、跨 DC 部署容灾等，保证网络云化后仍然能保持 99.999% 以上的电信级可靠性，并采用一系列智能工具平台，例如性能评估工具、端到端故障定界/定位工具等，使得业务可全自动化部署、资源可按需编排、故障可快速恢复和自愈，实现网络云化后的敏捷和智能运维。

**业务创新：**基于云化架构，运营商可以向第三方合作伙伴提供一站式网络能力开放平台，即包含开发、测试、上线和运维全业务生命周期在内的一体化运营模式，将语音、视频、位置、QoS 和第三方应用等通信资源封装成 API 或者 SDK 开放给合作伙伴，加快新业务的创新和上线，实现运营商与合作伙伴的双赢。

### 原生云：全面云化的终极目标

原生云的概念是多种不同思想的集合，这些思想与许多公司正在转移到云平台的趋势是一致的，包括 DevOps、持续交付、微服务、敏捷基础设施和康威定律等，以及根据商业能力对公司进行重组。可以说，原生云既包含技术也包含管理，是一系列云计算技术和企业管理方法的集合。企业采用基于原生云的技术和管理方法，可以更好和更快地把业务迁移到云平台，从而享受全面云化的高效和资源按需分配能力。

原生云面向弹性、健壮和敏捷 3 大商业驱动力，在云化的基础上引入了一些关键架构性支撑，对原有的内涵进行了扩展与增强，是云化的天然演进。

**弹性：**核心是网络级分布式架构，基于控制面和用户面分离、统一业务链、控制面重构以及跨 DC 部署等关键技术，构筑基于业务感知的按需部署能力，以满足不同应用对体验的要求。

**健壮：**核心是网络级和业务级的智能运维能

全面云化战略的核心是从设备、网络、业务和运营 4 个方面全面升级基础网络，带来硬件资源池化、软件架构全分布化和运营全自动化的系统优势，使得资源可以得到最大程度的共享。

当运营商网络最终演进到原生云阶段，将支持网络功能可灵活组装、网络业务可随时发布，以及网络运维与业务运营完全自治，帮助运营商获得空前的灵活性、效率、速度和弹性。

力，基于网络级冗余机制、主动故障发现与自愈机制，以及基于大数据的业务管理等关键技术，实现不依赖于基础设施的高可靠性。

**敏捷：**核心是“网络切片+可编程+灰度发布”，基于微服务、数据模型驱动和应用编排等关键技术，使得新业务可以快速灵活地发布上线，实现最佳的资源与性能平衡。

当运营商网络最终演进到原生云阶段，将支持网络功能可灵活组装、网络业务可随时发布，以及网络运维与业务运营完全自治，帮助运营商获得空前的灵活性、效率、速度和弹性，以快速满足和匹配不同的网络应用场景和差异化的业务诉求，实现业务快速上线，全面提升运营效率，敏捷、灵活地满足各大垂直行业的业务需求，达到真正意义上的“全面云化”。

当然，原生云的商用不会一蹴而就，尚存在微服务拆解、电信级服务治理框架、资源编排管理框架，以及容器的技术限制等一系列问题，具体使用还应根据业务本身的情况综合考虑。

## 携手领先运营商成功实践云化转型

全面云化对于运营商来说将是一个长期而又复杂的演进过程，运营商需要从网络架构、组织人才、采购模式、商业模式和运营模式等各个方面进行全面转型，并需要整个产业链，包括运营商、基础设施供应商、软件提供商和服务提供商开放合作、共同面对。华为携手全球领先运营商在全面云化的道路上积极探索，为整个行业的电信云化转型提供了可复制的成功经验和借鉴意义。

作为行业最领先、最活跃的电信运营商之一，Vodafone 积极拥抱下一代网络架构与技术，提出“Everything moves

on Cloud”愿景，希望将包括网络功能、消费者和垂直行业应用，以及内部 IT 系统在内的所有一切迁移至云上，从而降低成本、加快新业务上市速度并实现敏捷运营。2015 年 7 月，在华为的鼎力协作下，Vodafone 宣布在意大利推出全球首张云化 VoLTE 商用网络，成为当年里程碑式的行业事件。

除 Vodafone 外，华为与比利时 Telenet 实现了欧洲首张云化 VoWiFi (Voice over WiFi) 商用网络的部署，与摩纳哥电信部署了欧洲首张云化 EPC (Evolved Packet Core) 网络，与英国和记部署了全球首张云化 DRA (Diameter Routing Agent) 网络，此外，华为还与 Ooredoo 实现了云化网络在中东的首次商用，并在 2016 年度 Global Telecoms Business (GTB) 创新峰会上联合荣获基础设施创新大奖。华为在中国西安、美国硅谷和德国慕尼黑建设了 3 个 NFV 开放实验室，联合运营商、合作伙伴和行业组织共同开展集成验证和联合创新。另外，华为与思科、爱立信、诺基亚共同发起了 NFV-ITI (NFV Interoperability Testing Initiative) 联盟，旨在帮助运营商优化集成部署成本，简化多厂商协作流程，实现业务快速上线，加速云化网络商用步伐。

凭借领先的技术、成功的商用经验以及创新业务与商业模式，华为继 2014 年 IMS 世界论坛后，在 2015 年 IMS 世界论坛上再次获得“最佳云化 IMS 解决方案”大奖，并在 2016 年 LTE 拉美峰会和 5G 亚太峰会上分别荣获“最佳网络虚拟化产品”和“最佳 SDN/NFV 解决方案”大奖。

通过打造更加开放、创新和健康的产业生态系统，华为将与合作伙伴们一起，共同为运营商客户创造更多创新业务和商业价值，全面实现网络云化转型。■

# 企业通信云化，数字经济时代又一发展引擎

企业通信云化，才刚刚迈出第一步。随着数字经济的进一步发展，未来，没有孤立存在的企业和组织，一切都将连接，一切都需要沟通与协作；企业云通信作为发展引擎，将进一步从融合迈向全面云化，从办公走向更多行业，驱动更多业务模式变革与创新。

文/潘琴

**当**前，全球经济正大步踏入数字经济时代。在企业经营活动中，人与人、人与物、物与物、组织与组织业务流程之间的一切连接，都需要进行有效的通信与协同。数字经济时代，企业通信平台将成为业务成功的基础和关键。

## 数字时代对企业通信平台提出的要求

我们必须看到，数字经济时代的几个普遍特征，正对全球企业和组织产生深刻影响。

**第一，全球化：**信息技术的发展，让全球生意变得可能，更多的中小规模企业，为全球客户提供产品和服务；同时，当前社会的分工进一步精细化，企业在生产运作中，往往需要和分布于全球的、产业链上下游的各类专业人才进行合作。

**第二，行业变革加速：**Amazon 改变了零售业、AirBnB 改变了酒店业、Uber/ 滴滴改变了出租车业……传统行业不断被颠覆。如何利用数字化技术更好地整合公司内外、产业链上下游，甚至整个生态圈的资源，实现创新突破，关系着企业的生死存亡。

**第三，企业员工年轻化：**作为企业

主力军的 80/90 后新生代有着鲜明的互联网特征，对办公体验的要求更加苛刻，崇尚 BYOD 和 SOHO 等自由的工作方式。

但是，传统通信系统的建设，存在诸多限制和缺陷。在大部分企业中，语音、视频会议、呼叫中心、生产调度系统都相互独立，由不同的部门进行建设和维护。分裂的、重复的系统建设模式，不仅给企业造成巨大的建设成本支出，每年还需大量的维护、运营成本。但这些巨大的投入，并不能给企业带来业务的增长和创新。

今天，企业所需的通信平台，不再只是单纯用于解决内部沟通的信息共享平台，而应该具备联接外部专家、合作伙伴、供应链的能力，可支撑企业全球化的沟通、全产业链共同实现创新的高效协作平台。

随着云计算技术日渐成熟，云化的建设模式，得到越来越多企业的青睐。企业通信平台向云化转型，成为越来越多企业的共识。

那么，一个满足企业诉求的通信平台，能给企业带来什么样全新的价值体现？

**对内：提升员工满意度，提高办公效率**

业务融合，让员工在一套系统中实

现语音 / 视频和数据通信无缝切换，实现渐进式的沟通协作；移动化，让员工从会议室走向桌面与移动办公，空间和时间更加灵活；智能化，则让员工能体验到大数据时代的高效协作；同时，4K 和白板协作等新技术的引入，让办公与个人的应用有了一样的体验，甚至更加灵活和高效，既能满足主力员工的体验需求，更能提升企业的办公协作效率，给企业带来更大价值。

**对外：提升客户和伙伴的满意度，更贴近客户**

在保障安全性的前提下，企业将原本局限于内部的通信系统衍生到客户和伙伴，加快与伙伴的协作效率，也更加能贴近客户，提升了客户的服务体验。例如一家设计公司，可以利用视频和数据协作，随时与远在海外的客户沟通设计思路和成稿，设计效率和满意度自然会提升；再如，传统的语音客服不能满足业务受理的需求，那就采用视频化、可通过多方协作随时求助内部专家而不用转接的系统，在线指导客户的业务操作。

**进入行业应用，企业通信带来更大价值**

在数字经济时代，业务的运作，某

## 华为企业云通信：提升客户体验

### 超高清

4K 超高清终端与云化视讯平台配合，让优质视频进入更多企业。

### 智能

企业通信与商业智能结合，实现智能媒体协作，大幅提升企业运营效率。

### 移动

推出移动软终端，同时支持手机、平板和 PC 平台，真正实现移动办公。

某种意义上就是业务信息流的运转。企业云通信平台正逐步成为行业生产系统，承载着企业的核心业务运作，并给业务创新、模式创新带来了前所未有的机遇。

银行的传统网点，因租金、运营成本的高企而发展受限，而在远程视频柜台 VTM 机上，就可以开展开卡、存款、贷款等核心业务。更多的银行业务员，携带一个 Pad 或手机，就可以上门给客户办理贷款等业务，智能、移动可视化，视频和协作的通信能力融入金融核心业务，让服务变得无处不在了。正如《Bank 2.0》一书所说，银行不再是指一个具体的机构，而是成为一种服务。

教育，本质上就是知识的分享。白板协作、智能跟踪等技术的引入，让基于视频会议和点播为基础的远程教育体验越来越好。空间的限制正在淡化，优质资源的共享让教育均等理念逐步落地。偏僻山区的儿童可以与城市的学生同一时间共享同一老师的同一课堂，而且也可以进行提问、互动。

