引 领 新 ICT 共 建 全 联 接 世 界

ICT 新视界

e.huawei.com

内部发行 / 免费赠阅
华为 • 企业BG
NO.18
2016年7月出版
总第018期
粤内登字B第13154号
LEADING NEW ICT

数字化转型 企业需要何种网络架构

在数字化转型过程中，越来越多的CIO意识到，只有拥有良好的ICT基础架构才能构建数字化的企业，让ICT融入到每项业务中，以构建新的竞争力。而SDN的出现和逐步应用是网络架构变革的必然选择。>>

扫描体验移动阅读

引领“新ICT”，使能新产业革命

服务可定制：未来网络的重要趋势

德国电信：做欧洲云服务市场领军者

HUAWEI

体验每一次联接带来的惊喜

◎ 华为企业网络产品线总裁 刘少伟/文

未来的10~20年是用户致胜的时代，数字化时代的用户正在重塑企业的业务战略。如今，企业的数字化已经将物理世界和业务信息流联接在一起，改变着企业的商业模式、服务模式和营销模式；同时，日新月异的数字化手段也在快速发展，包括物联网、人工智能（AI）、虚拟现实（VR）以及大数据和智能设备等，如果企业不能抓住这些技术趋势，将其与自身的业务进行匹配，就无法更好地连接客户。

数字化企业是必然。

在这种趋势下，有几个核心的部分。第一，企业应如何进行数字化转型。这表现在其ICT基础架构的建设与业务之间的融合。只有从用户出发，以业务为导向，才能建设、优化和运营数字化平台，也只有在这样的平台上，才能与用户进行连接，保障其体验，这种融合表现在智能化、数字化和效率方面。

第二，转型中企业要分清什么是自己最重要的业务，如何有步骤、有准备地面向未来实施数字化转型，即如何规划ICT方向。这同样表现在ICT基础架构的建设规划上——既要保障其稳定性和前瞻性，又要保障其与用户体验的无缝连接，这将考验企业对自身业务和对ICT基础架构的理解程度。

第三，始终注重用户体验。并非只有互联网企业才注重用户体验，以后，无论何种企业（包括2B和2C企业）都要以用户为中心，以体验为重点，从用户接触到购买、使用、售后服务等全流程提供量身定制的体验，这包括产品界面的友好程度、网络的连接速度、使用时的沉浸感和欢愉感等。

由此可见，网络无疑是企业数字化转型中至关重要的环节，没有网络就没有企业数字化平台，也没有用户的良好体验。

网络是连接企业ICT架构的数字通道，是连接企业核心资产的通道，还是连接企业内部和外部的业务、运营和管理的唯一通道，更是影响用户体验的唯一通道。因为在数字化时代，网络的安全性、便捷性、高速和稳定性将严重影响用户数字化体验，可以说，网络是构建数字化体验的基础与核心。

归根结底，数字化企业连接的不是数据与信息，而是体验与智慧。企业也只有构建面向未来的网络，转向云化的架构，才有可能最大化连接用户，快速响应用户需求，为用户提供差异化的服务和体验，让用户拥抱数字化生活；最终，企业也将因此获益，成为数字化企业，构建以体验经济为核心的竞争力。

如今，SDN为网络打开了另一扇门，让ICT基础架构变得更加智能和更具服务性。它从技术上解耦了控制与数据，其实也就是解耦了网络与体验，让连接更简单，让体验更丰富。

华为正是基于SDN网络架构推出了敏捷网络，以期能帮助客户成功建立高效、敏捷和服务化的网络，提升用户的数字化体验。华为企业网络的愿景是——让企业体验每一个数字化时刻，让每一次体验都带来惊喜。■

刊首语

P1 体验每一次联接带来的惊喜

New ICT

P4 引领“新ICT”，使能新产业革命
面对数字化转型大潮，华为立足技术创新，打造开放、灵活、弹性和安全的平台，与客户、伙伴共建可持续发展生态，引领新ICT，助力企业数字化转型成功。>>
P6 物联网会是零售业的护城河吗？
在互联网电商的冲击下，零售业巨头们必须坚持创新，但新的成功模式又容易被竞争对手轻易复制，如何才能建立一个永久的护城河来抵御竞争对手？>>
P8 打造基于人工智能的移动网络
通过对数据进行抽象与分析，人工智能（AI）以及机器学习（ML）将实现下一代通信技术的突破。>>

视野

P12 服务可定制：未来网络的重要趋势
SCN网络体系架构以提供差异化的服务质量为主要目标，其设计原则包括简单开放、可扩展、安全、融合、高效灵活调度网络与信息资源等。>>
P15 德国电信：做欧洲云服务市场领军者
作为第一家真正能够提供可替代方案的主要欧洲公司，德国电信T-Systems将成为欧洲企业用户值得信赖的合作伙伴，帮助他们打造安全可靠的混合IT云。>>
P16 向客户驱动的架构演进
运营商必须要提供ROADS的用户体验才能保持竞争力，而这需要其改变现有的以网络为中心的运营模式，代之以客户为中心才能持续成功。>>

特别报道

P18 数字化转型，企业需要何种网络架构？
在数字化转型过程中，越来越多的CIO意识到，只有拥有良好的ICT基础架构才能构建数字化的企业，让ICT融入到每项业务中，以构建新的竞争力。而SDN的出现和逐步应用是网络架构变革的必然选择。>>
P24 未来的企业网络
面向未来的企业网络必须满足灵活性、扩展性、易管理以及安全性4大要求以确保成功。>>
P26 SDN+敏捷物联，助物联网快速落地
SDN结合敏捷物联网关，在推动物联网管理和部署方面将发挥巨大作用。>>
P28 云时代如何简化数据中心网络运维？
在实现了网络自动部署之后，如何支持SDN网络的精细化运维成为业界关注的热点。>>
P30 SDN的今生与未来：10年发展看10大趋势
SDN从2006年诞生，到2009年入围《技术评论》10大前沿技术，再到2016年“全球SDNFV技术大会”上全面开花，SDN 10年演进，将何去何从？>>

焦点

P34 倡导良性竞合，共建安全的SDN和NFV
良性的竞争与合作，能够充分促使安全和ICT产业链取长补短。>>
P36 园区SDN已经来临
纵观园区的各种业务痛点，无论是业务部署、网络运维，还是第三方互通和定制化需求等，SDN都可以提供全新的方案从容应对。>>
P38 创新无线，让优质教育资源随手可得
提供优质移动学习服务已成为大多数院校的信息化建设目标，无线网络作为移动学习的基础，也越来越受到重视。>>
P40 埃塞AAU大学树立非洲高校现代化新标杆
P41 新西兰林肯大学引领高校敏捷校园建设趋势

生态

P42 办大学、建生态，华为与伙伴掘金“新ICT”
P46 华为：用一个圈子联接一个圈子
P48 将应用交付服务引入到OpenStack

成功故事

P52 物联网将引发照明的下一场革命

P54 解析天津联通SDN IPRAN商用：ONOS落地的里程碑
P56 荷兰Serverius数据中心如何逆袭运营困境

书评

P58 人工智能时代

P60 ICT盘点
P62 留言板

主办：
华为技术有限公司企业BG
《ICT新视界》编辑部

粤内登字B第13154号

编辑：
杜 娟 彭裕国
许振新 刘 梅
丁文杰 康 然
陈 婧

电子版请登陆e.huawei.com阅读或下载
索阅、投稿、建议和意见反馈，请联系编辑部
E-mail：ICT@huawei.com
编辑部地址：中国深圳市龙岗区坂田华为基地H2
电话：（0755）28780808 （010）82882758

版权所有©2016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）

阎力大

面对各行各业的数字化转型大潮，华为立足技术创新，打造开放、灵活、弹性和安全的平台，与客户、伙伴共建可持续发展生态，引领新ICT，助力企业数字化转型成功。>>

引领“新ICT”，使能新产业革命

◎ 华为企业BG总裁 阎力大/文

从1997年计算机程序“深蓝” 击败国际象棋大师卡斯帕罗夫开始，到今天AlphaGo 机器人4:1战胜世界围棋冠军李世石，机器人在人类传统的智力游戏中正一步步战胜顶级世界冠军。

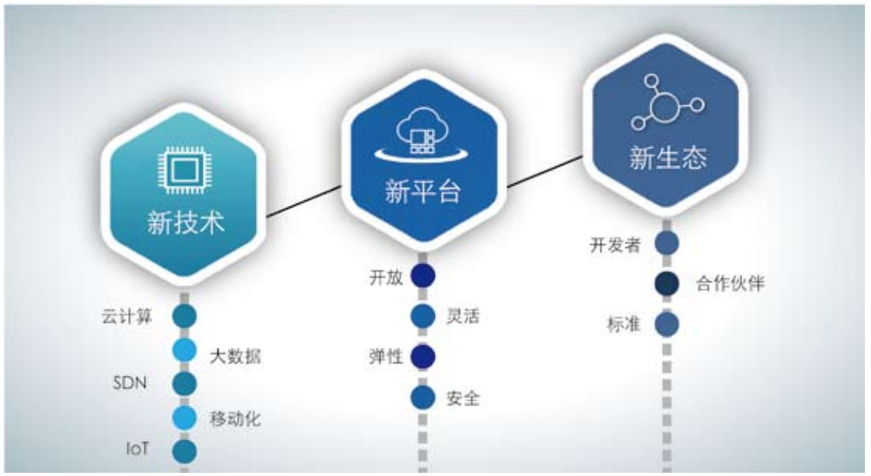
众所周知，东方围棋比国际象棋复杂得多，足以令任何“暴力”穷举者望而却步，而AlphaGo在人机大战中为什么能获胜？其除了采用深度神经网络等自我学习方法外，更重要是AlphaGo背后是全新的云计算，调用了1200多个CPU和160多个GPU，所以李世石是在与数千台电脑对战，而不是一台大型机。

全行业重塑和数字化转型

科技进步带来的变革已经远远超越了人类的边界，并正在大幅改变今天的产业格局和人们的生活，各行各业都在进行着深刻的产业重塑和数字化转型。例如在公共安全领域，公共安全系统的建设是一个非常复杂的体系性问题，需要消防、救护和警察等不同部门密切合作，进行跨部门的协调。但实际上各部门通常都各自为政，建设独立的IT基础设施，即相互独立的“烟囱”体系，造成部门之间数据无法共享、重复建设和投资浪费。

肯尼亚政府的平安城市实践为我们提供了很好的借鉴。当罗马教皇首次访问非洲时，在0.12平方公里范围内聚集了30万人。为保证现场安全，肯尼亚政府部署了约10000名警察，涉及10个部门，分成30个小组现场工作。如何才能让部门之间协同工作？如何在网络和终端之间实现互联互通？这是个巨大的挑战。为此，肯尼亚政府采用华为解决方案新建了一套可视化指挥调度系统，通过使用无线宽带集群、GIS和共享平台等众多新ICT技术，最终在这一历史性时刻保证了现场人员的零伤亡和零投诉。

再比如新闻媒体行业。时效性、准确性和全面性是新闻媒体行业的3大核心诉求。当视频流从高清发展到4K、再到VR（虚拟现实），对整个行业都将产生巨大的影响——高清的新闻素材如何及时传回总部处理？一线的采访资料又应如何与后方的演播厅进行分享？华为革命性的混合云平台为此提供了高效的解决方案。通过公有云，摄影师可以利用WAN加速上传其所拍摄的内容，将上传时间从过去的10小时降低到现在的1.2小时；在摄影棚中，各工作小组可以通过私有云进行动态分享；记者刚刚完成采访，可以远程通过公有云进行剪辑，以便在访谈结束后的短时间内就可以播出……所有这些改变，都是由于新ICT技术的出现，新ICT正在使能各行业的数字化转型。



通过上述两个行业的剖析不难发现，当前企业的数字化转型已进入加速阶段，以云计算为核心的新ICT正在从企业的支撑系统转变为核心生产系统。在这个核心生产系统中，用户终端和行业终端将物理信息转化成数字信息，通过网络与数据中心相联；而数据中心通过实时业务平台支撑实时生产与协同；此外，还有大数据分析平台，可以将数据变成有形资产。

敏捷技术创新

当新ICT与行业生产系统深度融合的时候，我们发现“云-管-端”协同的架构至关重要。以IoT（物联网）技术为例：首先，经历多年发展，终端芯片和通信模块的成本越来越低、尺寸越来越小、功耗越来越少；其次，从4G到4.5G、再到5G，联接技术的进步使得未来网络联接数十亿终端设备成为可能，同时有能力将海量终端设备搜集到的大量信息实时、高效地传输到云数据中心；第三，大数据技术带来的海量数据分析和挖掘能力，可以让信息的价值真正地呈现出来；而最后，云系统可以支撑大数据技术对海量数据进行处理和分析。由此可见，要支撑行业的数字化转型，任何一个单独的技术都不可能担此重任，只有一批创新技术协同起来，才能真正奠定数字转型的基础，这也是新ICT时代的典型特征。

要支撑行业的数字化转型，任何一个单独的技术都不可能担此重任，只有一批创新技术协同起来，才能真正奠定数字转型的基础，这也是新ICT时代的典型特征。>>

“云-管-端”协同的开放平台

为了帮助我们的客户应对行业数字化转型带来的机遇与挑战，华为每年将营收的10%投入到技术创新中，过去10年研发投资已累积超过400亿美元。依托技术创新，华为希望搭建一个开放、灵活、弹性和安全的平台，并基于该平台创造出全新的生态系统——一个可持续的、面向行业实现共赢的新生态系统。

这个平台首先是开放的，企业客户可以在其上找到适合自身的解决方案，或者基于该平台开发自己的应用；其次，该平台是灵活的，有能力满足各行业的发展需要，让开发者可以直接专注于应用开发本身；第三，该平台是有弹性的，可以通过混合云解决方案实现公有云和私有云之间弹性的资源配置与调度；最后，该平台还是安全的，打造一个端到端的安全平台不仅仅是华为自己的事情，也需要联合专业的第三方安全企业和应用开发公司，从多维度为网络和系统提供安全防护。

共赢生态系统

基于开放、灵活、弹性和安全的“云-管-端”协同平台，华为希望能够创造一种新生态系统，在这个生态系统中，围绕客户业务需求，华为聚焦于ICT基础架构及其持续创新；同时开放API，与合作伙伴和客户联合创新，以此来满足客户的业务需求。

在生态系统中，华为注重3方面要素：开发者、合作伙伴和标准。其中开发者对于整个生态系统至关重要。2015年华为公布了开发者使能计划，未来5年将投资10亿美元用于设立创新基金、在世界各地建立开放实验室，以及提供人才培养和开发支持等。

对于合作伙伴，不仅包括销售合作伙伴，也包括解决方案合作伙伴、战略合作伙伴（SAP和埃森哲等），以及应用开发伙伴等，这些都是华为生态的重要组成部分。

在标准建设和参与方面，华为已加入了170多个国际标准组织，也是18家ICT领域主流社区的重要贡献者，今后华为在推动国际标准建设方面仍会不遗余力。

展望未来，面对各行各业数字化转型大潮，华为将立足技术创新，打造开放、灵活、弹性和安全的平台，与合作伙伴共建可持续发展的新生态，引领新ICT，帮助企业数字化转型成功。■

（本文基于CeBIT 2016全球大会主题演讲整理）

乔纳森·格雷戈里
（Jonathan Gregory）

在互联网电商的冲击下，过去的零售业巨头们正举步维艰。零售业必须坚持创新，但新的成功模式又容易被竞争对手轻易复制，如何才能建立一个永久的护城河来抵御竞争对手？>>

物联网会是零售业的护城河吗？

◎ 埃森哲IT战略业务董事总经理 乔纳森·格雷戈里/文

今天，互联设备不仅改变了消费者的生活、工作和娱乐方式，而且正在彻底重塑每一个行业。物联网对零售业尤其具有颠覆性意义。可以看到，已有零售商在尝试利用智能互联设备创建数字生态系统，并由此提供新型服务、重塑客户体验，同时进军新的市场。

在客户体验、供应链以及新的渠道和收入来源这3大关键领域，物联网为零售商带来了诸多机遇。在物联网领域，许多看似科幻小说的情节正在迅速成为现实——甚至超出了许多人的想象。零售商必须果断行动，立即着手制定并实施物联网战略，否则就会被新老对手抢占先机，夺走市场知名度和份额。

改善客户体验

如今，很多企业都已增进了与客户的亲密度，但物联网将会带来远超以往、更加真切而有意义的个性化体验。随着普通“物体”成为智能设备，客户体验也在全面步入数字化，这些体验汇聚成了一股“为我互联”的大趋势。依托这种互联互通的环境，企业能够以每一个消费者为中心去设计和创造产品与服务。

消费者的物联网设备应用率有望迅速攀升：埃森哲互动数字营销服务部门开展的《物联网现状》研究发现，近2/3的消费者都有意在2019年之前购买互联家居设备，而2016年拥有可穿戴产品的消费者预计将同比增加一倍。

物联网为零售商开发更好的生态系统提供了契机，从而将实体世界和数字世界联接起来，无论消费者是在店内还是店外，均能进行双向实时互动。而日益普及的智能手机则将成为这些互动的枢纽。过去，零售商由于担心有些顾客只会到店内查看商品，然后通过智能手机在线从竞争对手处购买商品，所以数字化步伐异常迟缓；如今，零售商已开始探索新的方式，以更好地沟通联系来强化店内体验。其中一种方法是，利用无线信标定位技术在顾客进入商店后即与其进行直接互动。比如罗德与泰勒（Lord & Taylor）、哈德逊湾（Hudson's Bay）等百货公司已纷纷利用苹果iBeacon技术和Swirl移动营销平台，为下载品牌应用的顾客提供个性化促销信息。

此外，零售商还可充分利用这些互动生成的海量数据，改善客户的进店体验。比如利用传感器跟踪顾客在店内的足迹，商家能够改善店内陈设和商品的摆放策略。雨果博斯公司（Hugo Boss）就在店内安置了热传感器来研究客户的移动路径，进而将热门产品摆放在客流量较大的区域。

优化供应链运营

“产业互联网”描述了各家企业如何利用云计算、移动性和大数据等技术，将数字空间和现实世界密切整合在一起，由此提高运营效率并培育创新。预计到2030年，产业互联网和物联网设备的结合有望为全球经济额外创造超过14万亿美元的价值。

面对更为复杂的供应链、日益重要的数字渠道，以及越来越高的客户要求，互联设备和产品为零售商优化运营提供了契机。比如，无线射频技术可以提高库存追踪的精确性，而数据视觉化技术则令员工更容易追踪产品在供应链上的位置；商家甚至可以为顾客提供这项服务，支持客户查看其订单在生产和经销流程中的进度。

店铺经理也可以利用联网智能价签来实时调整定价，比如，降低促销产品或销量不佳产品的价格，抑或提高抢手商品的价格等。完全整合的定价系统将帮助零售商更好地实现货架、收银台和各种渠道之间的价格同步，确保网店与实体店价格一致。

此外，商家还可以在供应链中整合其它物联网设备，进一步改善店铺运营，不断降低成本。比如，依托物联网技术的传感器有助于店铺经理监控并调整照明亮度与温度，在提高顾客舒适度的同时，实现能源节约和开支削减。

传感器能够使许多目前需要人工完成的工作实现自动化，比如追踪个别商品的库存或调整价格等，这将使销售人员有更多时间与顾客交流，进一步提升店内服务。

创造新的渠道和收入来源

但物联网的真正威力在于，能够为零售商带来新的收入来源，甚至建立起全新的渠道。通过拓展新的渠道，零售商可以针对正在崛起的“互联家居”打造高利润的新型产品，攀上更高的营收水平，此类实例已屡见不鲜。

如今，家用电器、家庭安全和舒适产品甚至健康保健产品都逐渐成为物联网生态系统的一部分。家居装饰或消费类电子产品领域的零售商不仅可以提高这些互联设备的销量，比如家得宝（Home Depot）在售的“智能”产品已达600余种，还可以利用这些设备提供的数据，将自身业务范围延伸至消费者家中。

而一些零售商则通过成为整合“平台”，进一步利用各类互联产品。这些平台的基本理念在于，使客户的所有家居设备都能够更容易地相互“对话”。

比如，劳氏公司（Lowe's）推出了“智能家居枢纽”——Iris平台，通过Wi-Fi、ZigBee或Z-Wave等联网技术可与任何设备进行通信。该平台具有开放式接口，因此制造商可以将自身产品与其对接起来。Iris令劳氏有能力与AT&T和Verizon等电信运营商直接展开角逐，同时也为公司创造了崭新机会——与制造商合作将各种产品整合到Iris平台之上。此外，家得宝的Wink和史泰博的Connect等其它平台也在纷纷问世。

而食杂店等其他类别的零售商同样可以建立这种平台，或是与这些平台展开合作。互联平台为零售商提供了另一种与客户直接互动的渠道，从而开启了潜藏的客户数据宝库。这些信息几乎涵盖了家居生活的方方面面——从用电量一直到消费趋势，善用这些信息能够帮助零售商提供更具针对性的产品或服务；或者，他们也可以将现有的电子商务渠道同互联平台加以整合，由此提供各种新的服务，比如根据客户消费或保质期监控情况自动续订产品。■

（本文节选自埃森哲卓越绩效期刊《展望》“物联网：掀起零售业革命”一文，标题经编辑重新拟定）

New ICT

物联网对零售业尤其具有颠覆性意义。已有零售商在尝试利用智能互联设备创建数字生态系统，并由此提供新型服务、重塑客户体验，同时进军新的市场。>>

杨劲

Miguel Dajer

通过对数据进行抽象与分析，人工智能（AI）以及机器学习（ML）将实现下一代通信技术的突破。>>

打造基于人工智能的移动网络

◎ 华为美国研究所网络数据分析研究主管 杨劲 华为美国研究所无线接入实验室副总裁 Miguel Dajer/文

借助于人工智能（AI）和机器学习（ML）技术领域的突破，比如深度神经网络和概率模型，计算技术将能够实现曾经看似遥不可及的任务。长期以来，围棋曾经被认为是人工智能不可逾越的极限，然而不久前，谷歌公司的“阿尔法围棋”——经过人类以及电脑比赛训练的机器学习程序——击败了围棋世界冠军李世石，而此前有些专家曾经预言机器击败人类围棋选手至少还需要10年的时间；仅仅在几年前，自动驾驶仍然被认为是不现实的，但是现在，自动驾驶已经成为最受投资者青睐、最有可能成功的技术领域之一。上述的每一项进展都显示了技术突破即将带给人类的能力。作为全球通信技术产业最大的制造商之一，华为有义务在业务实践中探索人工智能对于人类的意义及其所能带来的机遇。

迄今为止，无线通信系统是人类历史上最为复杂的发明之一，对人们的日常生活产生了深远的影响。身为电信产业的科学家以及工程师，华为一直致力于规划新的特性，以增强全球通信网络的性能和容量。这些特性包括用于帮助电信运营商管理和优化其技术设施的工具和服务。在满足客户需求、交付高价值且低成本的产品这一方面，华为一向非常成功。而上面所列举的人工智能领域的最新进展预示了许多新的机会，可以用于改进无线网络的运营性能。

为何选择人工智能?

在经历了30多年的商用之后，无线通信毫无疑问已经是一个成熟的产业。但是，目前尚未实现的一些能力仍然能够激发人们的想象力。不过问题是：需要选择哪项技术，以及在哪一个领域最有可能实现无线通信的下一代突破呢？华为认为人工智能是一个备选平台，可以帮助业界进行创新，设计出能够在大型商业网络上广泛使用的新产品。

华为认为，以下的深远变化正在驱使人工智能被纳入到无线通信系统中。

● 运营商需要智慧决策，以管理复杂的资源和动态的流量

在早期的以语音为主的通信网络上，时隙是基本的资源结构单位，而无线流量模型非常容易预测。相对于今天的标准而言，这一时期的流量需求管理难度非常低。

智能手机的使用让今天的无线流量模型不可避免地包括各种维度和粒度，从而大大改变了这一局面。网络越来越异构，而用户设备往往可以使用多种无线接入技术——2G、3G、4G以及Wi-Fi等。在每一个技术领域，运营商都可以选择对多个层面的小区加以组合，并且可以通过组织各种无线电波，从而更好地满足用户的使用模式。此外，还可以通过动态地打开或者关闭小区来管理负荷或者干扰，亦或降低功耗。

有相当多类型的应用会影响用户流量的特征和交互关系，这些应用需要特殊对待。而为了实现对特定应用的特殊对待，需要对策略控制系统进行异常复杂的处理，从而在不同的操作层面运用多变量决策树。这些决策树可以在面对多样的流量需求和复杂的无线条件时确保最佳的用户体验。即将来临的5G通信将产生更多的用例，这些用例都必须得到妥善的管理。以网络功能虚拟化（NFV）为例，必须对计算资源进行动态分配，从而使核心决策算法能够自动适配当前的无线、用户以及流量条件。在这方面，机器学习和人工智能是最佳的候选技术，可以为现今的无线系统提供更强大的复杂决策能力。

● 运营商需要通过自动化来降成本、提高效率

低成本、高效率地运营日益复杂的网络是当前运营商面临的一项挑战。许多运营商必须管理至少2个或者3个网络。与此同时，他们又必须凭借有限的基本工具维持甚至降低目前的运营成本。这种情况对于早期以语音为主的网络来说或许可行，但是眼下的情况已经今非昔比：网络行为和性能因素比过去更加动态和不可预测，比如，社交媒体的活动可以影响到用户的网络行为，而这类活动随时都有可能造成井喷式的流量暴增。此外，随着网络运营与优化的焦点从网络性能转变为用户体验，传统的方法论和工具已经无法跟上时代的发展脚步，必须采用新的技术来支持不同的网络使用模型。

● 运营商需要进行数字转型，按需提供服务

在世界范围内，运营商们正在对网络进行改造，以提高对网络资源的利用率，在网络上传输更多的业务。结果就是，在网络资源的使用、提供和编排等方面，电信承载网正在朝着数据中心云服务这个方向演变。对电信运营商而言，目前的重点在于利用云技术和网络虚拟化提供业务的同时，降低资本和运营支出，提高自动化水平。基于数据分析的能力将提供无与伦比的端到端的系统可视化、资源量化、性能建模化、系统监测自动化，以及主动式的网络自我校正。这些对于无线产业未来的成功至关重要。

人工智能的独特价值

● 数据分析与机器学习

数据分析是对大型的数据集进行收集、组织以及分析，从而识别出模式并得出结论的一门科学。有4种类型的数据分析方法可以运用于无线管道的设计、运营和优化。

描述型分析：通过挖掘历史数据来分析以前的性能，从而发现过去的成功或者失败背后的原因。这类事后反思型的分析普遍应用于管理报告，比如销售、营销、运营和财务分析报告。

诊断型分析：侧重于确定导致某一结果的因素和事件，并对其进行解释。

预测型分析：使用数据来确定未来可能会发生的结果或发生特定事件的可能性，从而将数据转化成可行动的信息。预测型分析可采用包括建模、机器学习、数据挖掘和博弈论在内的统计技术，以评估当前和历史事

New ICT

人工智能领域的最新进展预示了许多新的机会，可以用于改进无线网络的运营性能；同时帮助业界进行创新，实现无线通信的下一代突破，从而设计出能够在大型商业网络上广泛使用的新产品。>>

机器学习能够提供广泛的应用程序帮助提高无线通信网络的设计、运营和优化。其潜在能力覆盖了自学习和自适应的网络、主动式网络监测和根因分析、自动化以及闭环优化，以及用户体验驱动的网络规划等领域。>>

实，预测未来的事件。

规范型分析：自动综合大数据、业务规则和机器学习等手段发挥预测的优势，针对决策或者行动提供建议方案。规范型分析持续和自动地处理新的数据来提高预测准确度，提供更好的决策备选方案。

机器学习及其所有的衍生技术组成了应用于无线通信的许多先进算法的关键技术基础，应用范围从优化到OSI（开放式系统互连）模型物理层的处理。目前，华为美国公司正致力于研发从无线通信算法所生成的海量数据中提取出隐藏信息的技术。相信这一领域的成功将会为华为的产品建立巨大的优势。

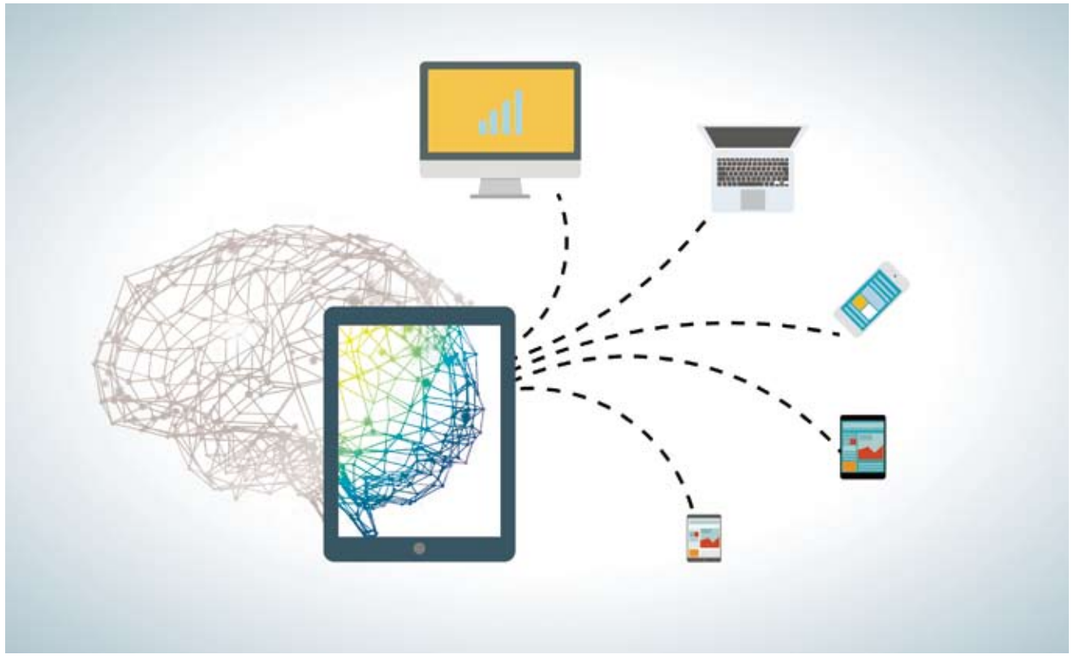
深度学习（DL）又称为深度结构化学习、分层式学习和深度机器学习，是机器学习的一个分支。深度学习基于算法，使用多个处理层、复杂结构和/或非线性转换对高层数据进行抽象建模。该领域的大部分研究试图给出更好的表述，并且创建模型以从大量的不带标签的数据中学习整理出表述。这些表述中的一些受益于神经科学领域所取得的进展，并且与神经系统对信息的处理和沟通模式（比如人脑的神经编码会试图定义不同的刺激与相关神经反应之间的关系）的阐述有一定的关联。

今天，深度学习几乎已经成为了一门独立的学科。谷歌的DeepMind DL平台已经击败了人类围棋九段选手，该系统使用了深度学习和增强学习作为其核心技术。目前，业界对机器学习，尤其是深度学习的研发投入正在飞速增长。一些公司，比如谷歌已经对其深度学习平台进行了开源，以鼓励更多的创新。

● 基于机器学习的无线管道设计、运营和优化

华为相信机器学习能够提供广泛的应用程序帮助提高无线通信网络的设计、运营和优化。以下场景可以展示机器学习及相关技术的潜在能力。

自学习和自适应的网络：无线系统设计所面临的一个基本挑战就是在困难的条件下管理并且分配资源，以满足流量需求。传统的



解决办法是基于领域知识和经验对系统进行分析和模拟，从而制定出具有针对性的规则。此方法的效果主要取决于设计阶段，一旦设计完成，系统就会根据事先设定的规则运作。在当今的网络环境下，流量呈现出多样化和动态化的发展趋势，并且网络和资源的架构都变得更加复杂，因此该方法面临着越来越大的挑战。华为认为未来的网络将具备自学习和自适应能力，从而能满足用户设备、无线条件和各种应用生成的流量特征所提出的需求。通过对过去的行为模式、输出成果以及统一网络或者其它网络上的类似实体的行为进行学习，网络的决策质量将会持续提高。

主动式网络监测和根因分析：网络监测和维护是网络运营中的关键任务。今天，我们通过告警对网络进行监测。但是，在小区这个层面，由于小区环境的动态性质，仅依赖静态告警门限会导致很多告警无法被上报。在根因分析这一块，我们则依赖基于知识的工程故障排除手册，尽管这一方式有着诸多的局限性。首先，工程师经常会给出一个通用的故障排除指导，但是其中的规则有可能是不准确的，或者需要针对特定的市场进行适配；其次，也是更重要的一点，这类故障排除手册的有效性往往受限于写作人员的知识程度，并且只针对已知的故障才有效。一旦发生了新的或者未能预期的故障，故障排除手册将无法起到指导作用。众所周知，有很多种原因可以导致新的网络问题的产生，而这些问题需要经验丰富的工程师花费颇多的时间进行调查分析，以给出解决办法。这一过程可能会持续很长时间，从而引起客户的不满，并且增加网络的运营成本。在当今这个客户希望任何问题都能够即时解决的时代，这一方法显然是不适用的。通过运用诊断型分析技术，我们可以快速、准确地进行根因分析，发现并解决网络问题，甚至在问题发生之前就将其化解。

自动化以及闭环优化：今天，网络优化依赖于人员的工程知识以及处理和分析能力。但是，随着网络技术变得更加复杂以及降低成本的压力日益增长，运营商需要更加自动化以及扩展性更好的解决方案。要实现自动化以及闭环优化需要的关键技术包括根因分析以及能够在特定事件场景下触发的优化引擎或者程序。这类优化引擎或者程序整合了领域知识以及由数据驱动的检索设置。

用户体验驱动的网络规划：对于任何网络部署而言，网络规划都是第一个也是最关键的步骤。网络规划的质量在很大程度上决定了网络后续的用户体验和投资回报。传统的网络规划工具聚焦于相对容易预测的语音业务，但现在数据业务（包括视频）已成为网络流量的主体，这类业务的用户体验高度依赖于参数的优化效果，比如数据吞吐量和时延设置。机器学习和预测型建模可以增强网络规划工具的性能，从而使网络更有可能不仅能满足覆盖目标，而且还能满足所有客户的用户体验要求。

服务供应商们正在积极探索新的商业模式，在此过程中人工智能技术扮演着重要角色，其可以帮助人们在系统设计、自动化运营和优化等各个核心环节做出更明智的决策。>>

主动安全防护：ICT行业目前正面临日益增长的安全事件。这些事件导致了大量的商业后果，包括断网、经济损失和信誉受损。华为相信机器学习对于在网络各层建立强大的安全防护有着不可或缺的意义。基于机器学习的行为分析将显著地提高网络检测攻击、自动分析数据和识别孤立行为之间关系的能力。

在过去，华为开展了一系列项目来开发机器学习技术，并且研究如何在管道设计与运营中运用机器学习技术。比如，华为已经在现网上进行了小区层面的异常检测和根因分析试验，并且得到了运营商的高度评价；针对网络覆盖和容量优化的自学习/自调整技术也已经成为华为自组织网络（SON）解决方案的一部分。目前，华为正在继续研究人工智能和机器学习，尤其是深度学习和增强学习领域的最新进展，相信这将会增强华为抓取并抽象化底层数据结构的能力，从而发掘网络生产的海量数据所蕴含的价值。

商业路线图

无线通信系统发展迅速，这就要求底层技术必须演化，以支撑除个人通信之外更大的需求，并且支撑未来物联网的发展趋势。服务供应商们正在积极探索新的商业模式，从而持续增加商业机会并获取更大的成功。人工智能技术在这个过程中扮演着重要的角色，其可以帮助人们在系统设计、自动化运营和优化等各个核心环节做出更明智的决策。这些关键要素为探索新的商业模式提供了必不可少的洞察。■

刘韵洁
现任中国联通科技委主任，北京邮电大学通信与信息工程学院院长、江苏省未来网络创新研究院院长。曾获得国家科技进步一等奖1项，部级科技进步一等奖2项，国家发明专利10项，现为“面向服务的未来互联网体系结构及机制研究”973项目首席科学家。

为了解决当前互联网面临的挑战，刘韵洁院士团队提出了SCN（Service Customized Network）网络体系架构，以提供差异化的服务质量为主要目标。其设计原则包括简单开放、可扩展、安全、融合、高效灵活调度网络与信息资源等。>>

服务可定制：未来网络的重要趋势

◎ 中国工程院院士、江苏省未来网络创新研究院院长 刘韵洁/文

互联网面临的3大挑战

互联网到现在已经发展40多年，大概可以分为两个阶段：从1969~1989年，主要是科研界研究如何实现基本的数据远程传输；从1990年至今，随着Web技术和电子商务的飞速发展，互联网取得了非常巨大的成就。然而，当前互联网也面临很多挑战，主要包括3方面：无法适应新业务需求、无法适应海量流量增长、无法满足与实体经济融合的需求。为解决这些挑战，互联网已进入第三个发展阶段，即未来网络阶段。

第一、网络架构不灵活，无法适应新涌现的业务需求，服务质量难以保证，产业价值链难以为继。近些年来，微信、QQ等OTT业务的爆炸式发展对运营商网络造成了极大冲击。据统计，OTT业务流量2016年将会占据互联网流量的71%左右。OTT业务之所以发展得如此快，与互联网的不按流量收费密切相关。然而，由于运营商仅仅成为内容提供商数据传输的管道提供者，其对骨干网的建设投入无法得到回报。长此以往，运营商会缺乏足够的动力对基础网络设施持续扩容，进而整个产业价值链会崩塌。例如，2014年，AT&T就宣布停止在全美100个城市建设光纤骨干网项目。那么，简单地按照流量收费是否可以解决问题？显然，对所有OTT业务按照流量统一收费会制约互联网的创新，影响到整个互联网生态圈的蓬勃发展。据调查，85%的用户愿意为更好的业务体验支付最高25%溢价。也就是说，如果运营商可以为某些用户提供更好的服务质量，那么，得到高质量服务的用户愿意支付相关费用。例如，2014年，Netflix同意向美国运营商Comcast付费，确保其用户获得更快的网速。然而，当前网络体系架构不灵活，无法便捷地满足不同用户对服务质量的要求。

第二、互联网流量飞速增长，信息冗余传输严重，难以适应未来信息海量增长的需求。研究报告指出，2015年全球每月IP总流量达到59.9EB，预计到2019年，每月将达到168.4EB，其中视频流量占据了80%左右。据统计，2015年底，我国有232部网络电视剧播放量超过10亿次，说明网络冗余传输的流量非常多。按照当前IP流量的增长速度，很快互联网流量就会达到现在的千倍量级。运营商通过简单的扩容很难适应流量的剧增。联通从2003年到2009年每年骨干网容量都在翻番，例如2007年是3000G+，2008年是6000G+。然而，据蓝讯公司测试，中国互联网有80%的时间跨省链路延时大于90毫秒，网络延迟非常大，处于比较拥堵的状态。这个结果表明，运营商仅仅依靠基础设施扩容并不能满足流量的飞速增长，另外，避免信息的冗余传输，可以大大减轻骨干网带宽的压力。

第三、信息网络和传统行业深度融合，但现有网络在实时性、安全性、灵活性等方面难以满足应用需求。互联网的下一个应用蓝海应该是与实体经济进行深度融合，这在中国被称为“互联网+”或者“中国制造2015”，美国称为工业互联网，德国叫“工业4.0”，日本叫机器人新战略，其目的都是提高产业的生产效率。麦肯锡报告称，中国有5.6万亿美元生产率机遇，因为中国的劳动生产率仅为经合组织平均水平的15%~30%。而生产率下降已经成为全球性问题，很多国家已开始推动工业互联网的研究。例如，美国的通用电气公司于2011年在硅谷建立了全球软件研发中心，启动工业互联网的平台和应用方面的开发；2012年发布《工业互联网：冲破思维与机器的边界》报告，将工业互联网称为200年来的“第三波”创新与变革；2013年则宣布未来3年投入15亿美元开发工业互联网。但是，当前互联网无法满足工业互联网的需求。例如，车联网的一个重要目标是避免每年大量的汽车事故，这需要网络传输延迟非常小，欧盟提出争取在10毫秒以下。然而，当前互联网在80%的时间中网络延迟都高于90毫秒。

因此，面对当前互联网的这些挑战，全球正在积极展开未来网络基础架构的研究。比较有代表性的工作包括软件定义网络（Software-Defined Networking，SDN）、内容中心网络（Content-Centric Networking，CCN）等。

面对当前互联网的挑战，全球正在积极展开未来网络基础架构的研究。比较有代表性的工作包括软件定义网络（SDN）、内容中心网络（Content-Centric Networking，CCN）等。>>

面向未来的服务定制网络（SCN）

为了解决当前互联网面临的3大挑战，刘韵洁院士团队提出了SCN网络体系架构。SCN以提供差异化的服务质量为主要目标。设计原则包括简单开放、可扩展、安全、融合、高效灵活调度网络与信息资源等。

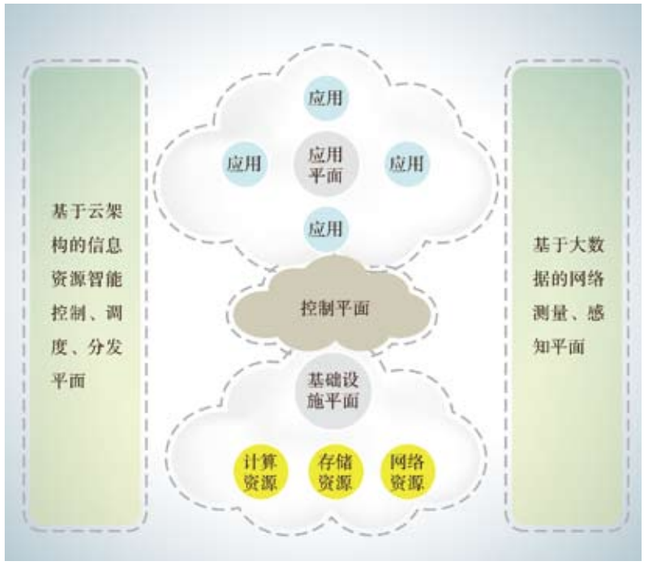
SCN的设计思路主要受交通系统的启发。当前交通系统可以为用户提供不同的服务质量，用户可以根据自己的需求选择不同的交通运输方式，例如普通火车收费低但是速度慢，而高铁速度快却收费高。但目前互联网不按流量收费，类似于交通系统中的普通公路不收费，无法保障用户的服务质量。因此，为了互联网可持续地健康发展，解决当前互联网面临的3大挑战，需要为不同需求的用户提供差异化的服务质量保障。

SCN的体系架构共包括5个平面（见下图）：中间是基础设施平面、控制平面和应用平面，左侧是基于云架构的信息资源智能控制、调度和分发平面，右侧是基于大数据的网络测量和感知平面。

服务定制网络体系架构

基础设施平面主要由计算资源、存储资源和网络资源组成；控制平面主要提供灵活构建不同服务质量等级的虚拟网络的功能，从而为不同用户提供差异化的服务；基于云架构的信息资源智能控制、调度和分发平面主要负责对内容资源进行智能而有序的调度，贴近用户部署，解决海量信息重复传输的问题；基于大数据的网络测量和感知平面主要通过收集网络状态信息为网络智能调度、控制和安全等提供支撑。

SCN体系架构得到了国际相关知名专家的高度评价。SDN主要提出者、美国工程院院士Scott Shenker非常赞同SCN的核心理念，澳门大学校长、美国前国家科学基金委计算机与网络系统分部主任赵伟认为基于SCN构架的CENI（中国网络创新环境）平台非常适合WIntenet验证，美国CMU教授、未来网络体系结构XIA项目负责人Peter Steenkiste希望XIA架构在CENI平台上进行部署验证。



服务定制网络的体系架构

CENI项目的总体建设目标是搭建覆盖中国40个主要城市的骨干网，100个边缘网络，并在南京、北京、合肥和深圳建设4个云数据中心，从而支持各种大规模的网络创新性工作。 >>

基于SCN架构的未来网络试验网

基于SCN架构，江苏省未来网络创新研究院牵头建设了一个小规模未来网络试验网，目前已经在南京、北京、上海、广州和西安等26个主要城市完成了部署。在这个基于SCN的试验网中，不同的用户可以根据特定的需求申请各自的虚拟网络；由于不同的虚拟网络相互隔离，所以用户可以在其上进行不同的试验。目前，国内已有80多个创新团队在我们搭建的试验网中进行实验。

在当前网络技术的变革期，搭建一个大规模、国家级的试验网对互联网的研究创新具有非常重要的意义。国务院于2013年2月发布了8号文，把未来网络试验设施项目列为国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012~2030年）。2015年8月，在国家发改委的组织下，CENI项目正式立项，江苏省未来网络创新研究院作为总牵头单位，同时汇聚了国内60多所高校、40多个科研院所与企业开始研发建设工作。

CENI项目的总体建设目标是搭建覆盖中国40个主要城市的骨干网，100个边缘网络，并在南京、北京、合肥和深圳建设4个云数据中心。从而支持各种大规模的网络创新性工作，例如，骨干网改造提升实验、光与IP融合实验、5G网络实验、物联网实验、4K/8K和VR/AR等视频业务分发实验、网络操作系统实验，以及业务编排实验等。CENI试验网建成后将可以有效支撑新型网络架构和核心关键技术的试验与验证，带动未来网络领域的科研与产业化。 ■