在医疗行业，行医问诊这一传统方式正在发生改变。农村居民想请省城专家看病，在家门口的县或乡级医院，就可以让省城专家远程诊断。遇到疑难病症，邀请海内外的专家共同研讨，也将成为常态；远程医疗手段的应用，能有效降低异地就医费用、把握最佳诊治时机，缓解了医疗资源的分布不均，提高本区域的医疗服务质量和水平。

在金融、教育、医疗等各个行业，企业云通信嵌入到生产流程中，实现远程金融、远程教育、

远程医疗等业务创新，加速业务流程，贴近客户服务，提升了企业的生产力。

## 降低建设和运营成本，更快速的部署

企业云通信系统需要弹性、可扩展的、按需的部署。通过软件化、虚拟化降低了部署业务在专用硬件、专用维护人员等方面的投入。另一方面，针对中小企业，从自建到订阅服务，企业一次性投资大大降低，可以更加灵活的根据需求投入费用，也能享受到新一代云通信带来的全新体验。

## 全面云化：一套架构，多云融合，匹配企业 ICT 架构

华为企业云通信让用户摆脱了专有硬件的束缚，可全面支持通用服务器部署，标准的云化架构为客户提供了业务自动部署和容量无极伸缩的能力，高可靠性设计可支撑跨地域、跨数据中心部署。利用云化的弹性架构，华为实现了一套软件同时支撑企业多种形态的通信云，包括企业私有云、合作伙伴云、公有云以及跨云的混合组网。

**私有云：**适合大型企业如政府、事业单位或行业客户，可实现硬件隔离和资源独享，方便与企业 OA 系统集成。

**伙伴云：**面向 SP 或运营商客户，支持大容量、高可靠的 Hosting 运营，多租户架构设计方便客户利用一套系统同时为多个企业提供企业通信服

务，多层级的业务自助 Portal 界面便于 SP 客户进行业务批发，也方便最终客户开通自助配置。终端 Zero-Touch 设计让用户业务开通和管理体验更加简单。

**公有云：**允许用户基于公有云的 IT 基础设施部署企业通信系统，兼容公有云的业务订购和管理框架，方便客户将 IT 基础设施服务与企业云通信服务一起打包销售给企业。

**混合云：**支持客户自由选择 3 种云的混合部署，跨云业务可实现互通和协同，保护客户投资，方便客户采用更灵活的选择渠道获取自己需要的服务。

## 全新体验：超高清、智能、移动，改变协同体验

**超高清：**匹配客户从标清到高清再到超高清的趋势，华为系列化超高清终端，与云化视讯平台配合可端到端给用户超高清视频体验；低带宽处理技术可在同等视频分辨率下，节省 50% 的带宽占用，即便在复杂多变的互联网环境，例如丢包 30% 的情况下，仍能保持良好的视频质量。通过自有芯片和算法，华为不断降低视频终端的体积、重量和成本，推出了多款轻量化视频终端，让优质视频进入到更多的企业。

**智能：**除音频、视频等媒体能力外，企业还可以把多种协同工具有机融合进来。会议室引入触控大屏，异地团队成员可在“同一块屏幕”上同时书写，对同一份内容进行调整与补充。极清的视频讨论，实时画图、标记、批注，即使身处异地，员工也能拥有共享的交互空间。

会议系统将越来越智能，当员工走进会议室，系统识别员工身份，会议设备自动开机，导入个性化配置，直接入会；会议中，跟踪摄像机自动调节摄像头角度，跟踪发言人，呈现特写；在跨国会议中，可以通过智能翻译技术，自动字幕呈现，消除多语种交流障碍。

**移动：**随着智能手机的普及，办公应用逐步往移动端渗透，移动软终端可支持手机、平板和 PC 平台，与企业地址本和 OA 系统无缝集成，让客户即使在出差途中也不会遗漏重要消息或电话、

即使在酒店也可以使用移动终端参加视频会议，真正实现了移动办公。

## 全业务融合：平台融合、终端融合、体验融合

过去，企业电话系统、会议系统和消息系统是分离的，使得用户使用不同的业务要频繁切换终端，企业需要购买多套通信平台。华为企业云通信提供了全业务融合的平台和终端，可为用户提供“渐进式”沟通体验——日常小事可使用 IM 消息，紧要事务则采用语音通话，需多人讨论时可召集语音会议，遇重大问题时还可选择面对面视频会议，同时可通过触控电子白板进行演示，使整个沟通连贯、方便，任何一个新参与的人都能很快进入场景话题。一站式企业通信方案降低了企业客户的采购和维护成本，企业只需购买新业务 License 就可扩展支持新的业务，不用单独购买新的系统，IP 电话、IP 消息、呼叫中心、视频和协作可自由选择、按需使用。

## 开放、合作，成就企业云通信繁荣生态

企业云通信非常注重开放能力构建，从产品和解决方案上提供系列化开放接口，包括服务端 API 和终端 SDK，支撑各行各业 ISV 面向各自的细分领域开发创新的业务应用，开放接口方便企业将通信作为一种能力集成到自己的业务流程中，即 CEBP，以提高生产效率；另外，面向重点行业，华为还封装了能快速集成的场景化 API，例如平安城市集成通信平台（ICP）的 API、金融行业远程银行的 API 等，这些场景和 API 就像一个已打包好的套餐一样，ISV 可以快速集成并形成自己的解决方案。

企业通信云化，才刚刚迈出第一步。随着数字经济的进一步发展，未来，没有孤立存在的企业和组织，一切将被联接，一切都需要沟通与协作；企业云通信作为发展引擎，将进一步从融合迈向全面云化，从办公走向更多行业，驱动更多业务模式变革与创新。[H]

华为企业云通信提供了全业务融合的平台和终端，可为用户提供“渐进式”沟通体验；同时，多业务融合的统一平台也为降低了企业客户的采购和维护成本。

# CloudVPN云专线解决方案

## 重新定义企业互联

CloudVPN云专线是华为新一代企业专线网络解决方案，让运营商的业务部署工作得到最大简化，为企业客户提供了便捷灵活的业务选择，实现即需即用的企业互联，从而让客户获得极大便利。

文/徐锐

### 传统企业互联面临的困难

**面**对企业ICT变革大潮，企业业务上云已成为主要趋势，网络以互联网宽带接入为主的传统企业业务已经逐步较少或趋于饱和，企业的VPN互联、安全和语音等应用比重不断增加。而传统企业专线解决方案存在如下3方面的问题：

首先，业务发放周期长。运营商面向企业开通企业专线业务的平均周期高达30个工作日，企业客户无法快速获取服务。

其次，企业专线开通和维护费用昂贵。企业需要大笔投资一次性购买带宽和业务设备，并且需要专人对设备进行维护，设备和维护费用高。

第三，运营商仅提供专线联通功能，更多复杂的业务需要在企业本地部署和维护。除了企业分支之间的互联，企业需要部署更多的功能，包括安全、语音、LB和WoC等，来配合云业务开展，这给企业带来很大的负担。

在这样的背景下，以SDN和NFV为技术支撑的CloudVPN云专线解决方案提供了解决之道。新的CloudVPN云专线解决方案的创新业务模式具备网络设备即

插即用、业务配置自动化，以及运维自动化、可视化等优势，能够显著解决传统专线业务面临的困难。

### CloudVPN云专线解决方案的架构及技术原理

CloudVPN云专线解决方案是华为发布的新一代企业专线网络解决方案，重新定义了企业互联，让运营商的业务部署工作得到最大简化，为企业客户提供了便捷灵活的业务选择，实现即需即用的企业互联，从而让客户获得极大便利。CloudVPN云专线解决方案的整体架构如下所述。

整个架构包括基础网络设备层、管理控制层、协同层以及用户界面（Portal或移动App）。基础网络设备层包括虚拟及实体的CPE和FW等设备，承载企业租户侧和DC侧网元的物理互联；管理控制层使用统一控制器Agile Controller，承载对CPE设备和DC设备的控制管理和业务配置；协同层Orchestrator实现端到端的跨Overlay和WAN控制器协同，包括租户资源在企业侧和云端的协同以及CPE设备和VNF网元的协同，将租户及运营商的管理控制

命令转换成统一控制器识别的语言，下发到承载设备中；用户界面包括Service Portal和移动App，提供面向租户和运营商管理员的统一图形化界面，实现CloudVPN业务的自助定制。

各层次之间均使用开放的协议（例如Restful、Netconf等）作为南向/北向接口互联，保持开放性。

CloudVPN云专线解决方案有如下特点：

#### 业界唯一完整的端到端解决方案

华为是唯一能够整合从电商平台、移动App、Orchestrator、SDN控制器、NFVI到CPE/CloudCPE/CloudFW等设备，为客户快速提供完整客户体验的全业务供应商，能够迅速帮助运营商、MSP和企业客户把握市场机会，发展新用户。

在整个解决方案中最核心的产品是SDN统一控制器，区别于友商部件各自分离的产品，华为Agile Controller是全场景统一控制器，包括企业Managed LAN、Managed VPN、Managed VAS以及公有云接入的统一融合控制，实现端到端资源分配和自动化部署，从而为企业提供一站式的互联服务和增值业务的服务。

在运营商市场，可基于统一架构实现企业内网络云管理、VPN专线服务、VAS应用和公有云方案的有机结合，给运营商开展B2B服务提供完整的方案。

在企业市场，以轻量级方案将SD WAN与VAS和云管理结合，满足企业应用，从而区别于友商互相孤立的方案。

### 最全场景的云化互联和VAS业务

CloudVPN云专线方案提供业界最全的CPE种类（胖、瘦）以及接口类型（G.fast/PON/hybrid access/...），适应各种场景接入情况；提供业界最大容量的安全虚拟化VAS，提供包括NAT、访问控制、SSL VPN、应用控制、Web过滤、防病毒与入侵、Anti-DDoS、防泄密、防APT、合规、负载均衡以及广域加速等12种以上的VAS业务，并且通过协同器实现业务的分钟级快速编排，业务可自由组合，最大2.5T的虚拟安全弹性扩容能力让业务可以无限扩展；让用户可以简单、快速和低成本地获取互联和VAS业务。