德国电信：做欧洲云服务市场领军者

◎ 德国电信T-System全球IT运营高级副总裁 Jörn Kellermann/文

Jörn Kellermann

作为第一家真正能够提供可替代方案的主要欧洲公司，德国电信T-Systems将成为欧洲企业用户值得信赖的合作伙伴，帮助他们打造安全可靠的混合IT云。 >>

在欧洲公有云市场，德国电信公司（Deutsche Telekom）正在将自己打造成能够与美国重量级云服务供应商相抗衡的企业。T-Systems是德国电信负责企业客户业务的分支机构。作为云服务的先驱之一，T-Systems在云计算领域拥有超过10年的经验。

T-Systems通过其动态业务部门能够快速响应企业客户的需求，为他们提供基于云的系统和服务，满足企业客户对于高可用性、低成本和高安全在线资源的要求。凭借该服务，T-Systems已成为欧洲私有云市场领导者。但是市场对公有云的需求也在不断增长。因此，T-Systems与其合作伙伴华为公司目前正在携手开拓欧洲的公有云市场，并计划到2018年底实现年度总营收翻番，达到10亿欧元的长远目标。

数据安全是重中之重

敏捷IT是技术与商业模式创新和业务快速投放市场的前提条件。由于公有云所具备的灵活性可以确保敏捷部署，市场对公有云服务的需求正在快速增长。此外，对于欧洲的CIO们来说，公有云正成为其迅速实施新创意或者增加现有资源能力时可以考虑使用的一个可靠选择。因此，我们将会看到这样一个趋势：私有云、公有云以及现有的IT系统将组成一个混合的IT环境，打造真正动态的IT概念和解决方案。

今天，欧洲的主要法律法规正在影响这一趋势，尤其是当涉及到公有云领域的时候。比如欧洲的法律规定，处理云数据的物理数据中心必须位于欧洲，并且遵循欧洲数据保护和隐私标准。T-Systems完全满足这些标准，其位于德国马格德堡北部小镇Biere的双核心数据中心（TwinCore Data Center）拥有最新的安全技术和全面的接入控制技术及手段。为了最大限度地确保弹性和防止业务中断，所有的数据和系统都被镜像到位于马格德堡的第二数据中心。T-Systems深知市场对于云解决方案有着庞大的需求。在未来的两年里，公司的云数据中心的容量将增加150%。

引领欧洲公有云的发展

与此同时，T-Systems正在与其他的领先业务供应商合作打造一个云生态系统。以各种基于客户需求规模、支持按需付费且安全的云服务来应对快速变化的市场环境，而与华为的合作以及德国电信的开放电信云正是这一努力的重要组成部分。

2016年3月14日，德国汉诺威CeBIT现场，德国电信正式发布Open Telekom Cloud（OTC）开放电信云服务，提供公有云以及软件解决方案，可与企业现有IT基础设施无缝集成。华为为其提供了软件与硬件设施，T-Systems负责云数据中心的管理和运营，并且在欧洲推广业务。数据保护遵循德国以及欧洲的法律法规。凭借这一独有、简洁、安全和价格适中的解决方案，合作双方势必能够在欧洲市场斩获足够大的市场份额。

云计算解决方案起源于美国，作为第一家真正能够提供可替代方案的主要欧洲公司，德国电信T-Systems将成为欧洲企业用户值得信赖的合作伙伴，帮助他们打造安全可靠的混合IT云。 ■

张国林

运营商必须要提供ROADS的用户体验才能保持竞争力，而这需要其改变现有的以网络为中心的运营模式，代之以客户为中心才能持续成功。>>

向客户驱动的架构演进

◎ 华为运营商业务集团服务标准与行业发展部主管 张国林/文

互联网正快速演变成一个以移动为主要特征的平台，并大大改变用户的行为。用户现在希望能够在任何时间、任何地点、使用任何设备无缝接入各种数字化业务。运营商必须能够提供ROADS的用户体验以保持竞争力。要支撑这些令人激动的趋势，企业必须进行技术变革，以新ICT为引擎推进现代化进程。

这一进程的主要障碍是旧的观念和运作模式。运营商需要改变现有的以网络为中心的运营模式，代之以客户为中心才能持续成功。

客户体验决定变革成果

客户体验将驱动基础设施和运营架构的变革，并最终决定变革所取得的商业成就。

华为客户体验管理（CEM）解决方案SmartCare可以帮助运营商进行内、外部改进，从而实现卓越的业务运营。全渠道的管理模式可以通过传统和数字化渠道提供相同的客户体验，帮助运营商更快地对竞争做出响应，并且在每一个用户喜爱的渠道向其推广个性化服务。全渠道管理另外一个令人激动之处就是可以帮助运营商转变为智慧城市集成商，在企业和民众使用城市服务时为其提供ROADS体验。

通过业务运营可以将ICT基础设施与ROADS体验融为一体。不过在实现之前还有许多问题需要解决。比如，如何设计新的运作模式？关键的业务能力如何演进？目前华为正积极参与各种行业组织，推动面向未来的运营模式的设计与研究，帮助客户解决上述问题。

华为正在与电信管理论坛（TeleManagement Forum）联合开展一个名为“全渠道管理”的催化剂项目，为数字业务的客户体验设计提供最佳实践。此外，华为还是“数字业务战略与客户体验工作组”的共同领导者。通过参与这一开放工作组，华为希望理解并帮助满足不同行业对用户体验的不同要求，帮助架构师和IT从业人员更好地理解和提供优质的客户体验。一旦建立起有效的沟通，各领域的专家就可以协力交付企业和个人用户想要的结果。同时，为了更好地测量业务的性能，华为还在对一些重要的测量指标进行定义和基准化。

基于云打造新的ICT架构

ICT基础设施必须实现软件定义、虚拟化和全面云化，这样才能为业务交付提供实时、灵活和弹性的ICT资源。

对基础设施进行重构的目的是让最终用户可以快速获取灵活和可扩展的基于ICT的服务资源。因此，必须基于云打造新的ICT架构。在此架构中，云数据中心扮演着网络中心和路由器的角色。因此，从现在到2020年，云数据中心在华为的整体商业战略中的地位将越来越重要。

对于坚持传统的、由内到外的IT解决方案的系统架构师而言，收入是通过业务流程中的价值主张实现的。而由外到内的模式则是通过为客户提供个性化体验来创造收入流，这种操作反过来又会催生必要的业务流程。

仅仅拥有核心的IT技术是不够的。由于用户想通过任何设备——比如笔记本和智能手机——使用应用程序获取服务，便捷的网络接入就非常重要，因此必须考虑到网络侧的情况。此外，家庭、办公和宾馆场景下的接入和服务质量也必须得到保障。

数字化转型已经如箭在弦。而许多技术已经足够成熟，满足部署的要求。问题是我们如何将业务与技术相结合以产生预期的业务结果？

建立合作伙伴生态环境

通过重新架构现有的运营模式和基础设施来实现ROADS的用户体验是一个复杂的流程，没有哪一家厂商能凭一己之力提供完整的解决方案。

ROADS用户体验对于当今的大部分用户来说仍然是新鲜事物。要成功地提供ROADS用户体验，电信运营商必须部署新的分析技术来理解客户的需求，然后再通过整合存储于云上的数据开发用户期望的应用。

一旦决定向客户提供ROADS体验，企业就必须将业务动机与技术进行匹配以使能数字化转型。比如，The Open Group开放平台3.0论坛（Open Platform 3.0）关注与云、分析和资源整合相关的中间件。针对这一场景，华为提出连接的重要性并在该领域持续贡献。

此外，对于OTT厂商来说，如果业务效果不够理想，其可以通过与生态环境的合作伙伴配合以及使用A/B测试技术来快速响应，通过数据分析快速测试市场和用户喜好，进而提供用户需要的服务。

亚马逊云服务（AWS）尤其擅长提供PaaS和IaaS云计算服务。通过使用AWS，用户可以在任何时间、任何地点构建自己的应用，并根据需求在线购买存储容量，而不必受到开发、测试和集成环境的限制。华为提供的公有云服务——华为企业云服务——也基于类似的应用中间件，客户可以快速、便捷地配置其业务。

Open ROADS社区：ICT转型最佳实践的孵化器

华为Open ROADS社区目前已经开通，将发挥ICT转型最佳实践孵化器的作用。

华为相信业界协作能够为数字化转型中所遇到的问题提供答案，因此积极创建Open ROADS社区，致力于联合业界各种力量，包括电信运营商、解决方案供应商、咨询公司以及大学，来孵化ICT转型最佳实践。

Open ROADS社区的另一个目的是帮助服务供应商真正实现其ICT运营的数字化。无论是为消费者、内部人员，抑或是合作伙伴设计服务或应用程序，华为都遵循以用户体验为中心的原则。比如，华为与SAP合作的数字化董事会（Digital Boardroom）解决方案为客户实时提供动态、情境化的业绩数据和业务总结，简化整个企业的绩效报告流程，从而解决了企业管理者在新业务运营中面临的痛点，帮助其更快地进行决策。

截至2015年年底，华为在全球共部署了660个数据中心，其中255个为云数据中心，在数据中心整合领域已积累了大量的经验和技术。在此基础上，华为开始计算电信行业如果采用促进用户体验的管理将能够产生的积极成果。在任何情况下，华为致力于成为电信运营商的长期合作伙伴，帮助促进行业的协作，对齐运营商的战略，提供最适合的解决方案以满足运营商的短期和长期目标，从而帮助运营商成功实现数字化转型，获得更好的商业结果。■

（热忱欢迎您加入到Open ROADS社区，共同开发ICT转型最佳实践。您可以在以下地址注册加入社区：www.hwopenroads.com）

华为致力于成为电信运营商的长期合作伙伴，帮助促进行业的协作，对齐运营商的战略，提供最适合的解决方案以满足运营商的短期和长期目标，从而帮助运营商成功实现数字化转型，获得更好的商业结果。>>

刘少伟

数字化转型，企业需要何种网络架构？

◎ 华为企业网络产品线总裁 刘少伟/文

在数字化转型过程中，越来越多的CIO意识到，只有拥有良好的ICT基础架构才能构建数字化的企业，让ICT融入到每项业务中，以构建新的竞争力。而SDN的出现和逐步应用是网络架构变革的必然选择。>>

我们正进入数字化时代。

这是一个令人激动的过程。因为转型为数字化企业后，企业的经营决策管理、营销与线索管理、客户管理、采购管理、供应链管理、人力资源管理等核心业务的运营都能用“比特”衡量，一切都有“数”可依，并根据数据做出判断。而在数字化进程中，企业将依赖ICT获得高速成长，这对IT应用和CT基础设施的进一步融合提出了更高要求。

在数字化转型过程中，越来越多的CIO意识到，只有拥有良好的ICT基础架构才能构建数字化的企业，让ICT融入到每项业务中，以构建新的竞争力。毕竟，转型过程艰难，企业和ICT厂商仍在探索当中。

在整个过程中，企业ICT的基础——网络架构应如何变革？如何才能让网络不成为数字化进程中的瓶颈、而成为核心支柱？SDN的出现和逐步应用是否是网络架构变革的必然选择？我们将在此进行梳理，帮助用户重新构建网络架构，加速数字化转型。

迎接数字化转型

1992年，安德鲁·葛洛夫在Intel年报中写下了一句话：“世界上只有两类公司：那些快速变化的，和那些已经死亡的。”

同年，一位来自斯坦福商学院的教授对10家收入和盈利均处于行业中上游的个人电脑公司做了一次企业IQ测试（判断企业是否能快速处理信息并转变为有价值的决策），直到1998年，这10家公司中只存活下了5家，另外5家为什么没能“活”下来？

其中一个重要原因就是：在1992~1998年期间，整个行业的发展加速，产品平均生命周期从15.5个月降到了6个月。而产品生命周期变短，就要求企业迅速对周围的环境做出反应——进行快速决策，而企业的决策效率将直接决定一个企业的生死存亡。

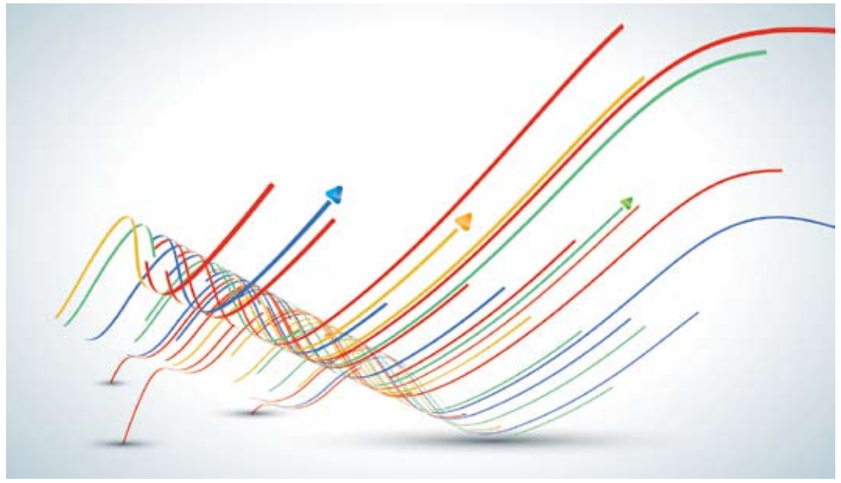
今天，我们正处于一个数字化转型的时代，企业内/外部的人和交易，以及物理世界的每一个生产和制造过程都会通过数字化技术联接，从而产生数字化的关系。

华为认为，数字化转型就是企业利用移动、云计算、物联网和大数据等手段，将物理世界和虚拟世界联接起来，并且创造或改造企业已有的生产和运营模式的过程，让企业能以更快的速度做出正确的决策，从而在市场中保持竞争优势。

当前，传统行业已经建立的竞争优势正在丧失，因为这些建立在成本之上的优势，包括人力、资源和运营成本正随着宏观环境的变化而在减弱或者丧失——劳动力成本和土地成本在增加，环境的监管力度也在增强，而出口型企业随着人民币的升值，原有的成本优势也在降低。

新的互联网公司没有既有的包袱，其利用移动化、互联网、物联网和云计算等新技术，用革命性的商业模式快速地吸引大量用户，抢占市场，这给反应迟钝的传统行业带来了重击，因此传统行业的改革

数字化转型就是企业利用移动、云计算、物联网和大数据等手段，将物理世界和虚拟世界联接起来，并且创造或改造企业已有的生产和运营模式的过程，让企业能以更快的速度做出正确的决策，从而在市场中保持竞争优势。>>



势在必行。

所有的CIO都明白数字化带来的优点——首当其冲的是能够节约成本、高效运转；其次，在企业业务系统被数字化的过程中，会促使管理变革和业务流程变革，从而带动企业内部和外部的数字化；最后，数字化会反过来为企业的生产经营和未来的商业提供更多参考。

当然，在转型过程中CIO的职责也更为艰巨。因为数字化之后，ICT架构担负的不再仅仅是传统的业务支撑系统，其已经渗透到企业的每一个业务流程当中，CIO需要更多地关注ICT为企业带来的核心竞争力。企业的IT部门需要将更多精力投入到业务创新上，ICT的简单易用与极致体验将为他们大大提高团队的效率。

由此可见，在当前的数字化转型中，企业看重的不再仅仅是ICT的投资回报率，而更关注如何利用ICT来提升业务运营的效率？如何利用ICT创新产品、服务和商业模式？如何利用ICT改变与最终用户之间的关系？这种思维模式与过去完全不同，将表现在ICT的规划、投资、管理和运营等各个环节。当然，传统的ICT架构也无法很好地满足数字化转型的诉求，并将带来诸多挑战。

数字化核心是体验的需求

数字化无疑为企业带来了诸多好处，其核心是企业如何通过数字化来提高竞争力，以便在同行业“赛跑中”更胜一筹。这取决于两个核心要素：企业如何数字化，以及数字化之后如何提高用户的体验，增加与用户之间的连接。

ICT是企业数字化的基础架构。Forrester把ICT分为Information Technology（IT）和Business Technology（BT），其中IT技术指用于赢取、服务和保持客户的技术、系统和流程，以业务和客户作为驱动和出发点；而BT技术以软件为主，通常部署在云上，并可在移动端体验，其提升了企业的运营效率，使之更富竞争力。

比如Uber、腾讯和美团等互联网公司，其之所以能为用户带来极好的体验，核心在于拥有强大的ICT基础架构，并基于此构建了敏捷高效的网络。从当前数字化转型进程看，网络已成为企业提升ICT基础架构、连接用户的关键性要素。

根据场景网络可以分为3种——数据中心网络、企业园区网络和广域互联网络，而无论哪种网络，其核心都在于支撑企业内部的ICT高效运作，并为用户体验提供可靠保障。

从技术角度来看，数据中心网络的主要问题在于：内部设备众多、网络特征复杂、需要点对点手工配置等，这都会延迟用户需求的响应速度；此外，不同租户的网络流量、安全策略和性能要求等不同，网络资源池无法动态感知租户的需求，会造成资源浪费或过载。

对于企业园区网络而言，移动性的引入使其安全防护失去了边界；同时，大量出现的物联终端设备也大幅增加了园区网络管理的复杂性。因此，园区网络过去的防范和部署方法需要重新改变，其中安全将是重点考虑的对象之一。

由于企业将大量应用部署在云端，以及企业内部和外部之间的协作与沟通，企业对于广域网络的需求大幅增加，其中流量调度则是一大难题。如何充分利用广域部分的带宽，对于节省费用、提升用户体验至关重要，毕竟，这关系到业务创新以及管理和组织机构的灵活性。

在数字转型时期，为了帮助企业从根本上摆脱上述网络困境，业界一直在探索技术方案来提升网络的灵活性，其要义是打破网络的封闭架构，增强网络的灵活配置和可编程能力，从而保障业务的可靠性和敏捷性。

敏捷网络：为数字化转型带来更多价值

有没有能够适应当前网络发展需要，并且对业务有所触动的技术？

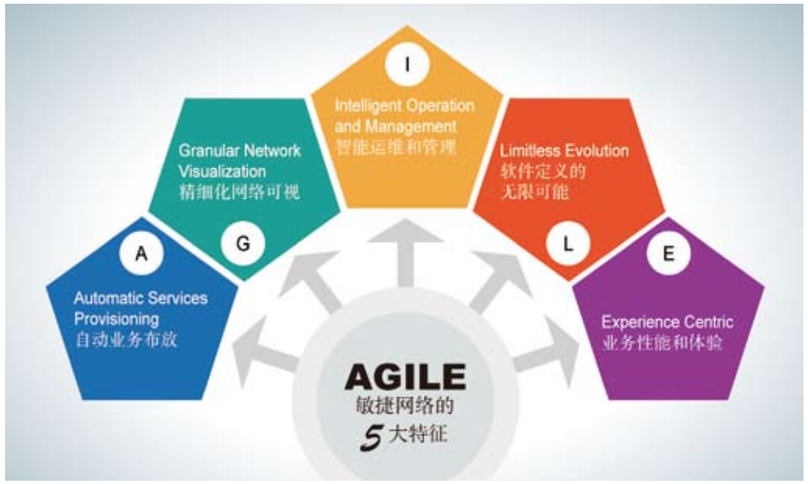
有。答案是SDN，即软件定义网络，其解耦了封闭的网络架构，实现了网络的分层，让软件定义数字化的网络成为可能。

在一般的SDN架构的设计中，网络底层只负责数据转发，由高性价比甚至是通用的设备构成；上层则负责集中控制功能，由独立的软件系统构成，网络设备的种类与功能由上层软件决定，通过远程自动配置实现部署和运行，并提供所需的网络功能、参数和业务。

由此，SDN采用软件定义的方法重新定义了网络能力，使得网络从静态走向动态，解决了传统网络无法避免的一些问题，包括对需求变化的响应速度慢、无法实现网络的虚拟化，以及高昂的运维成本和设备成本等，为网络的发展带来了新的机遇。

华为总结了大量客户的真实需求，提出了敏捷网络的架构，其具有5大特征——AGILE（见下图），充分吸取了SDN架构的优势，并结合客户的业务场景和需求进一步发展，从2013年推出以来已在全球2000多家客户中成功商用。

以中国最大的本地生活服务业电子商务平台美团为例。目前，美团的年度活跃买家数达1.3亿，合作商家超过160万户，2015年全年交易额1000亿元。美团云是美团推出



华为敏捷网络基于SDN架构，又增加了华为自己的理解与实践。华为认为，网络的价值正在从连接向服务迁移，包括面向网络管理的网络服务、面向IT管理的策略服务，以及支撑网络智能化的网络边缘计算服务。>>

SDN还在持续演进，未来将以服务化模式支撑IT应用的部署和运行，成为新一代的SDN网络架构——NaaS（Network as a Service），基于NaaS架构的SDN将继续提升网络的连接容量、连接丰富性和场景适应性。>>

的公有云平台，于2013年5月正式上线，承载超过两亿用户的高并发访问，网络流量达到500T/天。

如此高的并发访问量和流量，传统网络显然无法应对。美团为此引入了SDN的思路和架构，与华为共建面向云数据中心的SDN商用网络。SDN实现了租户网络的自动化，加速了云业务的部署；采用硬件VxLAN构建多租户网络，使服务器性能提升了2倍；实现了端到端业务路径可视，帮助租户网络进行精细化运维；而业界最佳的“双”平面扩展能力，可支撑业务的爆发性增长。

美团云构建了业界领先的端到端数据中心SDN方案，同时其也是业内最开放的云数据中心网络架构，而最重要的是该方案为用户访问和体验提供了保障。如果没有SDN，很难想像在如此高的并发量之下，如何保障美团及其用户的访问体验。

华为敏捷网络基于SDN架构，又在业内普通理解的技术之外，增加了华为自己的理解与实践。华为认为，网络的价值正在从连接向服务迁移，包括面向网络管理的网络服务、面向IT管理的策略服务，以及支撑网络智能化的网络边缘计算服务。

未来网络将向哪个方向演进？

敏捷网络带来了技术上的变革，也带来了业务上的变革。对CIO来说，其对网络的部署、运维和管理将更为轻松和简便。无所不在而又安全可控的网络，将带动ICT基础架构与业务融合，承载数字化业务的快速发展。

这其实就是SDN的核心价值。

当然，SDN还在持续演进，未来将以服务化模式支撑IT应用的部署和运行，成为新一代的SDN网络架构——NaaS（Network as a Service）。基于NaaS架构的SDN将继续提升网络的连接容量、连接丰富性和场景适应性，使得网络可以在数据中心、广域网、园区、分支、物联网和移动互联网等场合广泛延伸和适配。