### 全面开放系统，构建最广泛的生态合作

区别于友商封闭的系统，华为CloudVPN云专线方案倡导开放合作的原则，各层均基于标准接口，可以灵活选择第三方对接，包括VAS、NFVI、MANO、电商平台和CPE等，可以为企业提供更多灵活、弹性的业务选择。

## CloudVPN云专线解决方案的客户价值及应用实践

华为CloudVPN云专线解决方案解决了传统企业专线解决方案业务下发周期长、企业服务提供方式不灵活和云管分立不统一的问题，业务下发平均周期从几周下降到几分钟，网络功能和VAS业务移到云端为企业服务的灵活性打下了坚实的基础，云管业务一体化让运营商向企业提供一站式ICT服务成为可能。开放、简单和安全的CloudVPN云专线解决方案凭借业务快速发放、业务提供方式灵活和可提供一站式ICT服务等优势特征，将更好地为企业业务服务，为企业用户和运营商创造

最大的商业价值。

### CloudVPN云专线解决方案对企业的商业价值

**快速获得服务：**设备和服务自助购买，即插即用，配置和维护远端处理，端到端全流程自动化，把传统方案平均一个月的业务开通时间缩短为20分钟，快速提供企业专线服务。

**灵活选择服务：**通过电商式平台实现企业互联和VAS业务的随需购买，避免打包购买带来的高成本投入，为企业用户节省费用。

**一站式ICT服务：**云管统一，一站式、在线为企业提供VPN连接和增值业务。

### CloudVPN云专线解决方案对运营商的商业价值

**快速发放业务，降低运维成本：**全流程拉通，自动化业务部署和配置，服务流程简化，即插即用，减少上门服务，节省人力成本，复杂功能上移到数据中心，集中运维，大大减少上门服务。

**增强云服务竞争力，增加运营商收入：**通过ICT业务协同，提供云、管一体化业务，提供灵活的增值业务，增加运营商运营收入。

### Telia联合创新实践

Telia Company是欧洲领先的ICT运营商，业务覆盖瑞典、芬兰等15个国家，提供固定和移动业务。B2B市场是Telia Company的重要战略方向，特别是B2B SME/SOHO业务。Telia期望通过CloudVPN方案来为他们扩展业务，同时提供有竞争力的企业互联方案。华为与Telia针对业务的实际开展情况设计了CloudVPN方案，被评估为运营商在企业SME业务领域的破局利器。

SDN控制器和CloudCPE部署在数据中心，用户通过App自助完成设备和服务订购，并完成业务升级，瘦CPE设备部署在总部和分支，零配置自注册上线，即插即用，控制器业务下发成功，企业客户总部和分部视频电话业务立即开通。除了网络互通，还为客户提供了防火墙、IPS、NAT和SSL VPN等云端VAS业务，用户通过PAD在Portal页面或者Mobile App上实时激活业务功能，立即生效，真正让企业用户体验到Any Service Online。H

CloudVPN倡导开放合作原则，各层均基于标准接口，可以灵活选择第三方对接，包括VAS、NFVI、MANO、电商平台和CPE等，可以为企业提供更多灵活、弹性的业务选择。

# 华为一站式网络转型服务

## 运营商网络架构转型的成功保障

华为一站式网络转型服务帮助运营商解决网络架构转型时在规划设计、集成交付和运维3个阶段面临的4大挑战，助力运营商利用SDN/NFV为其商业目标的实现构建良好的架构基础。

文/张磊 余振刚

### 运营商迫切需要进行网络架构转型

**新**业务的大量涌现和OTT的跨界竞争，正不断侵蚀着电信运营商的固有利润，并使其面临着沦为纯管道提供商的风险；而与此同时，运营商的传统网络不仅导致了大量的成本浪费，而且难以快速响应最终用户的需求，使得运营商在这些挑战面前应对乏力。运营商迫切需要打破其僵化的网络架构，构建起高效、解耦和开放的新一代网络，通过高效利用网络资源、简化网络运维以实现成本的节省；通过缩短业务上线时间、使能业务创新以达到收入的增长；通过提高管道效率、构建丰富的产业生态以支撑行业话语权的提升，而SDN/NFV技术为运营商网络架构的转型提供了可能。

但要利用SDN/NFV实现网络架构的转型却并非易事，运营商将面临如下巨大的挑战：多厂商集成与管理、电信级可靠性、平滑演进，以及快速的故障定界和定位等。

### 华为一站式网络转型服务

这一系列挑战使得运营商难以独自应用SDN/NFV技术实现网络架构的转型，运营商需要一个能为其提供一站式

网络转型服务的合作伙伴，从商业层面开始帮助其分析切实可行的商业诉求与目标，将其制成业务架构蓝图，并按照蓝图进行实施，转化为具体的网络基础架构并实现之，同时还要负责后期的统一运维。

针对这个目标，华为创建了云开放实验室（Cloud Open Lab），同时依托华为在ICT行业的深厚积累，创建了支撑运营商网络转型的ICT统一服务平台ISUP（ICT Service Unified Platform）、匹配IT特点的IntOps（Integration and Operations）流程，以及提高交付效率的NICS（NFV Integration Cloud Service）工具平台。以这些能力为基础，华为推出了包含NFV集成服务、SDN集成服务、NFVI集成服务、IES（Infrastructure Enabling System）集成服务，以及咨询服务、客户支持服务、管理服务和培训服务等在内的一系列服务，并由此构成了一站式的网络转型服务，帮助运营商解决网络架构转型时在规划设计、集成交付和运维3个阶段所面临的4大挑战，助力运营商利用SDN/NFV为其商业目标的实现构建良好的架构基础。

在规划设计阶段，华为与运营商从商业和业务层面进行对标，切合运营商的市场地位、结合其商业愿景和现网情况进行分析，制定出投资回报最大化的数据中心部署与业务上线的节奏，以及

新/旧网络共存平滑演进的概要规划设计；同时，华为也会从电信级要求的业务SLA出发，拉通虚拟网络功能（VNF）、融合电信云平台和IES管理控制平台，统一考虑进行电信云的详细设计，将VNF的指标映射到融合电信云平台和管理控制平台，指导融合电信云平台的冗余性规划和管理控制平台资源调度管理策略的制定，以解决分层解耦下多厂商设备引入带来的高可靠性问题。

在集成交付阶段，华为将整个集成交付过程按照ISUP方法定义的工作流对角色进行匹配和精细化管理；同时，依托云开放实验室提前对项目所涉及到的多厂商产品进行预集成验证，协调各厂商产品使之在端口、协议、配置参数和数据格式等方面达成一致，提前在实验室解决与其他厂商产品集成的兼容性问题，实现互联互通，从而缩短项目的交付周期，降低项目现场集成的复杂度。

在运维阶段，华为提供多厂商的SPOC（Single Point of Contact）维护服务和管理服务，以“先恢复，后解决”为基本原则，保证业务的高可用；针对ICT融合的网络架构梳理和优化组织架构模型，构建管理服务统一平台MSUP（Managed Service Unified Platform）；在实际的运维操作中，将日常监控手段与故障主动注入、亚健康检测、故障隔

离和跨层故障定界/定位能力动态结合起来，通过综合的健康度评估来改善网络质量，并进行兼容性管理，确保网络稳定度。

基于以上3个方面，华为在SDN/NFV方面持续地构建一站式网络转型服务能力，帮助运营商将商业愿景转化为可落地的网络规划和设计，依托云开放实验室提前进行的预集成验证成果和丰富的生态链，使能运营商网络架构转型的实现；同时，基于华为丰富的ICT知识积累构建融合的运维能力，以确保运营商SDN/NFV网络和业务的稳定运行，端到端、一站式地支撑运营商网络架构转型的成功。

## Ooredoo UNIFY 2020战略 Pilot卡塔尔项目

为了将其网络架构向下一代基础设施转型，Ooredoo制定了“UNIFY 2020战略”，旨在通过更简单、更敏捷的网络架构提供数字化的客户体验。作为该战略的一部分，Ooredoo正通过SDN/NFV技术来改变其传统的业务交付模式，其目标是“在任何地方、几天之内、低成本地为消费者和企业用户上线任何

新业务”。为了实现UNIFY这个雄心勃勃的目标，Ooredoo开始在卡塔尔进行Pilot——借助华为一站式网络转型服务在卡塔尔子网进行VoLTE业务NFV化的商用验证，并最终取得了成功。

Ooredoo在卡塔尔项目中选择了多厂商模式，涉及华为、VMware和HP，集成了业界不同厂商的业务模块和解决方案，面临着复杂性和各种挑战。华为作为项目的首要集成商（Prime Systems Integrator, PSI），对多厂商系统进行集成和管理，打造了一个统一和功能完整的NFV基础设施。华为提供的一站式网络转型服务解决方案包含了第三方基础设施、云操作系统和为自己的CloudIMS应用的集成，项目基于融合的ICT基础设施设计蓝图进行集成和部署，通过统一的管理平台来实现IT资源的弹性共享，以及多租户和多业务域的共部署。在项目中，华为完成了多厂商不同层次间的集成和部署，包括虚拟网络功能和融合电信云平台的协调与打通，实现项目的整体端到端交付。此外，Ooredoo同意使用华为的云开放实验室进行方案的测试和验证，以此来克服现场集成和测试过程的一系列挑战，实现快速和敏捷的集成。

最终，华为帮助Ooredoo实现了UNIFY 2020战略在卡塔尔Pilot的落地，使得Ooredoo在短短两个月内即完成了云数据中心的建设，能够按需共享数据中心资源，使得资源利用率得到了极大的提高，并确保了在3小时内完成CloudIMS的部署，最终实现了VoLTE业务的快速上线；同时，实现了管理集群的跨DC容灾和虚拟机的跨DC长距离热迁移，使得业务无中断，有效确保了Ooredoo电信业务99.999%的高可用性；此外，本次项目的实施还形成了可复制的经验和模式，可通过工厂模式向其它子网快速推广。Ooredoo也由此成为了中东地区首个基于虚拟基础设施为用户提供VoLTE业务的运营商。

对于VoLTE业务能够重用其现有的基础设施，Ooredoo集团副CEO Waleed Al Sayed特别强调了其重要意义：“VoLTE业务的成功上线从另一个侧面表明了我们的能力和优势，我们设计的基础设施具备演进和采纳最新技术的能力，使Ooredoo能够成为区域内第一个向客户提供VoLTE的运营商。VoLTE业务的成功实施和部署，将使Ooredoo在全球ICT融合时代处于领先地位。”