从技术角度看，NaaS架构包含5个核心部分：基础设施资源和网络功能、虚拟网络和边缘计算、网络控制器、网络分析器，以及服务化网络应用。

- **基础设施资源**：由带宽和交换、计算、存储等物理部件构成资源池，提供软件化的网络功能和IT应用运行基础。
- **虚拟网络和边缘计算**：在基础网络资源之上构建基于用户的虚拟化网络，实现网络的多租户化，从而更好地服务于云化和业务化。随着基于云的大数据分析和云服务的兴起，虽然大量的数据将传到云上进行深度分析和处理，但对于一些需要实时处理的工业化市场，以及需要智能控制的场景，则同时需要网络具备边缘计算能力，以更好地实时响应业务处理和更丰富的本地智能。
- **网络控制器**：对基础设施资源进行统一管理，按需分配给需要的网络功能，根据IT应用需求对这些资源和网络功能实现自动化配置管理，对一些特定的网络功能提供集中的控制能力；同时，网络控制器还能在物理网络的基础上按需叠加和部署虚拟化的基于租户的网络，以及具备边缘计算能力的智能节点，从而使网络更加灵活地满足不同用户和应用的需要。

基于以上核心部分，传统的网络设备功能被彻底解构。在网络控制器的管理下，基础设施资源可以按需分配，安装软件化的网络功能，从而动态地生成业务和用户需要的网络，并将这些网络功能以服务化的模式开放出来；同时，控制器可将IT应用和用户的连接、通信和安全等策略自动化地分解转换成对网络服务的调用和对网络的管理配置。这是一个以IT应用和用户为中心、动态生成、灵活部署且资源高效利用的网络架构。

- **网络分析器**：虽然很好地实现了自动化网络部署，但如果不能实时呈现网络运行状态、调整优化网络、自动诊断网络故障并规避，自动化就会成为一个灾难。网络分析器的目的就是构建一个支撑海量实时收集网络运行状态的大数据系统，并基于该系统提供大量网络诊断和分析工具，从而实现网络的自动优化和维护。
- **服务化的网络应用**：在前面提到的4个核心的基础上以服务应用的形式提供具体的可供客户使用的网络服务，比如网络云管理服务的应用，通过将传统网络云化，从而实现即插即用、可弹性大规模部署的网络管理能力，为海量网络管理的简单化和自动化提供了前提。

因此，上述NaaS架构的5个核心部分一同构建了一个稳定的负反馈系统，实现基础设施资源的统一管理、网络功能的动态部署和服务化开放，以及网络的可视化和智能运维，保障了数字化企业以IT应用、用户和数据为中心的业务运营和发展。

这是当前SDN的演进方向，在此演进过程中，华为将继续推动敏捷网络的发展，让SDN从数据中心延伸到周边，走进广域网、园区网和分支机构等更多场景，从而解决网络面临的广泛问题，促进网络基础设施对企业业务发展的推动力。

敏捷网络的本质是让企业业务变得敏捷，以节省成本、提高运营效率、降低风险、快速支撑和满足数字化业务的创新，这将继续驱动企业的数字化转型。网络只有敏捷之后，才能降低企业的网络OPEX和CAPEX投资，进而把更多的精力聚焦在业务变革和商业模式的创新上，最终让用户感受到一个崭新的数字化企业。敏捷网络，让企业体验每一个数字化时刻。■

敏捷网络的本质是让企业业务变得敏捷，以节省成本、提高运营效率、降低风险、快速支撑和满足数字化业务的创新，这将继续驱动企业的数字化转型。>>

链接 当前网络面临的5大挑战

1. 大规模、多样异构的网络：以大型园区为例，网络设备数量高达万台，覆盖了各种不同的异构网络设备并发展成为多业务网络，从而面临全局业务策略的部署复杂性。

2. 网络级的协同和优化：数据中心中面临着利用率低下的分布式资源调度，物联网中难以对异构的网络进行及时的服务质量评估和维护，园区网络中移动性、多业务和BYOD等变化以及网络攻击手段的多样化导致静态的安全策略难以适应网络安全要求。

3. 动态创建、部署和管理网络：在分支网络中，节点的随时增删和变更、大量分支节点的随机上下线，以及大量设备的安装、配置和升级等，占用了网管人员超过30%的工作量；同样在数据中心中，要真正实现IT资源的按需部署，首先面对的就是对网络资源的动态调配和优化。

4. 以应用和用户为中心的策略执行：在越来越复杂的IT环境中，用户身份和终端的多样性要求更细致和更灵活的网络访问权限控制，以保证不同类用户能获得差异化的网络服务，以及同类用户网络体验的一致性。

5. 网络边缘智能化（计算能力），提升业务性能和体验：以物联网为例，垂直行业的物联网业务大多需要很高的实时性；同时，网关之间以及网关与后台应用之间存在着大量的外部交互，需要网络边缘设备的智能化。

常悦

面向未来的企业网络必须满足灵活性、扩展性、易管理以及安全性4大要求以确保成功。>>

未来的企业网络

◎ 华为企业网络产品线首席架构师 常悦/文

今天，企业正在采用云、大数据分析、物联网和移动解决方案来提升其业务效率，以满足不断变化的客户需求。但是当面对这些新业务模式的时候，许多公司发现其网络面临灵活性和复杂性等诸多挑战。这些挑战限制了网络的性能以及应用程序和服务上市的速度。

企业们发现，传统的网络架构不仅不具备竞争优势，反而阻碍了创新和业务增长。他们必须重新审视企业网络，考虑如何支撑公司的业务发展，提供更好的服务，并且降低成本，减少风险。

未来的网络挑战

要打造一个面向未来的企业网络必须克服几个关键的挑战。首先，性能必须满足日益增长的用户数据需求。企业必须将分散的技术资源加以整合和管理，形成一个全面且高效的异构网络；其次，除了提高性能、降低成本之外，未来的企业网络还必须灵活、可扩展、易管理和安全。

以下是打造面向未来的企业网络必须满足的4大基本要求。

● 灵活性

传统网络设计的首要考虑因素是连接，而非灵活性。但是，基于云的灵活业务已经成了业界标准，因此这一设计已经无法满足目前的需求。为了获得更好的业务敏捷性和灵活性，企业必须对传统静态的、以设备为中心的网络规划、部署和管理进行改造，转而采用动态的、随需而动的设计。这样他们就可以快速地扩展或者改变网络来满足业务需求。

企业网络必须能够动态地响应用户在任何设备上使用高性能应用和富媒体内容的需求。通过利用可编程的交换/计算芯片，企业将有能力支持变化的路由协议和复杂的数据处理，而同时又不需要频繁的升级网络硬件，影响网络的可用性。

此外，企业还需要采用增强的网络虚拟化能力，从而在不改变物理交换机或者路由器的情况下按需部署和管理网络资源。

网络虚拟化可以让企业更快地实现敏捷，同时降低网络的管理成本。这不仅有助于确保关键业务应用的可用性，还能够改进用户体验。

● 扩展性

面向未来的网络以用户体验为中心。为了克服拥塞和性能问题，提供更好的用户体验，需要构建能够感知用户以及应用程序的网络，并且基于用户和应用实施管理策略。

面向未来的网络必须能够快速地部署各种IT应用以支撑业务需求。同时，还必须支持用户使用有线和无线设备联接到网络。

为了满足这些需求，企业网络必须具备很好的扩展能力，应对来自数据中心、广域网、园区网、移动互联网、物联网，以及其它网络的容量需求。

● 易管理

随着企业网络、移动互联网和物联网的融合程度不断加深，企业必须提高对网络边缘的管理能力。他们必须在不影响网络安全性能或者服务质量、并且不大幅升级重构网络的前提下优化数据流以及策略的执行。

由于网络的负荷处于持续变化之中，要有效管理整个企业网络以确保业务所需的服务和应用程序的持续可用性，企业必须拥有智能的解决方案来进行实时决策，简化网络的管理。

敏捷网络控制器在简化网络管理过程中将扮演关键角色。其可以统一管理网络的资源，优化网络资源的分配，从而使用户可以对网络、服务和应用进行更快的部署以及故障排除。

● 安全性

随着高级持续性威胁（APT）的快速演变，以及网络和安全架构的变化，网络安全管理变得越来越复杂。但是，安全对于业务保护至关重要，丝毫不能松懈。

今天的企业必须构建一个能够实时监控网络安全威胁并作出响应的系统，来应对日益复杂的各种攻击和入侵。

为了解决这些威胁，还需采取更加先进和全面的网络安全策略和技术，比如：

- 基于沙盒的APT探测；
- 基于大数据的未知威胁分析；
- 基于分布式拒绝服务（DDoS）的攻击模式共享。

网络即服务

未来的企业网络架构将基于网络即服务（NaaS）这一模式设计。NaaS架构的网络将根据业务需要，以服务化的模式提供网络资源和功能。通过使用NaaS，企业可以动态调整网络资源应对高峰期和非高峰期的业务需求。

NaaS架构基于业界主流的SDN和NFV技术，通过模型化技术实现网络管理的自动化、智能化、可视化和服务化。

通过这一灵活的服务化架构，企业将可以根据业务需求增加和分配网络资源，并且快速、安全地响应不断变化的需求。除了具备明显的成本优势之外，NaaS还可以增强网络的扩展性、简洁性和安全性，从而将企业网络从业务增长和创新的阻力变成使能者。■

未来的企业网络架构将基于网络即服务（NaaS）模式设计。NaaS架构的网络根据业务需要，以服务化的模式提供网络资源和功能。通过使用NaaS，企业可以动态调整网络资源应对高峰期和非高峰期的业务需求。>>

李先银

SDN有效抑制了物联网架构的复杂性，结合具备分布式边缘计算能力的敏捷物联网关和各种智能设备，在推动物联网管理和部署方面将发挥巨大作用。>>

SDN+敏捷物联，助物联网快速落地

◎ 华为企业网络产品线企业网关领域总经理 李先银/文

从“工业4.0”到“中国制造2025”、从纷繁复杂的智能应用到琳琅满目的终端设备，物联网的身影随处可见，由之带来的联接数量也在爆发式增长，越来越多的行业正在借助物联网的力量提升效率，释放出产业创新的巨大潜能。

“待字闺中”，物联网缺什么？

然而，物联网虽好，却宛如“待字闺中”的大家闺秀，人们往往热衷于谈论物联网所带来的业务价值，却很少讨论关于物联网的管理和部署问题，传统网络架构显然无法保障海量终端和网关的高效管理和实时数据处理，物联网始终难披规模化行业应用的“嫁衣”。

那么，考虑到物联网的复杂性和规模，物联网到底缺什么？

·**海量设备的管理和支持**。物联网极大地扩展了联接的规模和范围，华为预测，到2025年全球将产生1000亿联接，每小时将有200万个传感器被部署，增长幅度将超过10倍；包括智能传感器、计量设备和控制器等各种各样的智能终端和网关设备，甚至海量的应用和数据，均需要统一的管理组件支持。

·**快速灵活的本地决策和响应**。对涉及生产控制或能源安全的领域，延迟是非常致命的。如果能让边缘设备处理从现场设备产生的大量数据，并确定哪些需要上传云端？哪些需要本地处理？既能有效降低数据传输的成本，又可以保障关键业务的实时决策和响应。然而生产现场环境复杂多变，边缘设备又分布分散且数量众多，传统上通过频繁跑现场进行手动配置和加载应用与服务组件的模式，显然无法应对快速的生产决策和响应。

·**不同行业物联网应用的开放对接**。没有与行业业务和场景结合的物联网解决方案大多是纸上谈兵；不同行业业务需求、接口、协议和标准千差万别，如何更好地解决不同行业物联网应用的对接，成为保障物联网应用落地的现实难题。

“联姻”SDN，物联网“老曲新唱”

SDN（软件定义网络）的出现打破了传统网络架构的桎梏，实现了网络设备控制面与数据面的分离，通过引入敏捷控制器同时具备了“集中管理”和“自动化网络规划、部署和运维”等特性，实现了对物联网架构的重构，为规模化物联网应用提供了灵活、可扩展、动态化和开放的网络基础架构。

网络是物联网的基础，作为ICT解决方案的领导者，华为在物联网方面显然有自己的先天优势。基于SDN领域的长期实践与创新，华为创新性地将SDN架构引入物联网领域，结合敏捷物联网关和敏捷控制器构建了全球首个基于SDN架构的敏捷物联解决方案，更好地解决了物联网在管理和部署方面遇到的现实挑战，推动了规模化行业物联网应用的快速落地。

● 海量设备的统一管控和无缝扩展

敏捷控制器是执行整个网络集中管理和控制的核心组件，承载着对物联网终端、敏捷物联网关、计算资源、协议、应用和数据进行统一管理的重任，通过结合GIS可视化管理和动态网络拓扑组件，可支持海量设备的即插即用；基于物联网应用的集中策略，提供端到端的全局归一化管控。

同时，其还支持基于虚拟化的分布式部署，可根据不同规模的物联网应用动态调整虚拟化资源，具备无缝的扩展能力，可支撑千万级别物联网终端的管理和控制，满足海量终端的管理和配置要求。

● 服务组件动态加载，灵活的边缘决策和响应

据IDC预测，未来有40%的物联网流量将会在边缘进行处理。具备分布式边缘计算能力的敏捷物联网关在其中扮演着关键角色——通过集成计算和存储资源，其能够对本地流量进行快速决策和响应，有效实现对各种生产操作的实时处理。但想要真正展现“实力”，它们还离不开敏捷控制器的支持。

敏捷控制器采用SDN架构，无需通过人工现场配置，可简化远端边缘设备的计算和存储资源以及应用的部署难题：SDN允许物联网对网络架构进行有效的编程，根据业务流控制需求，预定义不同策略和控制功能的服务组件；比如根据不同区域的现场业务流特征，触发服务组件的动态、按需加载，实现海量边缘设备应用资源的自动规划和自动部署，灵活应对生产现场复杂情况（如生产风险、安全漏洞或网络故障）的快速决策和响应 。

● 从封闭走向开放，对接不同行业应用

开放性是SDN区别于传统物联网架构的重要特征。敏捷控制器通过标准化的南向协议实现了海量终端设备的统一管理和部署，同时为上层网络应用提供了丰富的编程接口（API/eSDK），不同的行业物联网应用能够灵活地调用底层的网络能力，灵活地进行数据订阅和分发，为不同行业的规模化物联网应用提供了基础支撑，使各行业可以与合作伙伴构建更多契合行业场景的深度定制化的物联网应用。

SDN助力敏捷物联，让物联网更接地气

物联网系统是一个开放的生态系统，需要不同领域的伙伴进行合作，目前，SDN已助力敏捷物联在智能楼宇、智能电网、照明物联网和车载管理等多个场景成功应用。SDN架构也在不同的行业应用中展示出真正的实力。

比如将SDN架构引入照明物联网，可以实现海量路灯的集中管理和控制，其基于SDN构建的多级控制能力尤为值得关注。通过在敏捷控制器上预定义不同计划和策略的轻量级控制组件（如基于时间或经纬度的照明控制），结合内置GIS管理平台动态加载到不同城区街道上的边缘设备，一旦控制网络发生故障使，可自动检测并快速切换到本地控制模式，最大程度降低对控制网络的依赖，杜绝路灯“与日争辉”，实现最高达80%的电力节省。同时，其开放架构也可无缝接入车流量、充电桩和环境监测等智能设备，构建更广泛的市政物联网，点亮智慧城市。

再如将SDN架构引入车载接入网络，通过敏捷控制器实现各种应用（如IVS、媒体播放和Portal等）统一下发到车载网关，可消除车载接入网络安装部署时间长、维护技术要求门槛高等问题。同时，通过标准接口提供车辆管理和数据统计等多种业务功能，可与第三方业务运营平台进行对接，实现城市公交、校车和工程车辆等成千上万运营车辆的统一管理，并提供车载监控、Wi-Fi、娱乐和安全等各种差异化业务。

SDN作为未来网络革新的重要标志，有效抑制了物联网架构的复杂性，结合具备分布式边缘计算能力的敏捷物联网关和各种各样的智能设备，在推动物联网管理和部署方面将发挥出巨大作用。

不同行业的应用千差万别，生产制造类业务关注的是柔性化的生产决策，能源类业务强调的是安全与可靠，而车载业务则更侧重体验……只有与不同领域的合作伙伴一起潜心挖掘真实的业务诉求，采用SDN架构对业务链进行重构，根据业务变化自动规划特定的业务和应用流，物联网的应用才能更接地气，未来物联网才能披上更多规模化行业应用的“嫁衣”。■

特别报道

只有与不同领域的合作伙伴一起潜心挖掘真实的业务诉求，采用SDN架构对业务链进行重构，根据业务变化自动规划特定的业务和应用流，物联网的应用才能更接地气。>>

余立

SDN的敏捷开放，使网络跟上了大数据时代业务快速发展的步伐，焕发出青春和活力。在实现了网络自动部署之后，如何支持SDN网络的精细化运维成为业界关注的热点。>>

云时代如何简化数据中心网络运维？

◎ 华为企业网络产品线数据中心网络领域总经理 余立/文

SDN，在经历了犹豫彷徨、百家争鸣之后，目前已成为企业CTO的坚定选择。

SDN时代的网络展现出两面性：一方面让客户使用更加简单，另一方面却让运维更加复杂。而当前，整个行业的目光多聚焦在前者而忽略了后者。

随着SDN的部署如火如荼，一丝忧患也隐隐浮现。2015年12月，管理行业研究机构EMA（Enterprise Management Associates）针对100多家企业的调查结果显示：70%左右的客户对于现有管理运维体系是否适用于SDN场景表示担忧。Gartner于2015年7月发布的通信网络技术成熟度曲线（The Hype Cycle）也显示，SDN相关的运维技术处于泡沫化的底谷期（Trough of Disillusionment），将在2～5年内进行大规模商用部署。

华为早在全面拥抱SDN初期，就把SDN运维作为关键课题进行研究和实践，下面分别从WHY、WHAT、HOW这3个纬度展示华为对SDN运维的思考。

WHY：SDN运维的新变化

相对于传统网络，SDN时代的网络有如下的特征：

·**动态网络**：动态是指根据应用需求按需创建和删除逻辑网络。比如某企业用户反馈，在运维中需要投入50%的工作在防火墙的规则上，主要原因是随着应用的变迁，防火墙规则没有随之变迁，造成网络沉淀和碎片。

·**实时响应**：传统网络的设计主要是面向人的界面，基于分钟级别慢速的原则，比如使用了几十年的SNMP机制。这种慢速机制，在SDN的快节奏中成为“吐槽”点。某企业客户抱怨其轻载的网络存在瞬态的突发丢包，怀疑存在毫秒级别的微突发流量，但是在分钟级别的SNMP机制下无法观察到，更无法优化。

·**大规模**：大规模有两个含义，其一是管理的设备数量。从物理网元到逻辑网元vSwitch/vRouter，其数量增加了50倍；其二是处理的故障数量。据LinkedIn披露，从2010年到2015年，需要处理的故障增加了18倍，但管理人员仅增加了几个。

要应对上述SDN网络的3大问题，传统的“人工运维”方式贤德捉襟见肘、难以为继。

WHAT：SDN运维内涵

为了满足SDN下“动态性、实时性、大规模”的挑战，华为提出需要对整个运维架构进行变革，才能让SDN“管用、好用”。新的SDN运维架构需要围绕下面几个方面打造：

● 可视化：看得见，看得清

俗话说“You Can't Manage What You Can't See”。“看得见”有两个方面的含义：

·**观察对象可视**：可监控物理和逻辑对象，包括网元级别的节点和接口等，也包括网络级别的链路、逻辑路径和应用质量等。

·**观察的实时性**：支持毫秒级别现象的感知（比如流量微突发）、低频率（$<10^{-4}$）的丢包，以及大象流和老鼠流的识别等。

“看得清”意味着针对观察的准确性，需要采集和分析海量的数据。包括：

·**精确计费**：采集的比例需要从8K:1到2K:1，甚至1:1全量采集。

·**疑难问题定位**：基于采集的“大数据”和实时分析，及时发现偶发性丢包和流量黑洞等。

● 自动化：自修复，自优化

传统的网络运维架构是一个单向的系统，而不是一个负反馈系统。网络运维包括两个方向：管理员在下行方向配置网络，然后通过上行方向获得网络的状态，也就是说，网络的部署和状态是割裂的，通过管理员进行有限的沟通。这种机制显然无法满足网络故障自修复和网络自优化的需求。自动化的运维需要构建“闭环”运维架构，具体包括：

·**延迟修复**：发现故障后，首先隔离故障，不影响现有业务。

·**诊断修复**：结合采集的“大数据”和经验数据库，进行自动修复或给出明确的修复方案。

·**网络优化**：及时发现网络存在的“病态”，如流量不均衡和流量拥塞风险等，通过闭环系统，由网络部署系统自动进行调整，把故障消灭在萌芽状态。

HOW：SDN运维方案

基于SDN下的运维新变化，华为分解了运维的生命周期，构建了“闭环”的运维负反馈系统，称为Fabric Insight架构，包括如下4个模块：

● Monitor：监视

为了解决实时，海量的数据监视，需要在如下两个方面改进方案：

·**改造采集通道，满足海量数据上报**：对于中规模的数据上报，采用gRPC等高效的采集通道替代SNMP等；对于大规模的数据上报，直接采用数据面基于UDP的采集通道，消除管理面CPU的带宽限制。

·**改造采集点，满足高频采集**：在数据中心交换机上设计专门的高频采集部件，满足毫秒级的事件采集。

● Detector：探测

未来及时发现端到端业务路径的质量，需要通过实时发送探测报的方式，对网络进行“扫描”。区别于传统机制的“随机扫描”，华为结合网络的拓扑和路由，支持更精确的“定向扫描”，可以做到真正的全网全覆盖。基于这种能力，管理员就不再是“救火员”，而是运筹帷幄的“诸葛亮”。

● Metrics：度量

在某些情况下，网络质量显示正常，但是应用体验下降。探测机制无法解决这种问题，就需要基于真实的业务流进行度量，发现该业务流是否存在丢包和时延问题，如果丢包，丢包位置在哪？如果时延大，是什么因素造成的？

● Diagnosis：诊断

诊断就像老中医看病，通过Monitor、Detector和Metrics进行“望闻问切”后，再结合经验库的案例，定位出问题的根因。诊断部件由一系列的工具组成，每个工具针对特定的问题。比如环路诊断工具、丢包诊断工具等。

华为秉承开放的理念，开放基本的运维API，客户可自助地开放和定制自己的诊断工具集。■

特别报道

华为构建的新一代SDN运维架构Fabric Insight，通过面向业务的智能运维管理应对SDN时代的运维挑战，为推进SDN商用化进程贡献力量。>>

骆怡航

SDN从2006年在斯坦福大学诞生，到2009年入围《技术评论》10大前沿技术，再到2016年“全球SDNFV技术大会”上全面开花，SDN 10年演进，将何去何从？ >>

SDN的今生与未来：10年发展看10大趋势

◎ 云杉网络市场总监 骆怡航/文

2016年6月2日落幕的“全球SDNFV技术大会”，汇集了全球权威组织、运营商、厂商和企业，聚焦于运营商网络、企业网和云数据中心。从大会主题演讲、用户交流和产品测试中无不传递着一个信息：“SDN不再是概念，迫切的需求和产业的落地已真正到来。SDN在全面开花与商用落地中正齐头并进，软件定义将步入黄金时代”。

趋势1 SDN加速商业化，理想照进现实

依靠SDN，IT团队从无止境的运维迭代中，逐步为业务团队提供了一个即插即用、灵活弹性的网络架构；业务团队也将可以大步追求业务创新。目前，全球几乎所有的主流运营商、数据中心服务商和互联网公司都对SDN进行了探索实践和商业部署，并持续进行完善和提升。相关国际组织机构（Linux基金会、ONF、ODL和ONOS等）也在加强相关标准和产业化推广。SDN进入了快速商业模式部署的关键时期，即将迎来黄金时代。

趋势2 SDN和NFV，会聚而合

NFV作为随SDN诞生的“兄弟”，专注于网络的4～7层，涵盖路由器、防火墙、负载均衡、IPS和应用网关等功能。SDN和NFV不相互依赖，却相互补充，两者的会聚而合，可谓是网络服务交付的最佳实践：将网络专有设备以通用硬件和软件替代，实现功能虚拟化；将控制平面从硬件分离，以通用服务器或虚拟机承载；实现软件定义和统一编排。未来，SDN和NFV解决方案会紧密结合，产生更大的价值。

趋势3 OPEN-O: Focused on Orchestrating SDN&NFV

2016年2月23日，Linux基金会在西班牙巴塞罗那“移动世界大会”上宣布成立OEPN-O（OPEN-Orchestrator编排器）项目，致力于发展业界首个开源软件框架和编排器，促进各种SDN/NFV技术的融合，实现灵活的SDN/NFV功能。SDN编排器在SDN商用落地中将会扮演关键角色，目标直指SDN/NFV的交付和互操作。其中，Brocade、中国移动、中国电信和Red Hat等率先支持OPEN-O项目。

趋势4 SDN Applications：应用为王

据Gartner发布的《The Hype Cycle for Data Center Networking》指出，Virtual Switch已经成熟，在x86服务器承载的虚拟环境中已广泛采用。NFV和Software-Defined Networks（软件定义的网络）正在走向成熟。

下一个趋势是什么？答案包括SDN Applications、SD-WAN。在日趋成熟的SDN基础设施之上，创新热点在SDN应用，包括了服务编排、网络监控和网络诊断等。纵观数据中心网络转型，控制器是基础，应用将是企业关注的核心。

趋势5 SD-WAN: 软件定义DCI

大中型企业的IT团队至少面临着3大挑战：其一，提升多数据中心互联网络的品质，以保证备份容灾或跨全球应用的性能；其二，有效管理高度复杂的分公司部署；其三，把传统广域网的静态和私密特性移植到动态和公共的云环境中。

SD-WAN将网络服务从下层的广域网硬件解耦并实现了灵活控制，帮助用户降低了广域网带宽开支，提升了管理便捷性和交付效率，SD-WAN代表了广域网的发展趋势。

趋势6 5G的背后，SDN将是关键

5G标准虽然尚未确定，但业界已提出了5G的一些硬性目标，在性能、可靠性、灵活性和可扩展性等方面都有突破。例如，5G相比4G，移动数据流量将增长1000倍；用户数据速率将提升10到100倍；峰值传输速率可达10Gbps；端到端时延将缩短5倍，目标低至10ms，部分特殊场景甚至低至1ms；将有海量通信和上百亿的设备接入等场景。这一切都要求高性能的网络、灵活的服务和弹性的网络架构。SDN将是其中的关键技术，推动5G网络架构向着分布式和智能化方向演进。

趋势7 行业云，借SDN突破瓶颈

垂直领域的解决方案服务商通过自研或采购方式构建的行业云，例如金融云、广电云和政务云等，通常会在扩容为大规模生产环境时遇到网络瓶颈，包括网络性能、网络安全和网络运维。因此，多租户服务能力是行业云的第一设计标准；第二设计标准是解耦，以实现未来可拓展；第三设计标准则是网络架构的灵活性和扩展性，包括规模可扩展、功能可扩展、供应商品牌和设备可扩展。而通过SDN可以降低业务对设备或设备商的依赖，实现行业云的自主可控。

趋势8 Securing the Cloud With SDN: 用SDN武装云

云计算时代，由于传统意义上的安全边界已然消失，网络可见性和安全防御能力变得更具挑战性。专用硬件已不能满足如今的动态需求，亟需基于虚拟化和云计算的安全模式，由此云安全成为了安全市场的大趋势。主流的安全厂商将推出云安全，以软件交付几乎所有的安全功能，那么，如何才能有效编排和调度安全服务并将其融入云管理中？SDN提供了灵活的流量调度机制和分布式网络架构，基于SDN的云安全（分布式防火墙、安全资源池和微分段等）将成为云安全的发展方向。

趋势9 网络可视化: 透过现象看本质

传统的数据中心网络中，问题隐藏在网络底层，依靠交换机、网络诊断工具可以解决大部分问题。但是，云环境下的网络存在着多租户和多业务、海量资源的共享、虚拟和物理网络交织，以及流量陡增和网络动态变更等情形，网络监控和运维手段不足，远远滞后于云计算服务的发展，可视化作为网络监控和运维的基础成为保障云业务稳定的关键。

网络可视化的本质是流量可视化，在此基础上可实现流量调度、流量负载均衡和流量分析等功能，帮助数据中心和云的管理者实现业务安全和管理可视化。

趋势10 CORD: 实现On-Demand网络服务

CORD（The Central Office Re-architected as Data Center）是ONOS主导的一个项目。利用商业芯片、白盒设备和标准分支-主干光纤构成开放的网络架构，利用ONOS、XOS和OpenStack构成开源平台，CORD给电信服务带来了经济性和云的敏捷性。

AT&T于2015年已将其5%的业务迁移到CORD架构，2016年计划迁移30%，最终目标是将自身转型为软件公司。Enterprise CORD（E-CORD）切入具体业务场景，实现企业-承载网-IDC/云的端到端协同，获得了中国联通和大型企业的关注。Mobile CORD（M-CORD）应用在移动网络架构，快速响应移动用户的实时需求，获得了AT&T和Verizon等的支持。

正如计算虚拟化技术为产业带来了变革和创新，SDN的诞生和发展，怀揣着“It's time to virtualize the network”的愿景，如今，“It's time to make use of SDN”。■

（本文转载自云杉网络 http://www.2cloud.com/blog/2016/06/12/sdn的今生与未来-十年发展看十大趋势，文章经过本刊编辑）

焦点

刘立柱

良性的竞争与合作，能够充分促使安全和ICT产业链取长补短，提升技术水平和效率，最终为用户提供优质的解决方案，共同建设面向未来的安全的SDN和NFV。>>

倡导良性竞合，共建安全的SDN和NFV

◎ 华为企业网络产品线安全网关领域总经理 刘立柱/文

趋势与挑战

SDN（软件定义网络）和NFV（网络功能虚拟化）带来的既是一场变革，也是不可避免的趋势。SDN和NFV可以随时根据业务需求变化，将网络结构和功能进行快速重新配置，其开放性、敏捷性、可编排和虚拟化等众多特性，使之成为未来云数据中心的首选解决方案。

但是，SDN和NFV给云数据中心带来巨大机遇的同时，其复杂的编排和调度、VM（虚拟机）之间不经过硬件网络设备转发等种种特性，使得安全面临着巨大的困难，传统架构已经无法满足云数据中心的安全需求。在这一背景下，安全产业的传统和新兴厂商以及Hypervisor等提出了不同层次的安全解决方案。

以虚拟化安全为例，安全解决方案包含6个层次：第一层是物理网络防火墙，也就是传统防火墙；第二层是容器层，目前大多还停留在IP包过滤阶段；第三层是内核防火墙，通常是一个对vNIC进出流量进行简单状态检测的防火墙；第四层是普通虚拟防火墙，用于VLAN之间的安全防护；第五层是VM之间的防火墙，功能与传统防火墙类似，承担多种防火墙或IPS功能；第六层是虚拟机的端点安全防火墙，提供各种端点和业务安全防护。

由此可见，虚拟化安全与传统安全有着巨大差异，传统安全更注重主机和网络的安全，也就是第一层和第六层，中间的4层在传统安全中是看不到的。对于传统安全厂商而言，其优势在于第一层的物理防火墙，基于此优势，在第四、第五层的VM之间的防火墙上也大有可为，因为基础的防火墙和IPS能力在这一层同样适用。

在虚拟化系统中，VM之间的东西向流量没有经过实体防火墙，第一层的传统防火墙无法得知此流量是否具有威胁和风险，自然无计可施。虽然传统安全厂商相继推出了第四、第五层可用的虚拟防火墙，但虚拟化流量的引流和调度都掌握在第三、第四层的Hypervisor和vSwitch手中，安全厂商的虚拟防火墙无法独立发挥作用。

在SDN和NFV演进的趋势下，安全架构发生了重大变化，类似于虚拟化安全解决方案这样的例子还有很多，例如通过云安全资源池来解决不同租户/不同业务的安全需求、IPS/负载均衡等业务的适配，以及SDN控制器与安全管理的协同等，大多都难以明确定义是安全厂商负责还是Hypervisor负责，各方都在试图寻找良好的SDN和NFV安全解决方案。

Gartner分析师Eric Ahlm认为：未来一段时间可能都不会有非常清晰的云数据中心SDN和NFV自动化解决方案的演进路线。相应的，适配云数据中心的SDN和NFV安全解决方案也尚无定论，当前各厂商推出的解决方案纷繁复杂，在一定程度上体现了安全产业链竞合关系的变化。

竞合关系变化

虚拟化安全出现了两个方面的竞争变化。首先，产业链的划分更加细致，参与者更多。有的厂商依旧专注于硬件防火墙，有的厂商专注于虚拟防火墙，有的厂商则专注于容器层安全；第二，产业链之间相互渗透。传统安全厂商通过提供虚拟防火墙进入云数据中心市场，Hypervisor也不遑多让，通过在内核层和vSwitch层直接提供安全解决方案进入到安全市场。

推而广之，在SDN和NFV发展的趋势下，所有与其相关的安全都有上述两个方面的变化。在产业链更加细分方面，安全厂商在芯片、硬件平台、硬件防火墙、软件防火墙、应用安全和数据安全等各方面提供适配SDN和NFV的安全解决方案；在产业链相互渗透方面，芯片厂商、硬件厂商、Hypervisor、软件厂商和系统集成商纷纷提供安全特性、安全产品和安全解决方案，意图在SDN和NFV市场分得更多的一杯羹。

同时，SDN和NFV安全也不仅仅是竞争，更多的是合作。安全不是单纯靠几个设备和软件就能确保万无一失的，它是一个系统工程。安全厂商有着自己的优势和积累，例如网络安全厂商对网络协议的理解、分析、监控和快速处理能力，例如防病毒厂商多年来长期积累的恶意文件识别能力，例如数据防泄漏厂商在进出向数据监测中的算法模型，这些都是Hypervisor所不具备的；反过来，Hypervisor能够对CPU、内存和IO进行隔离，能够提供云OS的指令优先级管理，能够对VM访问虚拟化内存进行精细化的控制，这些关键能力也是安全厂商短期内无法超越、但却又对安全有着至关重要的意义。因此合作成为最好的选择。

共建安全SDN和NFV

SDN和NFV安全产业良性的竞争与合作，应当充分继承和发展SDN和NFV的理念：构建开放、灵活和弹性的网络。

开放的具体含义是：安全厂商与Hypervisor、硬件厂商、芯片厂商以及用户共同探索SDN与NFV安全的多种需求场景，构建完整、可靠的安全解决方案，并促成产业链各方达成广泛理解与共识；明确相关安全和ICT基础设施之间软硬件的接口，推动形成事实标准。

灵活与弹性的具体建议是：产业链共同在SDN与NFV的协同、适配SDN控制器的调度和管理，以及适配云OS下的敏捷策略编排等方面加大技术投资，共同搭建统一的集成互通测试平台，汇集产业各界力量开展互联互通测试，提高SDN整体安全解决方案的准备度，支撑业务快速创新和灵活部署。

在安全产业界，云安全联盟（Cloud Security Alliance）组织是一个成功合作的典范，其成员包括IT服务商（Google、Microsoft等）、电信运营商（AT&T、Orange等）、安全厂商（CA、McAfee、Symantec等）和设备商（Cisco、Citrix、Huawei等），厂商之间在竞争的同时保持着良好的合作。云安全联盟最重要的工作之一就是集体讨论和构建云、SDN和NFV安全相关的标准和规范等，涉及到架构、管理、合规、应用和数据等各方面，为SDN和NFV安全未来的可持续发展创造条件。

竞争与合作，是商业社会的常态。良性的竞争与合作，能够充分促使安全和ICT产业链取长补短，提升技术水平和效率，最终为用户提供优质的解决方案，共同建设面向未来的安全的SDN和NFV。■

云安全联盟（Cloud Security Alliance）的成员包括IT服务商、电信运营商、安全厂商和设备商，其最重要的工作之一就是集体讨论和构建云、SDN和NFV安全相关的标准和规范等，为SDN和NFV安全未来的可持续发展创造条件。>>

王世宏

园区SDN已经来临

◎ 华为企业网络产品线交换机领域总经理 王世宏/文

纵观园区的各种业务痛点，无论是业务部署、网络运维，还是第三方互通和定制化需求等，SDN都可以提供全新的方案从容应对，而且会逐步拉通数据中心领域，实现与园区的深度融合。>>

自SDN出现以来，其最为活跃的领域首推数据中心——Overlay（网络叠加技术）、策略编排、网络开放……各种概念和方案层出不穷，各大厂商也不甘寂寞，纷纷推出独具特色的设备和方案，市场上一时间百舸争流。

园区：未来SDN变化最剧烈的市场

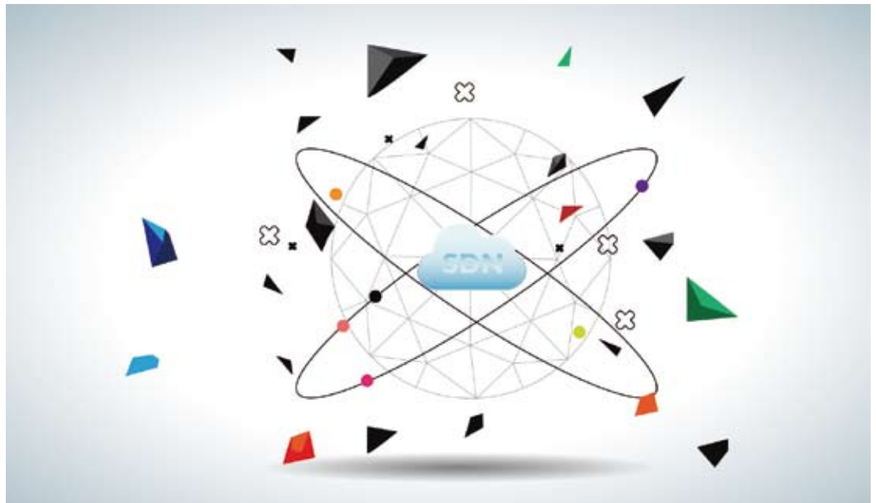
园区领域虽然目前表面波澜不惊，但实质上已暗流涌动：全无线和移动办公带来的安全挑战、企业全球化后新增网络节点的快速响应需求，以及不断叠加的网络策略维护日益困难等，各种客户诉求已经非常迫切，但却苦于传统关键技术方案存在瓶颈。一旦有所突破，这个现网每年100多亿美元的市场将发生翻天覆地的变化，必将成为未来SDN变化最为剧烈的市场。

随着企业无线网络的建设和推广，以及VPN等远程接入技术的成熟应用，企业园区网络的边界正在消失，企业员工的办公位置变得更加灵活。员工接入位置的大范围移动，一方面提高了企业的生产效率，另一方面也带来了企业网络管理和网络安全上的挑战。移动办公使得员工主机的IP地址经常发生变化，而传统园区中基于IP地址来进行员工权限控制和流量体验保障的方法显然已经难以适应这种变化。

而基于SDN架构的策略编排技术能够实现业务策略与IP地址的解耦，管理员可以使用自然语言从多种维度将全网用户和资源划分为不同的安全组，并定义组间策略；用户在任意地点上线后，基于5W1H条件动态匹配组类型并执行策略，从而保障了移动办公用户无论何时何地、使用何种终端接入网络，都具有一致的体验。相对于传统的基于IP地址的VLAN、ACL配置，这种动态的策略编排技术大大减少了网络配置和维护工作量，部署效率可以提升80%甚至更多。

园区规划和部署：从“月”到“天”

同时，传统网络对业务响应慢、配置复杂、网络运维成本高，造成这些问题的一个主要原因是：业务对网络的需求需要人工依赖专业技能转换为具体的网络配置。传统网络的建设和运维需要专业人员完成如下工作：



- **网络设计**：根据业务要求输出网络设计文档、配置模板和参数，且配置模板以命令行方式为主，一个核心节点的典型配置需要超过500行命令。
- **网络部署**：根据命令行模板实例化配置，需要逐台进行手工操作，大量的重复工作很容易出错。

与前述的策略编排类似，基于SDN架构的配置编排技术可以实现业务与网络解构，让用户仅关注业务需求，而不是网络细节本身，业务到网络配置的复杂转换工作交由SDN控制器实现，从而让一个5000人的园区规划和部署从以“月”为单位缩短为“天”级。配置编排和策略编排属于同一方向的SDN技术，可以统称为业务编排，其愿景就是让管理员以IT化的视角管理网络，彻底从复杂繁冗的网络细节中抽身，然后将时间更多地聚焦于网络业务的创新上。

对于业务编排方案，云数据中心领域为满足VM的快速部署而实现的业务编排方案已经相对成熟，基于VxLAN Overlay网络技术也被大范围部署，当我们考虑园区SDN时，不得不考虑与数据中心的协同性。比如策略编排方案中的资源组划分，当VM动态部署时，IP地址任意变化，园区方案采用“依据固定网段划分资源组”的方式将不再适用，需要数据中心控制器同步该信息。另外，园区也可以看作数据中心网络的延伸，当数据中心基于VxLAN技术划分多张子网时，园区也需要采用该技术按照用户属性划分Overlay虚拟网络进行隔离。所以园区SDN的发展不仅是理念上的数据中心各种技术的学习，还会在技术维度实现真正的融合。

日常运维可视化

园区业务部署之后便是日常运维，该工作占据整体OPEX的50%以上工作量。既有迫在眉睫的排障困境，比如用户插错网线出现环路导致网络风暴、WLAN用户出现无法上网或掉线投诉等；又要面临用户体验不佳的质疑，比如视频掉帧、语音时断时续等；还要时刻注意防患未然，在设备饱和运行达到阈值之前进行优化处理，以及根据用户使用习惯优化资源配置等。诸多待解决问题让依赖人工分析的模式效率低下，基于SDN控制器平台的可视化运维方案由此被提上日程，通过大数据分析能力实现让网络数据“会说话”。

- **应用可视**：帮助客户直观、全面地掌控网络，降低网络维护的技能门槛，提升排障效率，从而实现：（1）故障精准定位，网络质量（如时延和丢包等）可视化即刻呈现；（2）设备CPU/内存/缓存资源排序实时呈现，给出告警和优化意见；（3）网络环路和异常流量拥塞等故障可视呈现，自动分析并解决。
- **用户可视**：构建大数据平台供商业分析，包括用户业务行为纪录，以及跟踪记录用户接入、连接和应用全生命周期特征等。用户可视帮助客户准确获取海量的用户信息，进行深层次的数据挖掘，从而优化资源配置。

第三方互通及定制化需求

作为群雄逐鹿的园区网市场，每个园区都是一个世界。由于客户可能会部署多个厂商的产品，对整体方案而言，互联互通将成为一大挑战；同时，持续的业务创新和定制化需求也时时在考验网络的开放能力，

在群雄逐鹿的园区网市场，每个园区都是一个世界。客户可能会部署多个厂商的产品，对整体方案而言，互联互通将成为一大挑战；同时，持续的业务创新和定制化需求也时时在考验网络的开放能力。>>

行业各大标准和开源组织正在不断向这个方向努力。比如作为SDN起源的ONF，就期望通过标准开放的OpenFlow协议解耦硬件设备和管理控制层，打破厂商的封闭体系；而之后的OpenDayLight控制器开源平台，在OpenFlow的基础上扩展了Netconf和SNMP等传统配置管理接口，以便更好地兼容存量设备。

针对网络开放性，如果放开视角就会发现，客户的需求其实是多样化的，其所需要的也是全层次的开放能力，包括：

- **网络转发层开放**：实现网络定制化加密和业务定制化处理等功能。
- **网络管理层开放**：与第三方控制器完全对接，包括OpenFlow、SNMP和Netconf等接口。
- **网络控制层开放**：与园区领域海量的第三方设备和上层应用实现对接。

纵观园区的各种业务痛点，无论是业务部署、网络运维，还是第三方互通和定制化需求等等，SDN都可以提供全新的方案从容应对，而且会逐步拉通数据中心领域，实现深度融合，SDN全新的架构必将在当前波澜不惊的园区网市场掀起新一轮变革浪潮，园区SDN已经来临，你还在等待什么？■

周铭峰

创新无线，让优质教育资源随手可得

◎ 华为企业网络Marketing部营销经理 周铭峰/文

移动学习是当前高校信息化的主流发展方向，在校园的应用也越来越广泛，提供优质移动学习服务成为大多数院校的信息化建设目标，无线网络作为移动学习的基础，也越来越受到重视。>>

随着全球范围的互联网革命爆发，超大流量和创新型业务正在挑战传统的校园网络，社交媒体在年轻的学生群体中广泛流行，新型的教学和办公模式也在学校不断实践应用，对高校信息化建设提出了更高要求。

移动学习是当前高校信息化的主流发展方向，使学生能够随时随地获取学习资料，满足学生碎片式学习和个性化学习等需求，帮助学校实现泛在教育，使优质教育资源随手可得。提供优质移动学习服务成为大多数院校的信息化建设目标，移动学习这种新型的学习方式在校园的应用也越来越广泛。无线网络作为高校移动学习的基础，也越来越受到重视。

移动校园建设面临挑战

● 如何实现学校全场景无线接入

随着笔记本电脑和智能终端越来越普及，高校需要在各种室内室外场所提供无线接入能力，并保障各类教学应用的使用体验。然而校园用户在实际使用中往往碰到很多影响体验的问题，比如在食堂和礼堂等人员密度大的地方无法接入或者接入性能较差；在宿舍等墙体复杂的地方无法访问无线网络；在露天场所搜索不到无线信号等。