### 链接：UNIFY项目荣获GTB创新大奖

2016年5月26日，在知名国际行业媒体Global Telecoms Business (GTB) 于英国伦敦举办的2016年度创新峰会上，Ooredoo与华为联合创新的“Project UNIFY: Transforming Infrastructure with NFV”项目获得了本次大会颁发的基础设施创新大奖。

左图为Ooredoo卡塔尔核心网高级总监Salem Mohammed A. H. Almarri和华为全球技术服务部NFV集成服务总经理翟忠诚联合领奖。

GTB奖项一年评选一次，是颁发给设备商与业界伙伴合作创新的国际权威奖项，在业界具有广泛的知名度。此奖项的获得肯定了Ooredoo与华为在NFV业务和技术创新合作上取得的进步。

# 阿根廷电信： 核心网云化为数字化转型铺平道路

阿根廷电信希望在华为的帮助下推出基于NFV的云化架构，用以改造传统的核心网，并积极探索转型之路，最终实现更加敏捷、更加开放的下一代网络。

文/Akik A K M Fazlul Haque

阿根廷是拉美最具活力的移动市场之一，市场规模仅次于巴西和墨西哥。作为阿根廷最大的综合运营商，阿根廷电信的年收入和ARPU（每用户收入）均居全国运营商首位。随着NFV（网络功能虚拟化）的逐渐成熟和商业验证取得成功，阿根廷电信希望在华为的帮助下推出基于NFV的云化架构，用以改造其传统的核心网，并积极探索转型之路，最终实现更加敏捷、更加开放的下一代网络。

## 新的发展机遇

截止到2016年初，阿根廷国内移动用户渗透率已高达140%，移动市场正迅速走向成熟，随着市场逐渐饱和，用户增长率已经出现拐点；同时，阿根廷也是拉美地区4G采纳程度最高、发展最快的市场，据GSM移动智库（GSM Intelligence）预测，到2020年，阿根廷的3G和4G用户渗透率将达到56%，而2015年底的水平是37%。因此，未来5~6年内，将现有用户转化为3G/4G移动宽带用户将成为移动市场的主要增长点。

此外，新的生态系统拓展也为运营商创造了新的增长机遇。据GSM移动智库预测，到2020年，拉美地区蜂窝物联网连接数将达到6200万，年复合增长率

为25%。阿根廷首都布宜诺斯艾利斯有望成为拉美地区Top 10智慧城市之一。有鉴于此，阿根廷运营商都希望能在未来5年内广泛开展智慧交通、移动医疗和能源优化等领域的合作项目，为其带来新的收入增长点。

## “到2020年实现全面云化”

对于日益激烈的市场竞争、持续激增的网络需求，以及国内市场的潜在商机，阿根廷电信有着深刻的认识，作为国内领先的固定/移动网络综合运营商，阿根廷电信深知只有不断提高业绩，才能巩固其在国内市场的地位。为此，阿根廷电信提出了5年期的“2020年数字化转型战略”，计划利用NFV逐步改造其传统的网络平台，成功实现数字化转型。其战略目标包括：

第一，将现有网络转型成为更加敏捷、简单、高效和自动化的网络，最终于2020年前完成ICT融合和数字化转型。

第二，实施全面的、基于云的VoLTE、VoWiFi、VoBB和RCS（融合通信解决方案）部署计划，通过FMC（固定移动融合）为用户提供融合通信体验。

第三，为用户提供最佳的MBB解决方案。

第四，部署CaaS（通信即服务），在

激烈的市场竞争中探索业务创新，并提高网络功能变现能力。

## 痛点以及现网的缺陷

为此，华为帮助阿根廷电信开展了一项深入的评估，分析了阿根廷电信在达成上述战略发展目标的过程中将面对的痛点和障碍。

**首先，复杂的网络加大了维护难度，并增加了运营成本。**阿根廷电信在现网中运营着大量的MSC（移动交换中心），在MSC下又运营着3种不同的硬件平台，而且还存在大量低性能且高功耗的MGW（媒体网关），这些设备不仅占用了巨大的存储空间，而且导致资本支出和运营成本居高不下，长期以来给阿根廷电信造成了巨大负担；此外，过多的网元和复杂的网络也加大了网络维护的难度。

**其次，专属接口制约了阿根廷电信的拓展。**阿根廷电信现网中存在无数专属接口，难以与其他厂商设备对接，严重阻碍了其网络和业务的发展；而TTM较长，难以满足迅速增长的市场需求，也是阿根廷电信的心头大患；此外，难以向ICS（IMS集中服务）、FMC、VoLTE和云演进也极大地阻碍了阿根廷电信战略目标的实现。

## 华为NFV解决方案

经过成功试点和评估后，阿根廷电信最终选择了华为作为合作伙伴，共同开展“2020年数字化转型”项目，为其部署NFV解决方案，并计划建设3个中央数据中心和8个边缘数据中心。华为的COTS FusionServer E9000服务器和基于OpenStack的云操作系统FusionSphere将为上述数据中心基础设施层提供支撑；同时，华为MANO解决方案则负责业务编排、VNF部署以及VNF扩容与扩容等。

目前，华为已在阿根廷电信的网络中部署了CloudIMS、CloudEPC和CloudDRA解决方案，为其构建端到端（E2E）的全面云化架构。控制面网元将由3个中央数据中心托管以降低成本，而数据面网元将由边缘数据中心托管以改善用户体验，此外，3个中央数据中心还将为整个网络提供容灾解决方案，所有站点将由EMS/MANO统一管理。

在项目初期，华为部署了CloudIMS、CloudEPC和RCS，旨在推出VoLTE和原生VoWiFi。随后将进行大规模的VoLTE商用以及VoWiFi和VoBB搬迁，并在后期实现ICS和IMS漫游、融合会议、统一通信以及CaaS。

## 塑造网络，实现战略愿景

凭借丰富的割接经验、灵活的商用产品，以及强大的研发和技术支持，华为赢得了阿根廷电信的“2020年数字化转型”战略项目，将帮助阿根廷电信达成如下转型目标：

### 首先，通过丰富的多媒体业务实现能力开放

阿根廷电信将利用华为提供的CloudIMS解决方案迅速推出新业务。除语音业务外，还可以开发视频和企业通信业务，以打开更多市场，通过能力开放创造更多价值。届时，阿根廷电信将有能力获得更多高端客户、提高ARPU和客户忠诚度，而快速上市的多样化业务也将提高阿根廷电信的市场竞争力。

### 其次，简化网络架构，降低网络维护难度

对E2E信令进行跟踪和统一EMS实施简易管



理将有助于简化网络维护。E2E信令跟踪有望将故障定位速度提高16倍，而E2E媒体跟踪则有助于保证语音质量。华为的解决方案节点较少，将能极大地简化客户的网络架构，并提供实时的地理容灾。通过降低网络维护难度并显著降低运营成本，最终将解决阿根廷电信的痛点和困扰。

### 再次，利用运营商机解决方案实现全面云化

华为为阿根廷电信提供了基于全面云化架构的解决方案，利用云化理念对VNF架构进行优化重构，支持分布式负载均衡、分布式数据库和无状态业务处理单元这3层软件架构，可以在稳态会话无任何损失的情况下实现秒级弹性伸缩，并引入自动化的业务和资源编排，以提升整个系统的灵活性和弹性。此外，通过一系列诸如基于业务KPI的健康检测和故障自愈、跨数据中心部署容灾等技术创新，保证了网络云化后仍然能保持99.999%以上的电信级可靠性。

### 最后，实现全面云化

华为基于云的IMS解决方案将帮助阿根廷电信部署基于IP的固定语音业务；通过向全面云化架构转型，轻松推出VoLTE和VoWiFi等新业务，从语音发展到双高清将进一步提高基本移动通信业务的用户体验，同时也保障了E2E解决方案的安全性；部署FMC解决方案后，将能进一步整合移动和固定业务，为用户提供融合通信体验。[H]



尹东明

华为分组核心网首席  
营销专家

# MEC@CloudEdge

## 构建面向5G构架的边缘云

MEC架构将网络功能和第三方应用放到网络边缘，通过将业务靠近用户进行处理，以及应用、内容与网络的协同，将为用户提供更加优质的服务。

文/尹东明

随着无线网络上网速度越来越快，用户对体验有了更高的要求，这就需要一个新的网络架构和业务提供方式来提供更加激动人心的业务，就在2016年巴塞罗那MWC上，已有厂商展示了基于MEC (Multi-access Edge Computing) 架构的一系列业务方案，将网络功能和第三方应用放到网络边缘，用来为用户提

供更优质的服务，其中华为的MEC@CloudEdge就是一个面向5G的MEC解决方案，其究竟采用了何种架构、是一个什么样的解决方案呢？

### 面向5G的网络架构演进： 从扁平到边缘

回顾移动网络架构的演进历程可以

看到，移动网络一直在向减少业务处理环节、实现架构扁平化的方向发展。在2G时代，用户访问互联网需要经过基站、基站控制器、SGSN和GGSN之后才能到达互联网，访问效率非常低，使本来就不快的上网速度更加缓慢；当移动网络演进到LTE时代，网络架构已经大大扁平化了，互联网访问简化到了2跳，用户可以从基站直接到核心网网关



来接入互联网业务，大幅提升了用户数据业务的体验；但当我们面对 5G 时代的极低时延、超大带宽和各行各业大规模的物联网业务时，现有的网络架构就无法满足这些需求了，而需要新的网络架构来实现。

### 低时延的业务要求核心网功能部署到网络边缘

自从移动网络支持数据业务以来，各代移动技术一直在致力于提升网络吞吐率以改善用户的体验，实际上，随着吞吐率的提升，上网速度渐渐不再是瓶颈，而时延则成为影响体验的关键因素。应用侧的研究表明，高品质视频业务对时延的要求是非常苛刻的，例如 AR/VR 业务就要求最高时延为 20ms，否则用户就会产生眩晕感，严重影响体验。5G 甚至提出 1ms 端到端时延的业务目标，来支持车联网和工业控制等业务的要求。