● 如何实现精细化的控制手段

学校部署无线网络是为了让学生能够方便地学习和生活，但有时事与愿违，一些学生无节制地上网看电影、打游戏等，这些与学习无关的事情占用了太多的网络带宽，严重影响到正常的教学活动。学校迫切需要实现精细化控制，让老师、学生和访客等不同的角色拥有不同的权限来进行教育资源快速访问和共享，高效开展教学工作和学习生活。

● 如何降低无线网络运维难度

在校园中实现全面覆盖，往往需要部署成百上千台AP，这些AP分布复杂，当无线网络出现问题时，可能是某个AP出现问题，也可能是被其它无线设备干扰，往往很难定位，为管理工作带来了极大挑战。无线网络如果不能和有线网络统一管理，也会加大网络运维难度，增加网络故障的诊断恢复时间。

创新ICT技术：实现随时随地学习

华为敏捷校园网络解决方案提供了很多创新的ICT技术来帮助学校实现随时随地学习，比如高密覆盖、智能应用控制和有线无线的深度融合。

● 全面覆盖，高密接入，提升接入体验

高校接入需求复杂，不但需要在校园内多种场合提供无线接入能力，实现全场景覆盖，而且个别区域对并发接入量要求非常高，如果缺乏高密接入的能力，就会出现前面提到的无线网络连不上、网速慢等问题。

·**专业的无线网络规划和服务**：华为通过专业优质的原厂服务团队，在无线校园的整个生命周期中始终如一地提供高质量服务。在项目端到端的交付阶段，借助业界最齐全的产品线优势，给客户带来解决方案级的网络设计服务，提高客户投资回报率。利用华为专业规划工具，结合客户需求、现场工勘和背景干扰测试等手段，提高无线网络设计的准确性，确保其拥有全面稳定的信号覆盖和优异的性能。

·**创新的敏捷分布式Wi-Fi**：华为敏捷分布式Wi-Fi解决方案采用首创的“AC+中心AP+远端射频单元”的3级架构，单个中心AP可以扩展下拉48个射频单元，每个射频单元可以部署在房间内部，一个中心AP可以实现48个宿舍的高质量覆盖，极大地降低了对AP数量的需求，缩减了配置节点，节省了90%以上的配置工作，部署近万个房间只需要200个节点的管理开销。

·**特殊场景高密接入优化技术**：华为基于强大的研发实力和对高密场景的深刻理解，提供了一系列高密接入优化技术，包括干扰控制、空口效率、用户调度和负载均衡等，极大地提升了高密接入的性能。同时，华为支持最新的MU-MIMO（多输入/多输出），可实现一个设备通过不同路径传输多条不同数据流，也就是说，AP可以在同一时间、同一频段与多个用户进行通信，用户接入数量和性能获得极大提升。

● 业务随行，帮助学校无线网络精细管理

对用户和业务实现精准管理，让无线网络能够得到合理应用是校园网络建设必须解决的问题。华为业务随行基于SDN的思想，通过敏捷控制器进行集中管控，能够对无线网络实现基于用户和业务的精细化管控。

·**敏捷控制器可以实现用户的精细化管理**：针对不同用户、不同接入地点和不同时间进行不同的策略管控。

·**敏捷控制器可以控制下一代防火墙进行精细化的业务管控**：华为下一代防火墙具有超强的应用识别能力，能够针对L3～L7层协议和应用分析识别，能够从用户、设备和区域等多维度分析应用流量分布，管理员老师可以根据需要配置相关的策略，比如对P2P流量限速、拦截不良网站的访问等。

● 有线无线深度融合，为运维减负

华为敏捷网络中的有线和无线网络实现了真正的深度融合。华为敏捷交换机支持随板AC，也就是说无线控制器集成在有线线卡上，同时通过超级虚拟化功能将其下联的接入交换机和AP虚拟为敏捷交换机的业务板卡以及多个端口，最终整个网络虚拟成一台交换机来管理。

同时，根据SDN的思想，网络设备之间的命令翻译、消息同步和策略下发都由设备自行协调完成。维护人员只需通过图形化界面对用户接入的场景、方式和权限等进行配置即可，其它都由设备自动完成。对于管理IT系统的老师来说，只需要管理一台设备就能实现设备、业务和用户管理层面的统一简化管理。

敏捷校园：助力教育模式转变

华为敏捷校园网络解决方案通过使用高密覆盖、智能应用控制和有线无线深度融合等技术，帮助学校建设了一张满足校园全场景Wi-Fi覆盖和特殊场所高密接入需求的无线网络，实现了对无线应用的精细化控制，让学生可以随时随地学习，让优质教育资源随手可得。移动校园为学校实现泛在教育和个性化学习、提升学生自主学习能力，以及促进以学生为中心的教育模式转变提供了坚实的基础。

作为全球领先的ICT产品与解决方案提供商，华为希望积极参与到全球的教育信息化变革中，希望与教育行业的合作伙伴一起，实现优质教育资源的共享，为最终实现全民教育、终身教育和教育的国际化做出贡献。目前，华为教育行业ICT解决方案已服务全球众多知名高校，包括纽卡斯尔大学、北京大学、清华大学和南十字星大学等。■

华为教育行业ICT解决方案已服务全球众多知名高校，与教育行业的合作伙伴一起，积极参与到全球的教育信息化变革中，为最终实现全民教育、终身教育和教育的国际化做出贡献。>>

陈恒

埃塞AAU大学 树立非洲高校现代化新标杆

◎ 华为企业网络产品线交换机营销支持部高级专家 陈恒/文

埃塞AAU大学在华为的帮助下建设了一个高带宽、高可靠、无覆盖盲区且易管易维的智慧校园网络，使广大师生接入带宽提升10倍，校园网运维效率提升50%，并降低了运维成本。>>

亚的斯亚贝巴大学（Addis Ababa University，AAU）是埃塞俄比亚规模最大的综合性大学，拥有5家博物馆和17个校区，在校学生接近5万人。AAU大学致力于建设全国ICT标杆校园网络，并引进云计算和智慧教室等，引领埃塞、甚至整个非洲的高等教育信息化发展方向。

ICT新业务优质体验日益迫切

AAU大学从2007年开始建立校园网络，随着校园规模的进一步扩大，师生人数的不断增多，自2012年开始面临网络端口和带宽不足的困境，难以满足业务发展的需要。

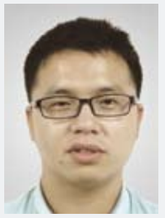
- 随着在线教学、移动教育和高清视频会议需求的兴起，带宽瓶颈问题突出，严重影响了师生的网络体验及教学质量；
- 为了支持桌面云、VoIP和高清视频点播等实时业务，急需高带宽和能可靠满足高清视频传输的全新网络；
- 随着校园师生人数和无线终端的逐年增多，建设一个高带宽、高可靠和易演进扩容的新网络成为AAU大学的核心诉求。

非洲现代化高校新标杆

华为深入理解AAU大学现网面临的问题和核心诉求，提出了针对性的解决方案。

- **创新主控1+N备份保障可靠性**：优质的ICT业务体验，网络可靠是根本。AAU大学校园网核心层通过采用华为敏捷交换机S12700独有的CSS2交换网硬件集群技术，创新实现了主控1+N备份，系统中只要保证任意一框的主控板运行正常，多框业务即可稳定运行，大幅提升了集群系统的可靠性；业界最低的4μs跨框时延则保证了流量跨框转发时更流畅。
- **网络重构+10倍提速，提供优质业务体验**：华为通过对AAU校园网进行重构，提出了“核心-汇聚-接入”构架，对教学楼、图书馆、实验室、院系和宿舍统一规划，简化转发流程，提高网络效能。网络带宽获得10倍升级，实现了千兆到桌面。同时华为敏捷交换机S12712基于自研ENP芯片设计，其大表项、端口大缓存和可编程等特性，支撑云计算、多媒体教学无压力，转发时延低、缓存空间大确保突发流量时不丢包，保证教育视频点播和高清视频业务的质量，从而提高了客户在业务应用中的网络体验。
- **敏捷特性可演进，园区网络可扩容**：为了应对未来校园无线化的趋势，华为敏捷交换机S12712配置了随板AC，后续校园无线Wi-Fi的扩展只需在S12712上配置license即可管理园区内所有的AP，不需再额外配置单独的无线控制器AC，为客户降低了设备成本。同时，针对传统园区解决方案有线、无线两张网架构对运维、管理和维护人员要求高，以及故障定位难度大和周期长的问题，在未来校园无线化部署中，S12712配置的随板AC可演进支持有线、无线深度融合的敏捷特性，使有线和无线网络平面统一管理，运维效率提升50%，并降低运维成本。

针对未来校园师生数量增加、校区扩建的趋势，华为园区网络提供易扩展演进的解决方案：全网络支持端到端扩容演进，保证校园网络扩容需求，保护客户既有投资。■



高俊

新西兰林肯大学 引领高校敏捷校园建设趋势

◎ 华为企业网络产品线交换机营销支持部高级专家 高俊/文

林肯大学采用华为敏捷校园网络解决方案打造了高带宽、高可靠、易管易维的敏捷校园网络，高效承载了学校的教学、科研和管理，保障新业务能够快速上线，真正做到了业务随行、体验随身。>>

林肯大学始建于1878年，为新西兰8所国立大学之一，同时也是世界五星级大学。林肯大学10多年来都没有大规模网络投资，面临着设备老化严重、网络容量较小，以及有线、无线带宽不足的困境。此外，由于网络策略错综复杂，导致运维难、无线覆盖差且互相干扰严重，严重阻碍了林肯大学现代化教学的发展。

随着BYOD、云计算和大数据的兴起，林肯大学亟需建设一张引领高校新ICT趋势的校园网，保障新业务能够快速上线，更好地为师生的教学、科研和学习提供服务。华为针对林肯大学网络现状，提出了高带宽、高可靠和易管易维的敏捷校园网络解决方案。

保障校园网络的可靠性

学校的在线教学、移动教育和高清视频等业务能顺利开展，网络可靠是基础保障。另外，学校的有线、无线用户认证和策略控制都在核心交换机上，核心层的可靠性可以说是校园网络正常运行的重中之重。华为敏捷交换机S12700独有的CSS2交换网硬件集群技术，以及创新的主控1+N备份系统，保证了任意一框的主控板运行正常，多框业务即可稳定运行，集群系统的可靠性得到了更高保障，同时，可提供业界最低的4μs跨框时延，保证了流量跨框转发时更加流畅。

有线、无线网络深度融合

林肯大学原有的网络采用有线、无线分开组网的方式部署，导致了校园网络管理、维护和排障工作难度大、费时费力。华为敏捷交换机S12700具备业界领先的随板AC技术，可以对有线无线流量进行统一转发、业务进行统一管理、用户在敏捷交换机进行统一认证，真正实现了有线、无线的深度融合。同时，有线、无线共享带宽资源，流量集中管控，突破了无线流量的瓶颈，管理也得到极致简化。

此外，针对林肯大学现网架构复杂，维护、管理和故障定位困难的现状，华为敏捷校园网解决方案通过部署SVF纵向虚拟化技术，将核心、汇聚、接入和无线AP纵向虚拟化成“一台设备”进行管理，网络管理变得更加简单，提升了网络运维效率，降低了运维时间与成本。

业务随行、体验随身

随着移动互联网时代的到来，教育云、在线教育和移动视频教学等应用成为教育行业的趋势。华为敏捷网络为林肯大学构筑了一个高可靠、易管理和全无线覆盖的敏捷网络，分别针对教室、报告厅、操场、办公室和宿舍等场所，提供了有针对性的Wi-Fi覆盖方案，覆盖率达到95%以上。

师生在移动网络环境下办公和学习，所享有的权限和体验是否能保持一致，是客户的重要关注点。华为敏捷校园网解决方案采用集中式认证架构，通过敏捷交换机与Agile Controller密切协作，在任意区域接入都能为用户提供一致的网络权限、业务优先级和带宽等策略，真正做到了业务随行、体验随身。■

黄海峰

2016年是华为企业业务第二个5年的开启之年。此次“2016华为中国合作伙伴大会”的盛大召开，将成为华为又一个新征程的成功开启。>>

办大学、建生态 华为与伙伴掘金“新ICT”

2016 华为中国合作伙伴大会

◎ 通信世界网 黄海峰/文

“5年来，华为在中国区的企业业务销售收入复合增长率超过了35%，预计2016年的收入将再创新高。”在3月10～11日召开的“2016华为中国合作伙伴大会”上，华为企业业务总裁阎力大表示。

在本次大会上，华为分享了过去渠道建设所取得的经验，详细介绍了2016年华为的渠道战略，还解读了最新的渠道政策，其中“新ICT”、“新平台”、“新生态”成为关键词。值得一提的是，华为“中国合作伙伴大学”在本次大会上宣布成立，这将为华为合作伙伴体系注入持续不竭的动力。

2016年是华为企业业务第二个5年的开启之年。展望未来，华为表示将基于智慧城市、服务、敏捷网络、大数据、云计算等方面领先的ICT产品和解决方案，继续联合合作伙伴，抓住市场新机遇，探索各行业的创新之路，构建合作共赢的生态环境，共创无限商机。

市场高速成长：从挑战者到顶尖厂商

2011年，面对云计算带来的ICT市场新机遇，华为将企业业务定为战略发展方向，开始全面发力政府、金融、交通、教育和电力等行业市场。5年后的今天，华为已成长为中国企业ICT市场的顶尖厂商，获得了大量行业客户的认可，其中包括诸多标杆企业。

在政府和公共事业领域，华为的战略产品继续强化布局，行业影响力持续提升，服务超过80%以上的部委客户，已成为政府行业主流合作伙伴；在金融领域，华为已成为ICT主流供应商，华为产品规模服务4大行，且在各商业银行、保险和证券等领域全面开花。

很多企业关心华为企业业务成功的原因，希望学习、模仿。对此，华为企业业务副总裁、全球销售部总裁马悦将成功经验总结为5方面：一是华为企业文化和核心价值观的指引；二是华为“聚焦”和“被集成”战略的成功；三是华为对技术创新的持续投入和产品品质的坚持；四是华为在中国具有覆盖面广而全的大服务组织、人才以及合作伙伴能力，基于华为大平台建设的服务能力在中国市场上首屈一指；五是阳光等制度的力量。

渠道合作伙伴：数量和质量双丰收

在业务高速增长的同时，华为得到了大量合作伙伴的支持。截至2015年底，华为在全球的渠道伙伴数量超过8000家，其中通过联合创新形成行业解决方案的合作伙伴超过350家。而在中国，2015年华为企业业务中国区的合作伙伴数量已超过5000家，来自合作伙伴的业务收入比例超过了80%。

值得一提的是，华为企业业务已实现渠道合作伙伴在数量和质量上的双丰收。在中国合作伙伴队伍中，年度业绩超过1亿的合作伙伴超过了20家，金银牌合作伙伴总数超过了600家，国内Top10的集成商100%与华为实现合作。

华为企业业务的快速发展离不开合作伙伴的鼎力相助。另一方面，华为在成长的同时也带动了合作伙伴业务的快速增长。

中建材集团进出口总公司总经理兼中

在业务高速增长的同时，华为得到了大量合作伙伴的支持。截至2015年底，华为在全球的渠道伙伴数量超过8000家，其中通过联合创新形成行业解决方案的合作伙伴超过350家。>>

生态

建材信息技术股份有限公司董事长陈咏新表示：“2015年在以华为业务为主的企业经营中，公司业绩年度增长超过了60%，我们已连续6年获得华为总经销商销售业绩的第一名，并于2015年成为首家通过华为全产品CSP五钻认证的经销商。借助华为领先的ICT产品、解决方案和市场影响力，我们在增值服务领域赢得了广泛赞誉。”

神州数码集团副总裁周立达表示：“随着华为企业业务的高速成长，神州数码华为企业业务也快速发展，实现了重大突破，整个销售团队由过去几十人发展到现在的400多人。”

新ICT时代策略：从渠道到生态圈建设

展望未来ICT市场，华为认为在业务驱动的新ICT时代，客户对ICT产业的合作模式将发挥越来越重要的影响；在云计算、大数据、物联网和移动化等新技术的驱动下，ICT产业也从原来的硬件定义进化到软件定义、开发者定义；业务与技术都对生态系统的转型提出了新的期望，称之为“新生态”。

在“新生态”中，华为给自身的定位是继续聚焦管道，在企业业务市场定位为提供创新的、技术领先的、差异化的、易集成的、一站式的和基于业务驱动的ICT基础设施产品与解决方案。“被集成”战略是华为的自我约束，也是华为对合作伙伴的承诺。此外，华为还将继续以BDII为行动纲领，与合作伙伴一起推动ICT转型，引领新ICT时代。

“基于生态系统的开放竞争是行业的主导力量。而构筑良性的生态圈，仅依靠渠道政策是不够的，更要落实到我们每个人的思想、行为和意识中。华为愿与合作伙伴优势互补，共同营造健康和可持续发展的良性生态链。”马悦在会上表示。

在“新生态”中，华为给自身的定位是继续聚焦管道，在企业业务市场定位为提供创新的、技术领先的、差异化的、易集成的、一站式的和基于业务驱动的ICT基础设施产品与解决方案。 >>

华为企业业务总裁
阎力大

“5年来，华为在中国区的企业业务销售收入复合增长率超过了35%，预计2016年将再创新高；同时还实现了渠道合作伙伴数量和质量上的双丰收。在中国，年度业绩超过1亿的合作伙伴超过了20家，金银牌合作伙伴总数超过600家，国内Top10的集成商100%与华为实现合作。”

华为企业业务副总裁、
全球销售部总裁
马悦

“基于生态系统的开放竞争是行业的主导力量。而构筑良性的生态圈，仅依靠渠道政策是不够的，更要落实到我们每个人的思想、行为和意识中。华为愿与合作伙伴优势互补，共同营造健康和可持续发展的良性生态链。”

开创华为大学：将赋能进行到底

据了解，在与合作伙伴的企业级业务拓展过程中，华为一直非常重视合作伙伴的能力提升，并为此推出了大量举措，为合作伙伴体系注入持续不竭的动力。

为了更好、更快、更全面地帮助合作伙伴提升能力，华为持续大力加强渠道组织建设，专门成立渠道能力发展部。同时，华为为合作伙伴发展和转型提供加速器，筹建华为中国合作伙伴大学，通过分层和分级的培训和指导，大力提升合作伙伴能力，加强渠道赋能。

本次大会上，华为正式成立了“华为中国合作伙伴大学”，此后将成为华为面向合作伙伴培训和赋能的总接口部门。据悉该大学将系统地建立端到端赋能体系，以持续提升合作伙伴能力。

华为正式成立了“华为中国合作伙伴大学”，此后将成为华为面向合作伙伴培训和赋能的总接口部门。据悉该大学将系统地建立端到端赋能体系，以持续提升合作伙伴能力。 >>

大学课程将涵盖合作伙伴的多层次人员，比如面向中/基层员工的行业发展趋势分享与技术培训，这其中又分为面向销售人员、售前技术与售后技术人员的分类培训；对于后方平台人员，也有相应的商务管理和财经管理等课程；对于高层则有人力资源管理、公司战略管理、财经管理和企业核心价值观等培训。■

张戈

华为：用一个圈子联接一个圈子

2016 华为中国合作伙伴大会

◎《商业伙伴》记者 张戈/文

华为的成功就是在生态体系建设上的成功，这一生态体系包括一个又一个圈子，比如ISV生态圈、云计算生态圈、大数据生态圈、智慧城市生态圈等等。在无数个生态圈中，华为既解决了“生”的问题，又解决了“态”的问题。>>

当今的企业级IT市场就是一个圈子联接着一个圈子，谁的圈子半径越大，圈子更稳固，其成绩就越斐然。这里没有丝毫贬义的成分，世界上没有任何一家企业，能脱离生态圈，在企业市场中生存。

何为生态圈？

在传统IT销售体系中，只强调产业链，并没有明显的生态圈概念。厂商与渠道商分居于产业链上下游。而企业与企业间的对等合作则被称为伙伴。生态圈概念兴起于何时，并不可考，但其一大贡献是，将直线型的销售系统，改变为星型。IT厂商也不再居于产业链的顶端，而是居于星型的一角。

华为就是最早一批深谙生态圈文化的公司，何为生态圈？“生”即生存，“态”即心态。合作伙伴首先要解决生存问题，其次要看企业的态度，之后才考虑是否在一个圈子里愉快地“玩耍”。不满足以上两点，则所谓的战略合作伙伴也会很快沦为有名无实的“站台”朋友。朋友可以相互站台，伙伴则必须有稳定的生意合作。

生态圈必须共享资源

为什么合作伙伴愿意留在你经营的生态圈中？庸俗地说，必须有钱赚。以华为企业业务中国区每年上百亿元、数千个项目的体量，无疑会给生态圈中的合作伙伴提供众多的生意机会。

这里的生意机会不仅是销售华为产品的机会，还包括销售合作伙伴自主研发的产品。与传统的渠道模式和企业间的伙伴模式相比，生态圈模式最显著的变化为：资源共享、客户共享。只要你的技术有一技之长，必然有人愿意与你共享客户。

比如，华为为大数据生态圈定制了“1+6商业模式”——1个基础大数据平台，即以华为企业级大数据分析平台FusionInsight、华为云计算服务和硬件构建的大数据基础平台；6类大数据合作伙伴，包含大数据源、海量数据组织、大数据挖掘分析、大数据商业应用、大数据可视化和大数据顶层设计等。

目前，华为大数据生态圈中已经聚集了几十家合作伙伴，不同角色的企业各司其职，为用户提供更具价值的端到端服务，合作伙伴之间也相互共享资源。

而在华为的云计算生态圈中，电信运营商也是其中的重要一员。华为提供产品和技术，运营商提供品牌和渠道，双方共同拓展市场，为用户提供公有云、私有云和混合云服务。华为与德国电信的合作就是这方面的典范。

可见，不管是大数据、云计算，还是华为将要进入的智慧城市领域，产业分工越来越细化，华为作为ICT平台提供商，有机会长期服务于客户，与合伙伙伴共享了客户资源，同时也得到了用户更好的服务口碑。

态度决定行动

再来看一下华为对生态圈的态度。5年前，华为初入企业业务市场，虽然市场份额为零，渠道仍视之为庞然大物。就如将一节8厘米高的一号电池放在818米的迪拜塔旁边，90后的说法可能是“最萌身高差”。但一家千亿级的国际型企业，要与一家千万级的渠道公司交朋友，这种在体量上的万倍差距，天生就会让合作伙伴感觉到压力。

为了让合作小伙伴能更舒适地与华为一起在生态圈里“玩耍”，华为发明了一系列战略名词，统一了内部认识，稳定住渠道合作伙伴的心态。进入企业级市场，华为首先提出“被集成”，进入云计算领域，则提出“上不碰应用，下不碰数据”，再比如上面所提到的大数据“1+6商业模式”。

回溯华为的思维变化，其在进入企业业务市场后，首先明白了“渠道”的重要性，随着对市场的逐渐认识，继而其又认识到生态圈才是稳固与渠道关系的最佳模式。2012年，华为在业内首提“被集成”，2015年提出BDII战略（BDII的3项核心内涵为：业务驱动、联合创新和聚焦ICT基础设施）。可以看出，在“被集成”阶段，渠道还是渠道，但在BDII阶段，则已经明显具有生态圈味道。

“烧钱”也要建立生态圈

在华为的一个又一个圈子中，其与ISV的合作最具代表性。ISV一直是渠道中与用户业务贴合最近、增值能力最强的群体，但其以软件为主的销售模式，也使其与IT硬件设备供应商之间的关系一直不远不近、若即若离。因此，如何与ISV合作，也是业内公认难搞的课题。

2015年，华为举办首届中国ISV合作伙伴峰会，300余家ISV参加此次会议。应该说此次300人会议的意义，并不亚于年初华为的万人渠道大会。甚至有消息称，竞争对手对此次会议十分关注，多方打探会议地点和会议内容。

为什么竞争对手十分紧张和关注ISV但始终没有实际行动？答案是：合作太烧钱。据测算，与一家ISV深度合作的成本接近千万。而华为斥重金打造ISV生态圈，其先后投资在苏州研究所建立了专向针对ISV的ICT企业解决方案开放实验室，在北京、深圳和成都建立了开放实验室。同时，2015年华为企业业务中国区还提供了1500万元，激励参与“联合解决方案开发计划”的前20家ISV合作伙伴。

此外，华为企业业务IT产品线也单独提供价值数千万元的设备供ISV测试使用，激励ISV基于华为的服务器和存储等IT产品线进行联合创新。目前，北明软件、金智教育、华宇软件和华南资讯等ISV合作伙伴已经率先推出联合解决方案，率先获得百万奖励。

应该说，有如此魄力打造ISV生态圈的IT企业并不多。但华为似乎已经明确了一点，渠道模式是商务和销售级合作，而生态圈模式则是公司战略级合作。两者最大的区别在于，前者是兼容式合作，很容易被替代；而后者则是研发级合作，一旦建立即具有排他性，选择A后，再选择B厂商的可能性很小。

因为涉及联合开发和深度融合，且要根据用户和市场需求反复快速迭代，一家ISV不可能组建两套研发团队同时应对两套不同的技术体系、对接两个不同的厂商。也正因如此，在ISV生态圈中伙伴则会相互依赖，其为用户提供的解决方案价值也远高于集成方案。从这方面看，华为的钱花得并不冤，以此思路开展，华为将在各个行业结识一批紧密战友，这远比一帮只有商务合作的朋友要更具战斗力。

与传统的渠道模式和企业间的伙伴模式相比，生态圈模式最显著的变化为：资源共享、客户共享。只要你的技术有一技之长，必然有人愿意与你共享客户。>>

由此可见，华为的成功就是在生态体系建设上的成功，这一生态体系包括一个又一个圈子，比如ISV生态圈、云计算生态圈、大数据生态圈、智慧城市生态圈等等。在无数个生态圈中，华为既解决了“生”的问题，又解决了“态”的问题。目前，华为的圈子已经足够大，足以容纳下5000多家合作伙伴，华为的圈子也足够稳定，不仅融合合作伙伴的销售团队，而且团结了研发团队。

2015年是华为企业业务中国区正式成立后的第5年，这5年销售收入的年复合增长率超过了35%，天时、地利、人和3方面因素缺一不可，但其中“人和”因素才是华为近5年来能持续发展的核心动力。未来，华为将如何维持目前的大好局面？如何进一步巩固业也初步成型的一个个生态圈？我们拭目以待。■

张振伦

将应用交付服务引入到OpenStack

◎ F5公司大中华区技术总监 张振伦/文

超过50%的用户开始将生产应用部署在OpenStack上，于是4～7层的应用服务就成为必备的组件，其可以提供进一步的安全、扩展和优化服务来确保关键业务应用的安全、高速和高可用。>>

OpenStack正成为开源IaaS云计算平台的佼佼者，无论是私有云、公有云或混合云都可以看到其身影，并且也开始支撑关键生产应用。OpenStack第6次用户调研发现，从2013年11月到2015年9月短短两年的时间中，将生产应用部署在OpenStack上的用户从32%增加到了60%。超过50%的用户开始将生产应用部署在OpenStack上，于是4～7层的应用服务就成为必备的组件，其可以提供进一步的安全、扩展和优化服务来确保关键业务应用的安全、高速和高可用。作为应用交付领域的领头羊，F5当仁不让，在业界率先将应用交付服务导入到OpenStack平台，为用户的云端业务保驾护航。

OpenStack简介

OpenStack是一种云计算的开源软件框架，兴起于NASA和RackSpace的一个联合项目，目前由OpenStack基金会管理，通过OpenStack社区推动云计算的发展。许多IT厂商都基于开源版本定制了自己的OpenStack发行版，增加了支持、咨询和服务等，为企业用户使用OpenStack提供支持。

OpenStack包括很多模块，这些模块提供了不同的服务来打造云计算平台。其中几个模块直接和应用交付相关。

OpenStack最根本的一个元素就是RESTful API，其可以用来进行架构组件的配置和自动化。在各种OpenStack应用场景中，API驱动的编排是不可或缺的，比如构建多租户、自服务的云平台，亦或创建一个支持DevOps的基础架构。通过RESTful API，可以帮助用户大大缩减应用部署时间，从数周减少到几分钟，或者一天内部署数百种服务，这是很多用户迁移到云平台的最主要驱动力。要达到这种效率，基础架构上的所有组件都必须归到自动化的框架。很多应用必须和应用交付服务绑定才能真正上生产，比如应用安全或者访问控制等。因此，将应用交付服务和OpenStack的编排集成刻不容缓。

功能	模块	描述
计算	Nova	管理计算资源池，虚拟池和物理池都可以通过该模组管理
网络	Neutron	管理网络、IP地址和应用网络服务，包括负载均衡等
编排	Heat	通过模板和API来编排其它的OpenStack模组

OpenStack和应用交付服务集成

OpenStack和应用交付集成后，可以为OpenStack上的应用提供生产所需的各种服务。目前，F5的应用交付服务可以通过两种方式集成到OpenStack框架中：一是通过Neutron加载负载均衡服务 2.0（LBaaS v2.0），二是通过Heat进行编排。当然F5也支持LBaaS v1.0和Neutron的集成，但是自从OpenStack Liberty版本发布后，OpenStack社区就弃用了v1.0的API。这也是为什么建议客户直接迁移到LBaaS v2.0上来，因为最新的OpenStack Mitaka版本都已经发布了。

● LBaaS

Neutron LBaaS提供了基本的应用负载均衡，当然只提供通用负载均衡最重要的功能。LBaaS服务交付模式将提供服务的资源从服务本身抽取出来，因此该模式有时被称为“云底”（Under the cloud）。LBaaS通过RESTful API进行管理，租户可以通过API呼叫REST进行LBaaS对象创建、更新和删除等操作，租户通过API调用来变更在F5负载均衡实例上的配置，从而实现对LBaaS的管理和控制。

F5的LBaaS驱动包括两个独立的部分：F5 LBaaS插件和LBaaS引擎。F5 LBaaS插件需要安装在运行Neutron API服务的一台服务器上，LBaaS引擎（包含驱动）需要安装到该服务器上。每个设备服务组（一个集群中BIG-IP设备的集合）需要一个独立的代理进程。租户一旦进行LBaaS的API调用，LBaaS驱动就会收到租户的任务，LBaaS代理进程就会将该任务翻译成F5 iControl的API调用，从而在BIG-IP设备或虚拟机（VE）上去创建或更新配置对象。由于所有租户的网络或VLAN都是相互隔离的，因此在单个BIG-IP实例或HA配置的设备组上，LBaaS驱动可以为多个租户提供服务。在共享BIG-IP实例的环境下，F5 LBaaS插件提供了必须的API调用到BIG-IP实例和Nova，来确保每个租户的流量只会路由到租户自身隔离的侦听对象上。

● 租户隔离

在多租户环境中，Nova的一个关键部分就是确保各个租户的相互隔离，BIG-IP LBaaS组件利用了BIG-IP的多租户功能来确保租户流量的隔离，确保租户之间的流量没有相互干扰。

LBaaS为OpenStack提供了一个简单、API驱动的系统来进行负载均衡服务的部署，为大量客户提供基本的负载均衡服务。但API只提供全面应用交付控制器（ADC）功能的一个子集。下表比较了

OpenStack和应用交付集成后，可以为OpenStack上的应用提供生产所需的各种服务。F5的应用交付服务可以通过两种方式集成到OpenStack框架中：一是通过Neutron加载LBaaS v2.0，二是通过Heat进行编排。>>

F5的应用交付服务可以通过多种不同的平台实现，包括传统的BIG-IP设备（含插板式设备）和VE。VE支持主流的Hypervisor平台，为云端应用交付提供了极大的灵活性。>>

组件	注释
支持网络覆盖	支持VxLAN和GRE隧道：租户的流量被完全封装到了BIG-IP系统
路由域	平台内严格定义地址空间，每个路由域对地址空间和路由信息进行隔离，地址空间可以在路由域之间复制，从而使得RFC 1918多租户私有地址易重用
隔离分区	创建单独的配置管理，每个租户配置包含在一个单独的管理分区中

LBaaS和本地BIG-IP服务在一些关键应用交付性能上的差异，比如协议支持、附加服务和健康监测等。

● Heat编排服务和模板

OpenStack Heat是基于模板生成应用的编排服务，Heat模板将基础设施的描述存放在一个或多个文本文件中，Heat服务执行适当的API调用来创建所需的组件。通过使用自定义插件，Heat服务可以将整个OpenStack扩展到核心模块之外，为用户提供灵活的定制能力。

F5 Heat插件可以让Heat模板基于任何BIG-IP设备或VE创建高级的应用交付配置，唯一的要求就是F5 Heat插件安装的服务器能够通过网络访问到BIG-IP设备或者VE，当然BIG-IP实例也需要访问到租户的实例，虽然BIG-IP实例到租户的连接不是通过Heat插件来管理的。

Heat模板使用一种简单的标记语言YAML来实现，方便了管理员的阅读和理解。Heat模板是声明性设计，也就是说，你只是定义了这些架构组件，最后的执行完全依赖于底层架构供应商来生成你所定义的配置。Heat模板可以和F5的iApps模板配合，生成各种复杂的高级应用交付场景。iApp模板可以重用，只需简单将相关参数传递给指定的应用，就可以重复生成各种应用配置。如果要使用高级特性的复杂应用交付配置，包括Web应用防火墙、应用加速和高级负载均衡算法等，都可以通过简单的API调用来实现。

Heat模板可以和云端VE或者部署在底层网络里的BIG-IP设备相配合，并且BIG-IP设备无需加入Neutron网络API调用，其只是被当做租户里的计算节点看待。

属性	基于LBaaS的BIG-IP服务	原生的BIG-IP ADC服务
支持的协议	仅支持TCP	TCP、UDP、SCTP
7层协议	HTTP、HTTPS	HTTP、HTTP/2、HTTPS、FTP、RTSP、Diameter、FIX、SIP、PCoIP、RDP
应用层安全	无	完整的WAF
网络层安全	无	完整的网络防火墙
应用层访问	无	完整的认证和SSO能力
流量分布算法	3	17
应用加速	无	全套的缓存、压缩和内容处理工具，包括TCP优化
健康指标	3	超过20个，包括SMTP、数据库、SIP、SNMP、FTP、DNS
数据流路径可编程	无	F5 iRules可以让用户完全控制应用数据的流向

F5 Heat插件可以从F5 Github库里获取，F5 Github库包含了Heat插件、Heat引擎和Heat模板示例，Heat插件需要安装在运行Heat引擎的服务器上。

● 灵活的平台选择

F5的应用交付服务可以通过多种不同的平台实现，包括传统的BIG-IP设备（含插板式设备）和VE。VE支持主流的Hypervisor平台，为云端应用交付提供了极大的灵活性。当然，即使客户选择了F5几种不同的硬件平台，并且也部署了VE版本，也不会导致管理的复杂化，因为所有F5的应用交付平台都基于同一的微核心和相同的操作系统，称之为TMOS（Traffic Management Operating System）。

● 高可用

高可用是一切关键业务和网络系统的必备能力，作为应用交付领域多年的领头羊，TMOS平台具有强大的HA架构。无论是BIG-IP设备还是VE都可以单独部署，也可以部署成配对HA模式，更可设计为N路活动设备组，满足在OpenStack里的各种配置需求，增强OpenStack系统的可用性。

● 高可扩展性

进入云端，可扩展性越来越重要，BIG-IP通过LBaaS服务确保租户具有极大的扩展能力，无论是水平还是垂直扩展。比如VIPRION可插板的设计确保了垂直扩展，而通过VE/BIG-IP则轻松实现水平扩展，满足大规模、超大规模的用户需求。而更为关键的是用户实际部署实践，这些才是扩展能力的实际验证。

F5与华为的联合解决方案

对于F5的产品来说，与华为在OpenStack领域的深度合作是个好消息，华为SDN解决方案作为2～3层网络控制主体，F5产品则专注于4～7层网络应用，二者结合可以轻松解决2～7层整体网络的应用控制。F5与华为联合SDN解决方案是应用与网络的完美结合，是SDN发展的必然方向。>>

体，F5产品则专注于4～7层网络应用，将二者相结合就可以轻松解决2～7层整体网络的应用控制。F5与华为联合SDN解决方案正传递出一个清晰的信号，那就是应用与网络的完美结合，是SDN发展的必然方向。

2015年1月，F5亚太区总裁Manu与华为签订了SDN领域的合作备忘录，正式开启了双方SDN联合解决方案开发的序幕。

为保障开发进度和产品质量，F5与华为建立了联合工作小组，包括研发、市场、服务和Marketing等各个功能领域的人员。联合工作小组定期组织交流活动，快速解决合作中的难点，已经成为F5与华为两家公司良好沟通的有效渠道。

2015年7月，SDN联合解决方案在华为网络大会上第一次呈现给运营商及广大企业客户，引起超乎寻常的关注。展会期间，超过2000批客户参观SDN展台，500多名观众参加SDN专题演讲，大部分客户均提出后续详细交流的意愿。由此可见，F5与华为SDN联合解决方案顺应市场需求，是客户希望见到的强强联合业务模式。

最近半年时间，F5与华为共同参与了中国移动、中国联通和工商银行等重要客户的SDN试点项目，方案的成熟度也随着测试的深入不断完善，第一个商用版本已经正式推向市场。

OpenStack诞生于美国，至今也只有6年光景，但其发展速度超乎想象。作为中国OpenStack领头羊的华为，和作为应用交付领域领头羊的F5，从LBaaS开始，已经在中国开了花、结了果。两大厂商的共同努力，必将促进OpenStack在中国的快速发展，也让基于OpenStack的应用部署不再孤单，随时有应用交付服务伺候！■

王登辉

华为照明物联网解决方案为每盏路灯安装了内置无线通信模块的照明控制器，赋予了路灯联接的“翅膀”，让路灯之间实现快速自组网，再辅以物联网关节点，将城市中数量庞大的路灯联成了一张巨大的“灯联网”。>>

物联网将引发照明的下一场革命

◎ 华为企业网络Marketing部高级营销经理 王登辉/文

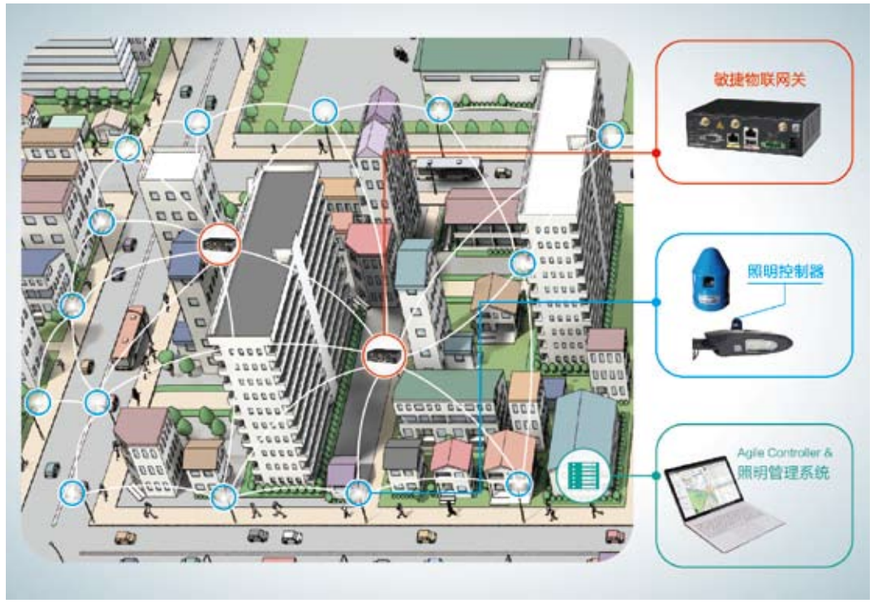
路灯给夜晚出行的人们带来了光明，为现代人们快节奏的生活方式提供了方便。对于路灯，现代的人们早已司空见惯，而在15世纪以前，它却是一件稀罕物。人类尝试在城市街道上进行人工照明，最早要追溯到15世纪初。1417年，当时的伦敦市长为了让冬日漆黑的街道明亮起来，要求在室外悬挂灯具照明，这就是路灯的起源。1843年，上海街头出现了中国第一盏路灯，尽管它是煤油点燃的，却吸引了黄浦江边众多人群的目光。直到1879年，上海的码头才亮起了中国第一盏电灯。

路灯控制技术发展缓慢

如今，路灯已经遍布全球各个城市的大街小巷。根据国际气候组织（The Climate Group）统计，全球路灯的保有量已经上升到3.04亿盏，并将在2025年达到3.52亿盏。路灯的数量不断增长，照明技术也在不断革新，而路灯的控制技术却发展缓慢。

最初的马路电灯在每根电线杆上都装有闸刀开关，需要工人每天手动开启和关闭，后来若干路灯开始合用一个开关。这种通过开关控制的路灯形式在全国各城市中一直沿用到20世纪50年代。

直到今天，大部分的城市路灯仍然无法实现智能化控制。目前使用较多的分散时控方式，多采用在路灯配电箱中安装定时器，按预定时间自行开/关灯。这种控制模式的缺陷在于无法灵活调整开/关灯时间，更无法反映照明设施的运行情况，并且故障率高，维修困难。



随着城市的不断发展，控制范围越来越大，在现行的控制模式下，会使得维修工作十分被动。运行过程中的故障只有等待巡视人员到达现场才能发现，或者被动等待市民电话反映，难以做到及时维修。

能耗高、巡检慢、管理难是横在市政照明领域的3只“拦路虎”。

“灯联网”：驱散市政照明的“拦路虎”

如今，物联网技术飞速发展，数以亿计的各种终端正加速接入网络，我们即将迎来万物互联的新世界。当一个物体被接入网络，将迸发出巨大的潜能。把汽车接入网络，无人驾驶技术就应运而生，一举改变了几百年来的驾驶习惯；如果将路灯接入网络，将会带来哪些改变？华为照明物联网解决方案已经给出了答案。

该方案为每盏路灯安装了内置无线通信模块的照明控制器，赋予了路灯联接的“翅膀”，让路灯之间实现快速自组网，再辅以物联网关节点，将城市中数量庞大的路灯联成了一张巨大的“灯联网”。照明控制器实时采集路灯的各种运行参数并上送到云端；基于GIS地图的可视化管理系统可以清楚获知每一个街区、每一盏路灯的运行状态，实现路灯的在线巡检；通过应用照明策略，能够精准控制每一盏路灯的开/关状态和照明亮度，真正实现按需照明，节能效率高达80%。照明物联网方案将市政照明领域的3只“拦路虎”一举驱散。

照明物联网方案的“驱虎”之术究竟有哪些精妙之处？

● “高智商”节能：精确计算+智能感知

对路灯的智能控制上，方案提供组合照明控制策略。首先，可以基于经纬度计算路灯所在地区的日出和日落时间，科学地设定照明时长；根据一年四季的变化规律，针对不同季节和不同月份之间照明时长的差异，动态调整照明计划；在每一天的照明时间段内，照明计划可以分时精细化编排；其次，对路灯的控制可以与亮度传感器、车流量和人流量传感器等进行联动。比如在深夜时段、在车流稀少的路段可以调低路灯亮度或者间隔开灯；而在光照条件不好的阴雨天气则根据对环境的感知及时开灯等。

● 高效管理：可视化在线巡检+前瞻性维护

对路灯的管理上，采用了基于GIS地图的可视化管理方式，城市中不同街区的路灯数量、路灯运行状态、安装位置和安装时间等信息一目了然。当路灯发生故障时，系统会自动告警，并发送信息通知维修人员及时前往事故地点检修。除此之外，管理系统还可以对路灯进行生命周期管理，了解路灯的运行时长和历史故障记录，提前预知可能发生的故障，实现前瞻性维护。

● 多级控制：本地控制+云端控制

在传统的群控模式下，因为施工等原因造成控制网络中断时，经常导致多台路灯脱管。路灯不是在白天与日争辉，就是连续很多天漆黑一片。多级智能控制是该方案的最大特色，包括两级本地智能控制和一级云端智能控制。敏捷物联网关和路灯控制器均支持照明策略的本地化部署。当敏捷网关的上行网络故障时，可快速切换到本地控制策略；而当传感网络故障时，路灯控制器则可以工作于离线模式。多级智能控制机制最大程度强化了对路灯的可控性，防止路灯脱离控制的状况发生。

在照明物联网的基础上可以增加更丰富的传感设施，将环境监测、交通监测、智能充电桩和智能垃圾桶等各种对象都纳入到感知网络中，为智慧城市提供基础的数据支撑，扩展更多智慧化服务。 >>

智能照明开拓更广阔的物联网空间

照明物联网方案采用全层次开放架构，从底层芯片到上层应用均提供开放接口。底层控制芯片可基于华为开源物联网操作系统LiteOS进行开发；敏捷网关支持虚拟化架构，合作伙伴可以开发和安装定制化应用；敏捷控制器则对第三方应用系统提供标准北向接口，便于扩充各种服务组件。

随着智慧城市建设的推进，路灯将不再只是灯杆加灯头，而将成为智慧城市的重要“据点”。在照明物联网的基础上可以增加更丰富的传感设施，将环境监测、交通监测、智能充电桩和智能垃圾桶等各种对象都纳入到感知网络中，为智慧城市提供基础的数据支撑，扩展更多智慧化服务。

小路灯撬动大市场，照明物联网化潮流已经到来。从业内厂商纷纷开始布局这一领域的动向也可以看出，照明物联网化是大势所趋。若能将城市路灯全部互联，发挥智能照明的作用，定会开拓更为广阔的物联网空间。■