但是，目前的移动技术对时延的优化并不充分，例如，LTE 技术可以将空口吞吐率提升 10 倍，但对端到端的时延只能优化 3 倍。其原因在于空口效率大幅提升以后，网络架构并没有充分优化而成为了业务时延的瓶颈。LTE 网络虽然实现了 2 跳的扁平架构，但基站到核心网往往会距离数百公里，途经多重汇聚和转发设备，再加上不可预知的拥塞和抖动，根本无法实现低时延的保障。所以，为了支持这些对时延有着极高要求的业务，必须将网络功能和业务处理功能下移到靠近接入网的边缘，以减少中间层级，实现低时延的业务处理。

### 超大流量需要内容的本地化

当前的移动网络本来是为语音业务而设计的，基于业务的并发频度和传输效率的考虑，网络架构采用了树状结构，业务层层汇聚到中心节点来处理，但对于 MBB 业务，这样的网络架构则遇到了问题。举个例子，一段 10MB 大小的网红短视频，如果一个区域内有 1000 个人观看，就会产生 10GB 的网络流量，而实际上这段内容从互联网到移动网络内被重复发送了 1000 遍，有 99.9% 的网络带宽被浪费了；如果这段视频能缓存在靠近接入侧边缘的节点，就可以为运营商节省大量的传输带宽，尤其是随着空口吞吐率的大幅提升，网络流量越来越高，

网络侧的这个效率问题将更加突出，所以大流量时代的内容本地化势在必行。

### 千行百业的业务需求要求一个本地化、灵活和开放的网络平台

移动宽带网络越来越成为企业办公和行业营销的基础平台，越来越多的细分领域希望基于网络进行行业定制，例如，一些企业为了移动办公的安全性考虑，希望对私有云的数据访问能在企业园区内网完成，这就需要网络功能部署到园区内的同时又能支持本地业务分流；再如，一家韩国运营商提出了智能广告牌的设想，让广告牌可以基于网络数据进行智能的人流分析，并动态调整本地的广告内容，从而提高广告转化率，这就需要基于一个本地化的、开放的网络平台。

## MEC@CloudEdge构建面向5G的边缘云

作为面向 5G 的 MEC 解决方案，华为的 MEC@CloudEdge 将应用、内容以及 MBB 核心网的部分业务处理和资源调度功能一同部署到了靠近接入侧的网络边缘，通过将业务靠近用户进行处理，以及应用、内容与网络的协同，来提供可靠、极致的业务体验。

### MEC@CloudEdge的部署场景

MEC@CloudEdge 的实际部署需要在体验和效率之间进行平衡，一方面，越靠近基站则中间环节越少，体验就越好；但另一方面，越靠近基站，同时接入的用户就会变少，节点的使用效率会有所降低。

同时，也要根据场景化的业务需求来决定部署位置，例如对于一些企业要求私有云数据不出园区的需求，就需要将解决方案部署在企业园区内；又如一些体育场馆为场内用户提供赛场回放、互动参与、在线购买和位置服务等定制业务，这时就需要部署在场馆内。

所以，综合以上需求，MEC@CloudEdge 应该根据业务需求和资源高效的原则部署在城域网边缘到基站之间的位置，例如 CO 机房（Central

随着 MEC 的建设，移动网络将迎来一系列令人兴奋的办公和娱乐新方式——高清视频、移动办公、智能场馆以及智慧交通……新的技术将会带来新的生活，且让我们拭目以待。

Office) 以及一些特定场所和园区内。

### MEC@CloudEdge的主要功能

为了实现前面提到的业务需求，MEC@CloudEdge 需要具备以下主要功能。

**第一，用户面的终结：**包括计费 and 策略等核心网功能的运营能力，同时满足计费、监听、移动性以及操作维护的需求；

**第二，业务的 Local Break Out (LBO)：**为实现内容和应用的本地化处理，MEC 必须实现 LBO 功能，从而使用户可以通过 MEC 直接访问本地的内容和应用，而不必迂回到集中的核心网网关；

**第三，第三方应用的注册和管理：**为了实现网络功能的扩展和第三方业务定制，MEC 需要支持第三方应用的集成，包括应用的注册和被发现，以及统一管理，例如资源调度和健康检查等；

**第四，网络能力开放：**为了实现垂直行业的业务定制和第三方应用的灵活上线，MEC 需要提供开放的平台，以使网络内部的能力开放出去，与第三方业务实现无缝结合。

### MEC@CloudEdge解决方案结构

MEC@CloudEdge 解决方案基于华为 CloudEdge 云化平台，可以基于通用服务器与第三方应用共硬件部署；支持网关的用户面处理和 LBO 功能实现业务本地化；支持第三方应用集成和管理，支持业务流内容感知和编排，以实现业务扩展和体验优化；支持网络能力开放以支持运营商的新业务创新；并且根据需要可以进行控制面、用户面、使能面和管理面的按需模块化部署。

### MEC@CloudEdge的关键技术

早在 2012 年，业界就已经开始研究 MEC 的相关技术，但受限于平台开放技术和商用驱动力的制约，一直没有实际部署。近年来，随着 NFV 技术的成熟应用，MEC 开始进入了标准制定和解决方案研发阶段，为实现 MEC 功能，MEC@CloudEdge 的主要使能技术包括：

### NFV与云化技术实现多租户共建

NFV 技术使 MEC@CloudEdge 上实现多租户成为可能，使网关功能和第三方应用可以共平台部署、统一资源管理；但另一方面，由于部署位置较低，节点容量会相对较小，不能依赖大规模 DC 带来的可靠性和性能优势，所以仅仅有 NFV 是不够的，还需要引入云化的软件构架，将软件功能按照不同能力属性分层解耦地进行部署，在有限资源下实现高可靠性、灵活性和高性能。

### 控制与承载分离实现网络功能的灵活部署

当 MEC@CloudEdge 靠近接入侧部署时，核心网网关功能将分布在网络的边缘，会造成大量接口的配置、对接和调测，所以需要将核心网的用户面和控制面进行分离，实现网关的灵活部署，以简化组网。

网关用户面和控制面分离 (CU 分离) 通过剥离网关复杂的控制逻辑，将其功能保留在集中化的传统网关或集成到融合的控制面，不仅可以有效降低网关分布式部署所带来的成本压力，同时也可以化解信令路由迂回和接口负担等问题。

网关 CU 分离首先要做到功能轻量化，剥离复杂的控制逻辑功能；其次要对保留的核心基本功能进行建模，定义出通用转发面模型和对象化的接口，以实现转发面的可编程，支持良好的扩展性；最后，在复杂业务功能被剥离的基础上，实现配置轻量化，支持一键式部署。

### 业务感知和智能业务编排

为了提升用户体验，MEC@CloudEdge 能够实时感知业务，并针对性地进行智能的体验优化。例如，当无线网络质量下降时，MEC@CloudEdge 可以感知到用户视频的码率，并将业务流分发到视频优化模块对视频流进行重新编码，以使用户可以观看到流畅的视频。

随着 MEC 的建设，移动网络将迎来一系列令人兴奋的办公和娱乐新方式。例如基于 MCDN 的高清视频体验、基于 AR/VR 的手游和 LBS 营销、基于 LBO 的安全而可靠的企业移动办公、基于 MCDN 和开放平台的智能场馆，以及与车联网结合的交通辅助系统……新的技术将会带来新的生活，且让我们拭目以待。■

# 全云化核心网，引领全面云化转型

运营商全面云化首先应从设备开始，然后逐步完成网络云化，最后再推进业务和运营系统的变革。运营商的优势在于实时性应用，而核心网是实时应用处理的中枢，因此率先云化核心网已成为行业共识。

文/邓鳌



2016年，历经3年发展，电信网络云化已成大势所趋。最新的Heavy Reading调研显示，96%的运营商将启动网络云化计划。面对大势，华为明确提出了“All Cloud”战略，旨在融合NFV、SDN和云计算等新技术，通过设备、网络、业务和运营

4个层次的云化，帮助运营商构建一张资源可全局调度、容量可弹性伸缩、架构可灵活调整、能力可全面开放，以及运营与运维可全自动化的敏捷智能通信网，实现全面云化，提供ROADS（实时、按需、全在线、服务自助和社交化）用户体验。然而，“千里之行，始于足下”，

面对复杂的网络现状和庞大的存量规模，“庖丁”应从何处开始“解牛”？

**全面云化始于设备云化，  
设备云化起于核心网**

从运营商的角度看，在走向全面云

华为全云化核心网包括全系列云化产品，及新增的 MANO (Management and Orchestration) 部分，具备 4 大关键特征，能够很好地满足未来的业务要求，为电信网络云化转型铺平道路。

化、实现 ROADS 体验的过程中，首先应从设备开始、选择优势应用率先云化；然后，再逐步完成网络云化，将云上的各种应用通过敏捷的 SDN 网络连接起来；最后，在升级的基础设施上全面推进业务和运营系统的变革，结构性地实现创新研发效率、部署运维效率和运营管理效率的全面提升。

回过头来思考，运营商的优势应用是什么？是实时性的应用，例如实时音 / 视频通信应用，只要有实时要求，运营商就具有优势，而核心网是实时音 / 视频通信应用处理的中枢，因此率先云化核心网已成为行业共识。

2015 年 4 季度 CurrentAnalysis 对运营商的调研也显示，8 大率先云化场景中，50% 为核心网业务场景，并且调研样本中的 87% 表示将在未来的 12 个月里考虑基于云化 IMS 和 EPC 实践 4G 高清音 / 视频业务 (VoLTE 和 VoWiFi)。

## 构建极致体验、敏捷创新和高效智能的全云化核心网络

网络功能虚拟化后，由于基础设施和部署方式的变化，将带来对业务 SLA 和运维的影响和改变。ETSI NFV ISG 在 2013 年的白皮书《Network Functions Virtualisation – Introductory White Paper》中即指出：电信网络云化将面临性能、可靠性和自动化等 9 大关键挑战。作为实时音 / 视频通信的中枢，解决这些挑战、确保实时音 / 视频业务的电信级 SLA 只是核心网云化的基本要求。在此之上，更应该前进一步，面向未来业务，以云化的理念打造“极致体验、敏捷创新、高效智能”的全云化核心网才是目标。

**确保在任何场景下实时业务的极致体验**

相比传统核心网，云化核心网不仅要在可靠性和性能相对较低的通用硬件上确保业务的电信级 SLA，而且更要满足未来车联网和工业控制等低时延业务，以及 AR/VR 和 4K 视频等超大流量业务更为严苛的时延和流量冲击，为用户提供极致的业务体验。

## 使能敏捷的业务定制与新业务创新

当通信行业从服务人与人之间的通信扩展到向大规模物联网和各垂直行业提供服务时，业务应用场景将千差万别，对网络的要求也呈现出巨大的差异。在有限的投资和网络资源下支持敏捷、按需的业务定制，同时实现运营商的优势网络能力，例如语音、QoS 控制和位置信息等与第三方业务的无缝结合和加速业务创新，是未来业务对全云化核心网的关键诉求。

## 实现智能和自动化的运维

面对 ICT 时代海量、个性化业务的快速兴起，海量应用的上线、生命周期管理和差异化体验保证已经不太可能通过大量的人工干预来实现，基于业务感知的网络自动化和智能化运维成为必然趋势。

## 华为全云化核心网，引领全面云化转型

华为全云化核心网包括 CloudIMS、CloudEPC、CloudSDM、CloudDRA、CloudPCRF 和 CloudSBC 等全系列核心网云化产品，以及新增的 MANO (Management and Orchestration) 部分，具备 4 大关键特征，能够很好地满足未来的业务要求，为电信网络云化转型铺平道路。

**开放，最优化网络构建成本：**华为全云化核心网架构开放，三层完全



解耦，支持与多厂商通用硬件、云化操作系统和第三方 VNF 集成部署。依托其开放架构，运营商可以按需选择、“强-强”联合、灵活部署、最优化网络构建成本。

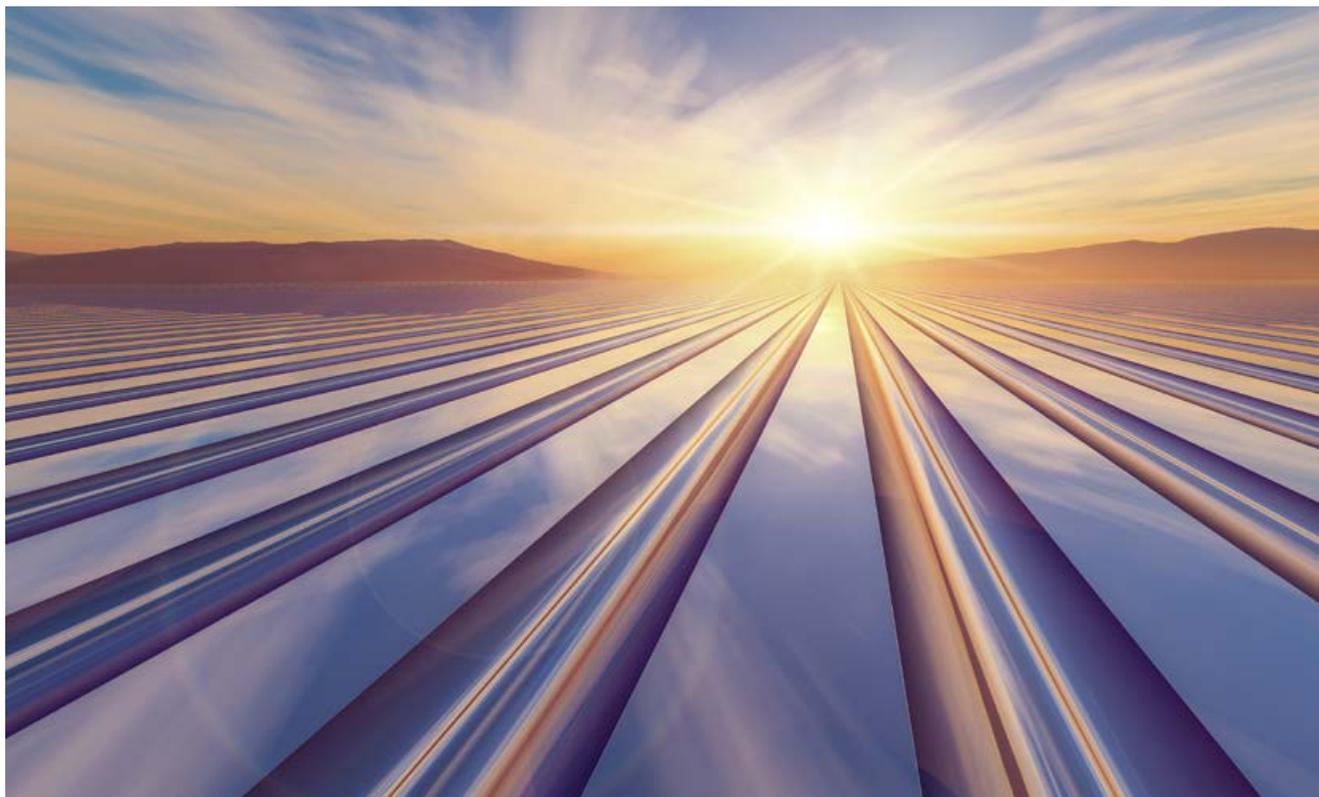
**分布式云化软件架构，确保电信级能力：**不仅是软硬件解耦，通过领先的分布式云化软件架构，华为全云化核心网有效提高了资源利用率和业务弹性能力，确保了与基础硬件设施无关的电信级能力；同时，可实现控制面与用户面分离，支持网络功能的灵活、按需部署，即控制面功能可以集中部署以简化网络，而用户面功能则可部署到网络边缘以贴近用户，提供最佳的业务体验。

**业务感知的智能运维，提供最佳业务体验：**通过多种创新技术，华为全云化核心网可支持基于业务 KPI 的健康检测与故障自愈、差异化的业务链智能编排、基于业务感知的动态应用部署，以及系列化的智能工具平台，例如性能评估工具和端到端故障定界/定位工具等，使得资源可按需编排、业务可按需从中心到边缘动态灵活部署、故障可快速恢复与自愈，实现以业务体验为中心

的智能运维。

**原子级网络能力一站式开放与编排，促进业务创新：**通过对原子级网络能力的灵活编排，可在一张物理的全云化核心网上快速组合出差异化的网络能力，满足不同行业 and 不同业务的体验诉求。通过一站式网络能力开放平台，不仅能实现语音、视频和 QoS 等通信能力的开放，而且可实现计算、存储和网络资源的开放，并且能为新业务的创新提供涵盖全业务生命周期的开发、测试、上线和运营一体化环境和管理平台，支持开发即上线，更好地促进业务创新。

截止到 2016 年 4 季度，华为全云化核心网已经与德国电信、沃达丰、Ooredoo 和中国移动等多家全球领先运营商展开了战略合作，实际部署商用网络超过 130 个。凭借其领先的技术、成功的商用经验，以及创新的业务与商业模式，华为全云化核心网已得到了业界的普遍认可。未来，通过更加开放、创新和健康的产业生态系统，华为全云化核心网将与更多合作伙伴一起，共同为客户创造更多创新业务和商业价值，引领全面云化转型。■



## 云化助力能力开放迈向成功之路

电信运营商经过语音红利和数据红利时代的高速增长后，已经遇到了发展瓶颈。传统的语音和短彩信业务受到互联网应用的冲击而不断下滑，电信运营商网络通信的价值如何才能重新绽放？

文/孙宏伟

### 开放创新成为电信运营商的必然选择

电信运营商经过语音红利和数据红利时代的高速增长之后，已经遇到了发展的瓶颈。一方面，业务收入增长乏力，以中国移动为例，2015年其语音业务收入在总收入中的占比已低于50%，较2014年下降了15%；另一方面，部署4G、FTTH和IoT等新领域的业务又需要很大的持续投资。简单地销售哑管

道、简单地提供语音和数据通信服务已经不能支撑收入的增长，运营商需要找到新的业务增长点，打破传统通信业务的局限，将管道通信能力变现。

电信市场经过多年的高速发展，传统的个人用户市场已趋近饱和，用户普及率接近极限、增长越来越乏力，而政企市场将是运营商重获增长的新蓝海。

在移动互联网浪潮中，用户通信的行为模式和消费习惯都发生了深刻的变化，已经进入“个性化服务阶段”。用

户消费在运营业务上的时间长度和注意力资源份额越来越少，用户的长尾需求与运营商自身的开发资源之间有不可逾越的鸿沟，运营商想在整个产业中做一个全能型企业已经不现实，因为在满足客户需求的时候，由自身进行全盘控制将在服务质量和业务创新上面临巨大挑战。

互联网上的通信需求随处可见，互联网厂商也具备很强的创新能力，但他们面临着电信资源获取困难、研发成本

高的困境。

在此背景下，运营商需要积极转变运营模式，主动将自身的网络资源开放给不同的企业和行业应用，从而实现从人到物再到组织的全联接，并通过嵌入企业商业流程，提升效率，创新业务，与合作伙伴优势互补，共同打造健康、共赢的生态环境。

## 云化网络助力能力开放迈向成功之路

运营商的传统网络通常由大规模、迅速增长的多种多样的硬件设备组成，并且数十年来，应用系统也采用“烟囱式”方式建设和运营，网络封闭严重。

开发和部署能力开放，不仅需要新类型的设备，同时还面临着几个问题：首先，互联网业务的不可预测性。以四川移动为例，其向互联网企业开放通信能力后，短时间内就发展了行业合作伙伴百余家，吸引了腾讯、阿里、小米和微会等大型OTT企业入驻。其中面向个人用户提供免费语音和消息类聊天的微会业务每天产生的话务量超过600万分钟，大大超过了网络建设的初期规划规模，短时间内就使得现网设备面临几次急迫的扩容需求；其次，运营商的能力开放平台通常会采用全国集中部署、统一运营和运维的模式，这种模式要求网络要具备低时延、高安全能力，能支撑业务一点部署、全国接入并覆盖多种业务；再次，电信运营商可开放的能力很多，涉及通信、用户信息、QoS、位置和支付等能力，为了保持竞争优势，也为了适应市场需求的快速变化，新能力上线将采取“开发-试商用-上线-优化”的闭环迭代模式，而运营商传统的僵化网络架构无法满足不断变化的业务创新需求。

因此，运营商要想实现成功转型，

保证业务创新成功，就必须在网络架构和商业模式上进行真正的突破。必须以关键云能力为核心搭建开放的云平台，实现资源全局调度、容量弹性伸缩和能力全面开放，聚合生态圈资源成为云业务的创新和变现中心；同时，向垂直行业纵深提供定制化的端到端解决方案，以云服务为核心技术改造垂直行业的服务模式。

最后，开放模式也将引发产业升级，对运营商来说最大的挑战莫过于角色的转换——从通信运营商转变为平台运营商，个人开发者/企业开发者/ISP等成为一个新的客户群体。能力开放绝不是简简单单的API开放，需要平台运营商围绕合作伙伴的应用开发和上线运营提供全方位的支持服务。

## PaaS平台构建和形成紧密的产业生态

在开发阶段，开发者渴望平台能提供应用开发和测试的技术支持服务，包括创新想法、应用开发方向引导、技术文档、开发工具、开发环境、开发技术，以及资深开发者经验交流与指导等；而在上线运营阶段，开发者渴望平台能提供营销推广、用户反馈和应用盈利等支持服务。

目前在全球范围内，云计算的3层结构已然清晰，能力开放PaaS平台的实际应用也开始显山露水，这种模式也越来越受到开发者的青睐。开发者希望运营商能利用一个完整的云计算平台，为其打包提供包括应用开发、测试、协作、存储和托管在内的一揽子服务，而不是用大量的入驻式(on-premise)基础设施支持开发。因此，利用PaaS平台，开发者不再需要购买硬件和软件，通常只需要几分钟就能够创建、测试和部署一些非常有用的应用和服务，解决研发

华为 CaaS 能力开放平台经过 3 年的发展，已经建立成熟的合作伙伴生态，为运营商提供了一个可借鉴的成功经验。

环境复杂和成本高的难题。

华为 CaaS (Communication-as-a-Service) 能力开放解决方案提供了全方位通信能力的云计算PaaS平台，将运营商的通信能力和资源全面开放，例如消息、语音、实时视频、会议、协作通信、位置、QoS和用户数据等，不仅通过云端的开放API方式提供给企业和开发者，也从创新性的角度将通信能力封装成SDK(软件开发工具包)，并推广到尽可能多的终端设备上使用，协助开发者快速、便捷和低成本地集成相关通信功能。

华为 CaaS 能力开放平台于2013年在福建电信上线，2014年正式实现平台的商用化。经过3年的发展，已经建立了一个成熟的合作伙伴生态，从最初的6家合作伙伴扩展到目前超过1500家的规模，遍布于企业通信、在线教育、在线医疗、生活服务和房产信息化等17个行业，为腾讯、58同城、Q房网、好大夫等1500多家企业提供服务。在不远的未来，平台将与更多的企业进行合作，打造更完整的生态环境。该平台的成功不仅给福建电信带来了新的机会和收入，也有力地证明了华为解决方案的可行性，为其他运营商提供了一个可借鉴的成功经验。■

# CloudFAN: 迈向云时代的宽带接入架构

CloudFAN是华为面向云时代的接入网解决方案，包含网络分片、业务云化和管理云化3大功能，支持接入网的平滑演进和新技术的快速引入，可以帮助运营商和企业构建云时代的核心竞争力。

文/周博 朱洪

**宽**带网络的发展也是人类文明进化史的缩影，每一次重大的技术变革都带来产业的快速增长和人类文明的蓬勃发展。早期的窄带拨号 Modem 和 ISDN 接入方式带动了数据业务和互联网的兴起，而 ADSL 接入技术的出现第一次将人们带入了宽带接入时代，网站服务、互联网应用开始普及。随后，基于各种接入介质的宽带创新技术让用户带宽不断提升，人们开始进入百兆时代，业务应用更加丰富多彩，高速上网、视频聊天和 4K 视频等推动了宽带产业的快速发展。而随着千兆城市、千兆小区的兴起，以及未来的 8K 视频和 VR（虚拟现实）等新业务的不断推出，接入带宽开始从百兆向千兆迈进，千兆接入时代开始来临。在千兆接入的前提下，在线视频、智慧家庭、用户 DIY 和企业云化等业务快速兴起，云业务的诉求迫在眉睫。

## 云化接入网：从SingleFAN到CloudFAN

华为接入网解决方案也紧跟着时代的步伐，随着技术的演进而不断推陈出新，引领着产业快速向前发展。2007



年，华为推出了 SingleFAN 1.0 光铜一体解决方案，在同一款设备中可以同时插入铜线和光纤的业务板，方便运营商在同一设备上部署不同的接入技术；

2012 年，华为推出了 SingleFAN 2.0 异构接入（HetAN）解决方案，可以实现家庭、办公和移动等多业务场景的宽带接入，通过统一平台帮助运营商快速建

网，满足不同业务的需求；2014年，华为推出了SingleFAN 3.0任意媒介千兆接入解决方案，通过技术创新和大容量分布式OLT平台的引入，将任意介质上的接入速率提升到了千兆，同时提供了更好的4K视频用户体验和智慧家庭等丰富业务。

带宽提升到千兆后，针对未来的全面云化战略，网络将转型为以数据中心为主的架构，网络功能和业务都将运行在云上，运营商将更加关注如何发展新业务以提升ARPU值？如何降低整体网络的运维成本？以及如何快速引入新技术并保护现网投资？针对这些变化，华为在2016年全球宽带论坛上发布了CloudFAN解决方案。

CloudFAN是华为推出的面向云时代的接入网解决方案，具备面向云演进的全新接入网架构，可以帮助运营商和企业构建云时代的核心竞争力，其包含网络切片、业务云化和管理的云化3大功能，支持华为现有的SingleFAN解决方案向CloudFAN平滑演进，同时也支持未来快速引入新的技术。

## 网络切片：提升设备效率，降低运维成本，提供开放接入

运营商通常是基于不同类型的业务来部署不同的物理网络，但这样容易造成网络设备使用率低和网络重复建设的问题。例如在上海电信，既有高价值企业专线用户，又有家庭和校园等普通用户，为了确保用户体验和网络安全，上海电信希望通过网络切片功能在同一台OLT设备上承载不同的业务，并实现业务隔离，提升设备的使用效率。

CloudFAN的网络切片功能基于新一代大容量、分布式智能OLT MA5800，可以实现将原有网络进行切片，形成多个逻辑上独立的切片单元。由此，运营商可以在一张物理网络上虚拟出多张不同网络，同时接入家庭、企业和移动等不同业务，达到网络资源利用的最大化，并且专网专用保证安全可靠，确保最终用户体验。

通过CloudFAN的网络切片共用OLT硬件，首先可以显著提升设备使用效率，且部署快捷方

便，可以实现低成本、高效率承载多种业务；其次，物理资源可以按照用户需求进行灵活配置，各切片之间不会产生干扰，可有效确保业务的可靠性与网络安全；最后，每个切片在管理上相互独立，可以由专门的团队来独立管理，有助于提升和优化网络规划、业务发放和运维的效率，快速而准确地处理网络故障；未来，针对企业业务，CloudFAN的云管理功能还可以实现企业专线端到端的配置自动化。目前，华为已经与上海电信就网络切片功能方面展开合作，基于华为下一代OLT MA5800对网络进行切片，在同一张接入网络上实现了家庭、企业和校园等全业务的统一接入。

通过CloudFAN的网络切片功能还可以提供开放接入，实现网络基础设施与业务提供的分离，类似于英国Openreach模式。目前，设备的管道开放已经实现，但用户管理仍需要由Openreach来负责，不能实现业务提供商的自主管理。未来，通过CloudFAN的网络切片和云化管理可以实现网络和管理的全部开放，达到类似独立建网的虚拟开放接入。

## 云化平台：提供丰富业务，持续提升ARPU

目前，越来越多的新业务和用户定制化业务是运营商的重要关注点，具体包括如何实现新业务的快速开通、用户如何自行订制业务、业务如何即开即通，以及如何根据全网情况快速优化业务能力等。

CloudFAN可以将业务管理、业务开通和业务优化系统集成在云端，通过统一的管理控制快速提供新业务和快速优化业务提供能力，为用户提供最佳的业务体验。例如，CloudFAN可以将部分智慧家庭的业务功能上移到云端，并通过能力开放提供给开发者，包括外设管理、管道提速、虚拟存储、多媒体、运维、安全和大数据等功能，开发者通过能力调用可以提供丰富的智慧家庭业务；同时，通过云化平台处理可以减少终端软件的升级变更，更快速地开通家庭新业务。

另外，云化平台还可以提供更佳的用户订制

SingleFAN 3.0 平台采用了大容量分布式架构，各业务板均采用高性能网络处理器，未来可以通过软件升级的方式实现对开放协议的支持、实现向 CloudFAN 的平滑演进。

业务和整网优化能力，例如，用户可以根据实际情况选择自己的家庭户型，由云平台给出最佳的 WiFi 覆盖建议，并根据周围邻居家 WiFi 信道的占用情况给出 WiFi 最佳信道选择和功率配置，以减少干扰、提升家庭 WiFi 网络的综合性能。

针对企业业务，通过云化平台可以将企业网关的部分功能上移，在云端为企业提供云计算、防火墙、网络安全等业务处理，降低了企业内网的 TCO 和复杂度，增加了企业服务的灵活性和业务快速提供能力。

### 云化管理：设备集中管理，业务自动发放，资源配置最优

CloudFAN 将从设备管理转向连接管理，除了传统的局端和终端设备，还将管理到后面的 WiFi、Zigbee 和 Z-Wave 等各种应用设备的连接，加上未来物联网的引入，连接管理的数量将呈十倍到百倍的增长，因此云化管理是 CloudFAN 的必然选择。CloudFAN 的云化管理包括网络管理、业务管理和资源管理 3 部分。

云化网络管理通过开放协议支持云化的管理和集中的网络控制器，提升设备管理能力和网络资源的使用效率。传统的网管采用专门的操作系统，并受制于服务器的硬件性能，系统升级和备份效率低、可扩展性差。而基于云的管理平台和网络控制器采用成熟的开源软件，具有更加灵活的扩展性；同时，由于集中管理还可以实现传统网管所不具备的集中处理功能。例如，针对企业专线的全网拉通端到端隧道连接配置管理、针对组播视频的集中用户权限管理和用户行为统计等。通过云化网络管理可以实现业务配置发放自动化，在海量网元（FTTDP、D-CCAP）场景下通过云化技术集中存储设备配置数据，实现设备的上电自动注册和自动获取配置，即网元的即插即用。

云化业务管理针对全连接时代的到来，将设备管理延伸到连接业务，例如，家庭网络 WiFi 设备的连接性能和状态管理、子女设备的连接权限和时长管理、家庭安防的自动告警和联动

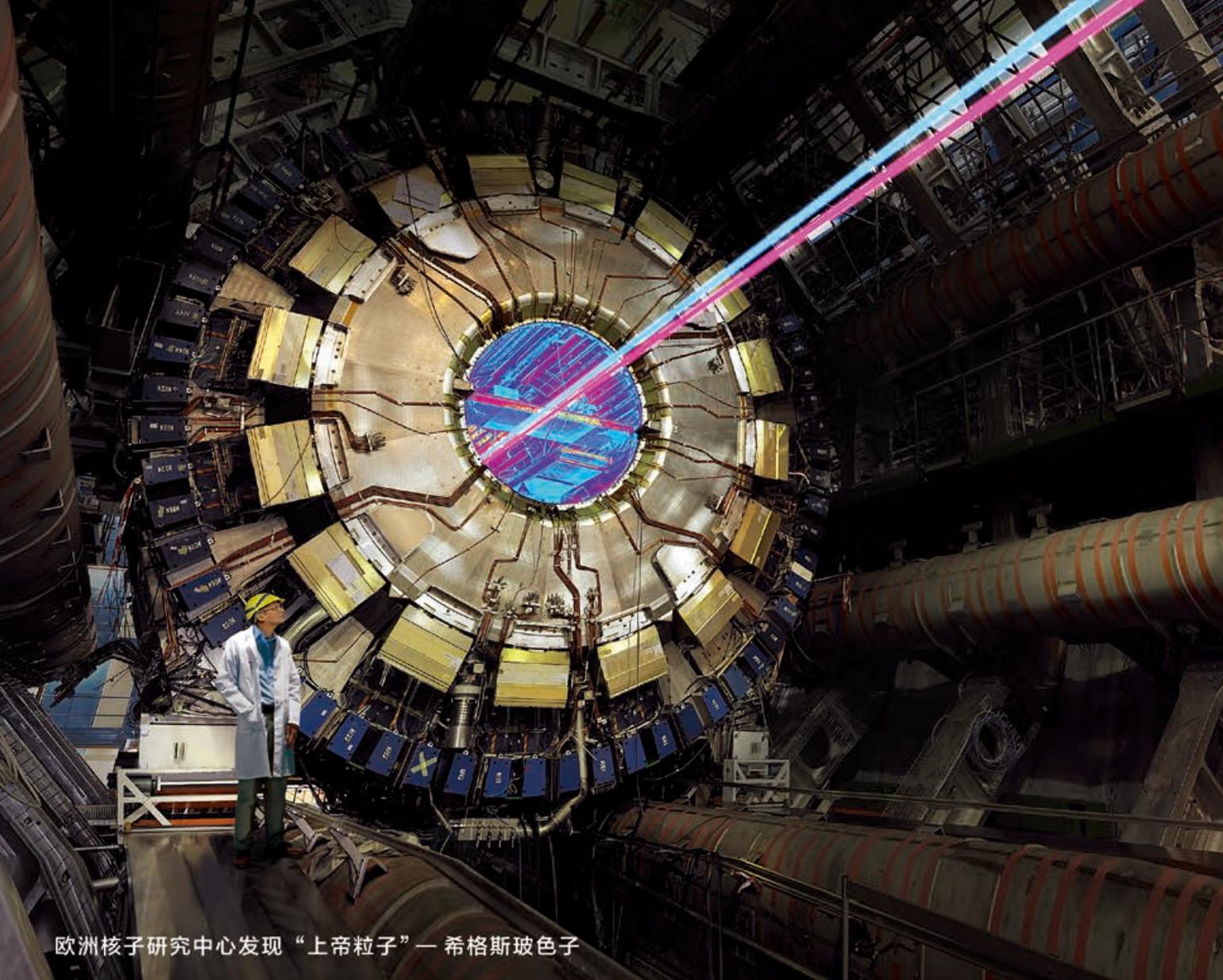
管理，以及家庭取暖和空调的自动节能管理等；同时，通过云化业务管理平台，可以向用户提供基于云的用户业务自助服务，用户可以自行通过网站更改业务套餐，完成在线付费后可以通过云管理实时更新设备配置、自动完成业务发放和业务变更，极大地提升了运营商的业务发放和变更效率。

云化资源管理可以对波长、功率和频谱等网络资源进行优化配置。未来 100G PON 将定义多个波长的固定波长终端，通过云化的资源管理可以协调分配不同波长或多波长绑定的终端，避免同一波长过载和同一光纤内波长资源分配不均。另外，随着 10G PON、40G PON 和未来 100G PON 的引入，也会带来光功率的衰减，通过云化资源管理可以自动计算 Class B+、Class C+ 等不同光功率模块的配置，预测和管理端到端 ODN 网络光功率的损耗。针对铜线接入中 ADSL、VDSL2、Vectoring、SuperVector、G.fast 和 NG-fast 等多种技术共存的情况，通过云化资源管理可以实现动态频谱调优，在共享的低频段通过功率谱抑制和能量调配减少相互干扰，确保铜线接入整体性能最优。

### 向 CloudFAN 平滑演进：保护运营商既有投资

华为现有的 SingleFAN 3.0 任意媒介千兆接入平台可以支持向未来 CloudFAN 的平滑升级和演进。SingleFAN 3.0 平台采用了大容量分布式架构，各业务板均采用高性能网络处理器，未来可以通过软件升级的方式实现对开放协议的支持、向基于云的管理控制演进，支持与网络控制器的通信，支持对未来云业务的接入。

与此同时，CloudFAN 平台对未来创新技术的引入也能提供很好的支撑，可以保证端到端的带宽和连接。由于采用开放式云平台，可以支撑后续技术持续演进，保证如 100G PON、NG-fast 和 25G DOCSIS 等后续创新技术的快速引入，并通过云端对波长和频谱等资源进行优化调配，实现与现网设备的共存和向未来的平滑升级。[4]



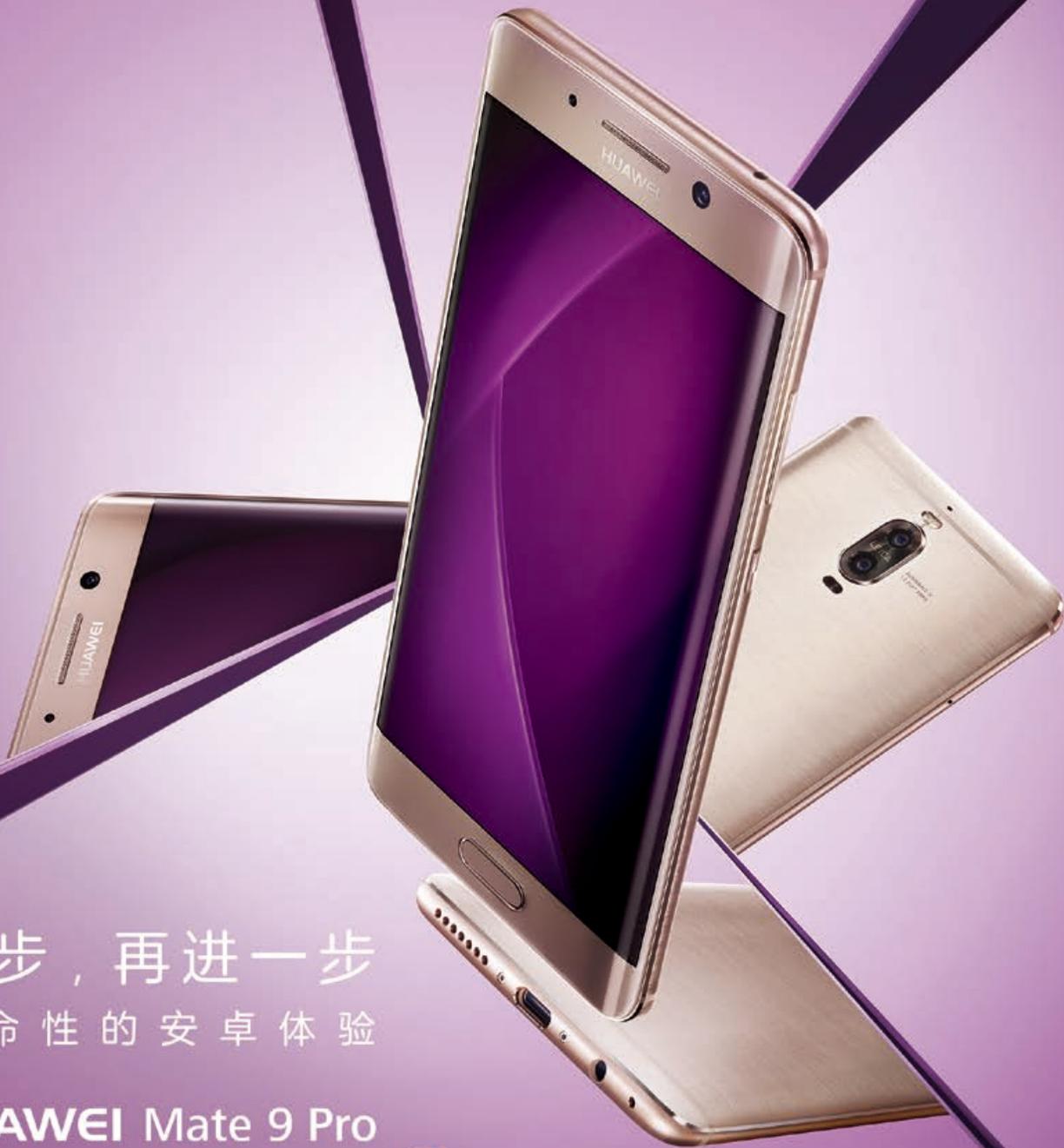
欧洲核子研究中心发现“上帝粒子”——希格斯玻色子

# 欧洲核子研究中心 数十年的厚积薄发 隐约听到了上帝的脚步声



厚积薄发





进步，再进一步  
革命性的安卓体验

**HUAWEI Mate 9 Pro**

华为 | 徕卡 联合设计



新一代麒麟960芯片  
智能学习的EMUI5.0  
突破性解决安卓卡顿