黄海峰

天津联通成功开通全球首个基于ONOS开源架构的SDN IPRAN企业专线业务。该项目的成功落地不仅是中国联通业务转型的成功，也是电信行业引入SDN的重要里程碑事件。>>

解析天津联通SDN IPRAN商用：

ONOS落地的里程碑

◎ 通信世界网高级记者 黄海峰/文

经过一年多的发展，ONOS（Open Network Operating System）如今迎来商用里程碑。2015年11月27日，全球首个基于ONOS开源架构的SDN IPRAN企业专线业务在天津联通成功开通——这是其SDN项目研发计划的重要里程碑，也是中国联通在CUBE-Transport领域结合SD-UTN（Software Defined Unified Transport Network）技术联合创新的重要成果。尽管消息已传播多日，但很多人还不知道该项目背景，也不了解此次商用具体的经过和成绩。

背景：存3方面驱动力，联通率先发力

● “天时”，行业呈现出数字化转型的大背景

这几年，转型是电信领域最热门的话题，最主要的思路是去电信化，引入IT和互联网的先进思维，改造运营商从网络到业务各个环节。而SDN是其中的关键支撑技术。

说易行难。包括中国联通在内，全球电信运营商都在寻找属于自己的SDN道路，并希望在SDN演进过程中掌握主动权，一些运营商甚至在尝试自己研究SDN控制器。在此背景下，由运营商主导、基于开源技术的ONOS应运而生。

ONOS于2014年启动，是业界首个面向运营商业务场景的开源SDN控制器平台，由SDN的发明者斯坦福大学携手AT&T、华为等9家业界顶级运营商和最具综合实力的设备商创办，其目的就在于“提供真正满足运营商需求的SDN开源控制器”。

开源是ICT产业发展的重要趋势，但对传统运营商则是新生事物，开源既是运营商实现网络和业务研发模式转型的重要机遇，也对运营商的软件人才、研发体制和运营管理提出了多方面挑战。面对浩浩荡荡的开源大潮，走开源与开放之路是实现产业协同创新，推动传统运营商IT化和互联网化转型的必然选择。而中国联通正在这条路上积极探索、创新求变。

● “地利”，产业链各方面的准备逐渐成熟

众所周知，ONOS阵营目前集聚了知名的电信运营商（如AT&T、NTT和SKT等）和网络运营商（如Internet2、CNIT和CREATE-NET等）、高标准的网络供应商（如爱立信、华为和Ciena等），以及其他合作伙伴（如SRI和Infoblox等），并且获得了ONF、ONS和ONRC的大力支持。

其中，华为作为ONOS创始成员，拥有扎实的开源技术积累及丰富和完善的端到端解决方案，可支撑中国联通从底层COTS到Hypervisor再到Cloud OS的数据中心平台建设，并支撑以SDN为主的网络产品和以NFV为主的核心网产品的固定、移动以及公有云业务建设。

考虑到上述情况，中国联通期望联合华为一起结合SD-UTN技术打造SDN/NFV样板点，获得可在全球复制的成功经验，树立联通的行业领导者形象。

● “人和”，中国联通提出自上而下的业务转型诉求

2015年9月，中国联通发布了其基于SDN/NFV和云的新一代网络架构CUBE-Net 2.0，并发起成立了“新一代网络研发合作联盟”，积极推动基于SDN/NFV的网络演进，并为未来5G进行网络技术储备。而针对企业ICT市场，中国联通网络技术研究院在CUBE-Net 2.0框架下启动了CUBE-transport和CUBE-VPN项目计划，开发基于ONOS开源控制软件的企业VPN业务。

中国联通希望通过部署基于ONOS架构的企业智能专线为传统业务带来改变，因为该方案具有灵活和按需定制、可签订临时或短期合同、能快速响应需求、业务可数小时内开通、可实现互联网化和电商化模式的在线申请/订购/更改，以及如“专线+DC+VAS”的增值产品等优势。

实践：从战略到执行，立体化运作

ONOS的部署前景是美好的，但要实现成功落地，整体规划和推进步骤很关键。

在此次项目中，中国联通与华为进行了分工合作：联通聚焦创新战略制定、技术规划和落地选点，华为则聚焦基于ONOS开源架构的产品实现，共同探索平台、业务和网络的建设模式。

中国联通的初步实践目标很契合实际：通过联合创新，针对中国联通的网络情况，开展基于ONOS开源架构的SDN/NFV新一代网络技术研究、示范和应用，为中国联通新一代网络架构体系研发关键技术和设备。

本次项目中的天津联通SDN IPRAN商用局，具体是利用联通现网开通了由天津绍兴道局到小树林局的二层VPN专线业务，未来还可继续升级，结合SDN技术打造“电商化”的精品企业专线。项目历程则是从2014年底中国联通与产业链合作伙伴接触开始，到2015年末，创新成果即实现了商用发布。

值得一提的是，为了利用ONOS的开源技术实现传统电信业务向以云为中心的网络架构演进，中国联通最终确定以天津示范城市为基础，梳理整网架构演进。

具体而言：首先，中国联通利用天津现有机房和PSTN网改机房构建统一的IDC基础资源池；其次，基于SDN/NFV技术搭建基础资源管理平台，实现对基础资源池内的资源进行协同管理；然后，在网络基础管理平台上承载各类传统电信业务和面向OTT的互联网业务，实现多业务统一承载；最后，拉通从应用门户到业务系统，再到虚拟化资源部署和端到端网络开通的完整流程，实现业务的快速部署。

总体而言，该项目的实践过程本着“从战略到执行，立体化运作”的方式，整个过程十分顺利，现场结合视频业务的测试效果良好。中国联通也获得了多方面收益：一是IPRAN专线业务的快速部署和发放；二是分配带宽可实时调整，可按带宽日历进行策略定时；三是各类用户权限可按需调整。

影响：有利中国联通发展，给行业巨大借鉴

2015年11月27日，天津联通成功开通全球首个基于ONOS开源架构的SDN IPRAN企业专线业务，项目的成功落地对中国联通意义重大——有助于提升中国联通企业专线业务的竞争力，并为下一步加载更多增值类服务打下良好的基础。面向未来，中国联通将继续利用ONOS开源软件打造开放体系，探索“硬件平台化，软件开源化”的演进路径，以加强联通在ONOS中的引领作用。

而从整个产业角度看，这是中国联通、华为和ONOS开源社区在SDN领域联合创新的重要成果，也是中国联通加入ONOS后做出的重要贡献。自加入ONOS后，中国联通积极参与相关研发活动，不断提升自身在开源社区中的影响力和贡献度。2015年11月，在首届OPNFV全球峰会上，中国联通展示了基于ONOS的NFV VIM（虚拟化基础设施管理）架构和VTN（Virtual Tenant Network）业务；2015年12月2日，在美国召开的ONOS年会上，中国联通介绍了本次天津联通项目的成果，受到了ONOS各成员单位的广泛好评及支持。

开创的工作是最难的，因为没有模板可以借鉴。综合来看，本次项目不仅是中国联通业务转型的成功，也是电信行业引入SDN的重要里程碑事件。中国联通与其合作伙伴为通信行业做出了重要表率。■

面向未来，中国联通会继续利用ONOS开源软件打造开放体系，探索“硬件平台化，软件开源化”的演进路径，以加强联通在ONOS中的引领作用。>>

石金利

华为Anti-DDoS安全方案助力荷兰数据中心运营商Serverius开展“管理安全服务”，实现了运营困境逆袭，用户数和运营收入双双创了新高。>>

荷兰Serverius数据中心如何逆袭运营困境

◎ 华为企业网络Marketing部高级营销经理 石金利/文

发展迅速和竞争激烈的数据中心市场，安全和业务连续性是客户选择数据中心服务提供商的主要因素。然而，频繁的网络攻击使得数据中心运营成本不断增加、客户流失严重。华为Anti-DDoS安全方案助力荷兰数据中心运营商Serverius开展“管理安全服务”，实现了运营困境逆袭，用户数和运营收入双双创了新高。

荷兰：数据中心云集之地

荷兰被誉为世界上最自由开放的国家，拥有世界第一大港，聚集着来自世界各地的贸易物资，早在17世纪就拥有“海上马车夫”之称。进入20世纪以来，网络世界飞速发展，荷兰在网络世界依然占据着重要的位置，阿姆斯特丹就是欧洲的骨干网络节点之一。正是由于开放自由的文化背景和得天独厚的地理和网络资源，荷兰吸引着来自世界各地的公司投资和加入，是欧洲两大数据中心热点区域之一，拥有许多跨国公司和上百家商业数据中心。

Serverius是荷兰数据中心运营商中的后起之秀。众所周知，荷兰是全球海拔最低的国家，其中有三分之一的国土面积是在海平面之下，如果一座数据中心建造在低于海平面的地方，则被海水侵袭的风险就大大增加，而建造一座在海平面以上的数据中心，其构建和运营成本就会大大提升。Serverius为给客户提供更加高效安全的数据中心，两大数据中心机房均建造在高于海平面的地方，同时可实现同城异地容灾备份，在灾难预防和备份上可靠性大大提升。在互联互通网络服务上，Serverius两大数据中心与欧洲骨干节点——阿姆斯特丹和法兰克福实现直连，其提供的服务以高效和快速的传输服务著称。正因如此，过去几年间Serverius业务发展迅速，规模不断扩大，成功跃居荷兰Top5数据中心服务商之列，已服务于全球2000多家企业客户，成为当地数据中心运营行业中的后起之秀。

Serverius：安全挑战不断

互联网的网络攻击事件从来没有停止过，近年来更愈演愈烈。比如，2013年的全球性大规模DDoS攻击曾让Spamhaus反垃圾邮件服务业务中断，引起整个欧洲网络变慢一周；2014年DDoS攻击峰值刷新到400G，攻击方式和攻击频率更呈指数级增长。面对恶劣的网络安全环境，Serverius数据中心也遇到前所未有的挑战，自2013年以来，平均每天都有客户业务遭受网络攻击的事件发生，运维人员的大部分时间被占用处理突发网络攻击事件，导致工作时间延长，运维成本增加；同时，业务中断也导致了客户抱怨和流失增多，最终导致Serverius的运营数据下滑。

分析现状，快速制定“安全之策”

Serverius迅速展开对运营现状和网络安全事件的分析，发现流失的客户100%都是因为遇到过网络攻击事件对服务不满而引起的，比如一个年销售额超百万欧元的多年老用户，在一个月内频繁遭受多次DDoS攻击，导致业务损失巨大，最终终止了与Serverius的合作。痛定思痛，Serverius与业界知名的同行展开积极交流，发现近年来运营收益增长迅速的数据中心运营商都在开展安全增值服务，一方面可以在安全事件频发的环境下保护客户业务的连续性；另一方面，则可扭转传统数据中心行业竞争激烈、利润下滑的局面，用安全增值服务提升自身竞争力，增加运营收益。而在荷兰只有15%不到的数据中心运营者在开展安全运营服务，且服务水平有待提升。Serverius看到机会后，迅速构筑自己的“安全防护运营计划”，并开始定制适合自己的安全防护运营方案，该方案需要具备以下几个能力：

第一，用户可“定制”的方案，是一个基础保护和可运营方案的综合体，能够被Serverius现有的运营平台快速集成。

第二，“有效防护”的方案，即能够在需要的时候被开启调度，不影响正常用户的业务，可以根据不同的客户/应用定制精细化的防护策略。

第三，可扩展和可被自动化调度的方案，以降低高昂的运维成本。

Serverius拥有自主开发的运营平台Toolbox，通过Toolbox平台Serverius可以对现有的服务器、网络和业务进行自动化调度、配置和报表。安全防护方案要能够快速集成到该方案中，由Toolbox进行自动化管理。安全方案涉及网络安全、应用安全和数据安全等多层次，安全防护层不同所需要的安全方案和运维技能也不同。

DDoS攻击是对数据中心的业务连续性威胁最大、也是黑客最常用的攻击手段之一，此类攻击用户感知度高，业界有较成熟的防护方案。Serverius借鉴同行经验、用户诉求和自身防护技术人员储备，最终选择DDoS安全防护运营业务作为开启其数据中心安全防护服务业务的开端，并开展了与业界知名DDoS防护厂商的交流、POC和部署计划。

Anti-DDoS方案独领风骚

业界知名的3家DDoS防护厂商纷纷展开了与Serverius的沟通交流，最终，华为的方案脱颖而出，凭借着其灵活的部署模式、强大的防护性能，以及精准的防护能力获得了客户的认可。华为方案采用了逐包深度检测技术，通过独有的大数据分析平台算法，能够针对业务流量建立60多种维度的流量模型，任一维度发生细微变化，即可快速进行响应；同时，该方案集成了全球IP信誉和指纹识别技术，能够快速响应各类DDoS攻击；此外，该方案还有一套开放的API接口，可实现与Serverius管理平台的快速对接，满足Serverius定制化的运营需求。

Serverius成功部署华为Anti-DDoS方案后，经过一年多的运营实践，其数据中心处理安全突发事件的时间大大缩减。数据防护报表显示，一年中华为Anti-DDoS方案成功防御DDoS攻击超过4万次，峰值防护攻击流量超过200Gbps，更重要的是，帮助Serverius实现了用户规模和收益的双增长，大大超过了Serverius的预期。■

客户声音

“管理安全服务是客户迫切需要的服务，也是一个高收益的市场。通过应用华为Anti-DDoS方案，Serverius已经成功踏入管理安全服务市场，并取得了不错的成绩。华为Anti-DDoS方案具有高性能API接口，在被我们的管理平台工具Toolbox快速集成后已经实现了自动化管理和报表功能，目前DDoS流量清洗服务已经成为Serverius的3大主要业务之一。”

——Serverius CEO Gijs van Gemert

杰瑞·卡普兰
斯坦福大学人工智能专家。本科毕业于芝加哥大学历史与科学哲学专业，之后考入宾夕法尼亚大学计算机科学专业，后进入斯坦福大学人工智能实验室工作。目前，担任斯坦福大学人工智能与伦理学教授。

人工智能时代已经到来。如何才能构建一个适用于人机共生的新生态：在这个生态中，机器人做的将是机器人该做的，而人的价值自有其去向。>>

人工智能时代

◎ 创新工场CEO 李开复/文

人工智能的白发航海家

大概4～5年前，我就被杰瑞创立Go公司的故事打动过。彼时，我称它是我最喜欢的硅谷创业故事，直至今日，我仍然这样认为。

杰瑞是个传奇式的人物。是他，开启了平板电脑和智能手机的先河。早在童年时，他就因为一部《2001：太空漫游》，对人工智能燃起了极大的兴趣。后来，这个念想一路支持他考进了宾夕法尼亚大学计算机系，并最终进入斯坦福大学人工智能实验室工作。可惜，当时的商业气氛已经侵蚀了单纯的科研环境，杰瑞也随众“下海”。兜兜转转，竟然创造了无数硅谷乃至世界的奇迹。商海沉浮，几经磨难，杰瑞还是回到了斯坦福大学。这一次，是因为他意识到：人工智能时代已经来了。此时，世界上的大多数工厂正在用机器取代人类工人，机器人开始成为老人、孩子的新伙伴，甚至科幻电影里也在大肆渲染人工智能将要统治世界的惊悚理念，这引发了大众越来越多的恐慌：机器人会不会有一天取代我？所有人都在这样心有戚戚地自问。

就像他在这本新书《人工智能时代》中讲到的，越来越多的机器自动化给社会带来了巨大冲击：失业与经济失调。越来越多的人失去了自己乃至父辈赖以生存的工作，不得不在艰辛的生活中困顿求生，甚至，他们不仅失去了自己的工作，更因为机器对技能的取代，永远失去了再次就业的机会。从书中所讲的内斯特的故事中就可以看到无数普通职员的身影，他在工作上的兢兢业业、在面对老板时的战战兢兢、为了不失去工作而带病坚持……所有这一切都在发出“不要让我失去机会”的呼声，他如宿命般地在几份工作之中辗转，最终终于爬上了标准生活的水平线。但是，这也只是一时的安宁，因为最终他那份出租车司机的工作也将成为历史。

而硬币的另一面，却是人工智能像“上帝之手”一般，将越来越多的财富集中在少数1%的人手中，人工智能的快、准、狠，让他们在股市上受益，让他们最先成为智能时代的幸运儿。这样的两级分化，让整个社会陷入了不公平的深渊。

人类将被人工智能替代?

我大体上同意杰瑞对人工智能发展趋势的判断，但在人工智能可能给人类带来的冲击上，我比他要乐观一些。

35年前，我就进入了人工智能领域，无论在大学，还是在苹果、微软和谷歌工作，到现在作为风险投资人，我对人工智能的技术进步以及由此带来对经济社会的影响都非常关注。越来越多的人关注人工智能是一件让人高兴的事情。目前人工智能仍处在萌芽阶段，但我们也看到，其进步速度是惊人的。人工智能在某些领域已经打败了人类，比如前不久AlphaGo战胜了顶尖的人类围棋棋手。未来，随着人工智能应用于越来越多的领域，人类越来越多的工作也终将为人工智能所替代，这是必然趋势。

我个人认为有两种类型的工作可能最先为人工智能所取代，一种是传统上“黑箱操作”、存在较严重信息不对称的行业，比如股票投资和保险业等。另外一种是那些非常机械和重复性劳动较多的行业。与人相比，机器不会疲劳，可以7×24小时工作，对数据有更强大的记忆力和掌控力，再加上现在的机器更具备了分析、判断与预测能力，因此未来在绝大多数的工作岗位上，机器都可以比人类做得更好。

但如果有人因此就认为人类行将灭亡，机器行将统治人类，那我只能说他们是科幻小说看得太多了。因为机器虽然会取代人的工作，但毕竟还是我们的“奴隶”，是我们操作的工具，我们想用它们的时候可以将其打开，不想用的时候则可以将其关掉，我们完全可以控制这些机器。

那么，未来机器是否会变得和人一样，具备自主意识而且能够独立思考？这恐怕是一个目前仍难以回答的问题，没有人知道确切答案。乐观者认为，20年之后机器就可能独立思考；悲观者则认为，机器永远不会有自我意识。我的观点是，既然我们对此难以形成定论，还不如先关注眼前已经发生和确定将要发生的事情。已经发生和确定将要发生的事情是什么？就是机器作为工具，已经代替了人类的很多工作，而未来10～15年，人类一半的工作将会被机器取代。正如杰瑞这本书中所说的，人类将迎来有史以来最大的失业。

不过，因机器替代人类而出现的失业未必有我们想象的那么可怕，毕竟高效率、低成本的机器可以为人类创造更多的财富，而这些财富理论上可以通过政府征税等再分配方式为民众带来更多的社会福利。如此，失业者非但不需要为生活担忧，反而可以从重复性的、没有多少创造力的工作中解放出来，转而去发展自己的爱好，从事更多有创造性的活动，比如写小说、进行艺术创作或者追求更有信仰的人生。但也有很多悲观的论点，比如很多人觉得，现在的不少小朋友已经如此沉迷于虚拟世界，如果未来连工作也被机器所取代，人类会不会更加颓废，整天戴着VR眼镜醉生梦死呢?

如何构建人机共生新生态?

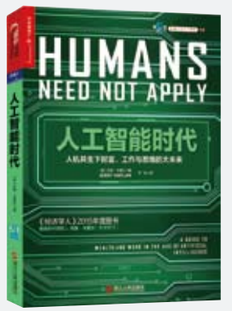
杰瑞在书中论述了如何构建一个适用于人机共生的新生态：在这个生态中，机器人犯罪了，我们知道该如何去惩罚，也知道该如何让自己置身事外，不受牵连；在这个生态中，我们的企业、教育与个人知道该如何建立一个有益的绿色闭环，以帮助将近半数的失业人员再就业；在这个生态中，我们知道社会里企业的形态、竞争机制甚至社会保险制度会面临什么样的选择，又该如何做才能让社会经济良性运行。最终，在这个生态中，机器人做的将是机器人该做的，而人的价值自有其去向。■

书讯

《人类简史》

《人类简史·从动物到上帝》是以色列新锐历史学家的一部重磅作品。从10万年前有生命迹象开始到21世纪资本、科技交织的人类发展史。从认知革命、农业革命到科学革命，我们真的了解自己吗？我们过得更加快乐吗？我们知道金钱和宗教从何而来，为何产生吗？人类创建的帝国为何一个个衰亡又兴起？为什么地球上几乎每一个社会都有男尊女卑的观念？为何一神教成为广泛接受的宗教？科学和资本主义如何成为现代社会重要的信条？理清影响人类发展的重大脉络，挖掘人类文化、宗教、法律、国家和信贷等产生的根源。这是一部宏大的人类简史，更见微知著、以小写大，让人类重新审视自己。

内容简介



《人工智能时代》

当机器人霸占了你的工作，你该怎么办？机器人犯罪，谁应负责？人工智能时代，人类价值如何重新定义？在《人工智能时代》一书中，智能时代领军人、硅谷连续创业者杰瑞·卡普兰指出：智能时代的到来，给人类社会带来了两大灾难性冲击：持续性失业与不断加剧的贫富差距。机器正在很大程度上替代人类的工作，不管你是蓝领还是白领。而针对未来社会将要发生的这些问题，卡普兰在《人工智能时代》一书中从企业、税收和保险等机制上构建起了一个有益的经济生态，让社会中的每一个人都能从技术发展中获益。《人工智能时代》一书提出的建议和解决方案给遭遇挑战的人们更多抚慰和安全感！

引领新ICT 使能新工业革命

改变

$2^{155} \approx 10^{47}$ 大型主机

$3^{361} \approx 10^{170}$ 云计算

科技带来的进步已远远超越了人类的边界，同时它正在大幅改变我们的生活和产业

公用事业
向大众提供便捷、稳定、无处不在的服务

大多数IoT（物联网）都以手机网络为运行平台。针对使用者，而不是物而研发

使用标准化技术连接目前尚未连接的事物

IoT不只是连通性，云计算和大数据处理才是其真正的价值

新闻媒体
时效性、准确性、全面性

现在 摄像机的发展带来数据流量指数级的增长

但是 不同工作室的资源难以共享

混合云为专业生产内容（PGC）带来新的强大竞争力

启示

ICT正在成为整个生产体系的核心部分

云管端系统之间的协作对于数字化转型非常重要

科技创新是基础，新ICT时代已经到来

为新工业革命打下基础

华为的愿景

通过技术创新创建开放平台，打造共赢的生态系统

业务驱动的ICT基础设施

媒体声音

华为荣获2016 INTERNET TELEPHONY SDN卓越奖

2016年5月13日，TMC授予华为Agile Controller“2016年INTERNET TELEPHONY SDN卓越奖”。Agile Controller是华为SDN网络解决方案的核心部件，目前已实现了大量成功商用部署案例。华为OSS领域总经理程长青表示：“任何网络的技术或者架构变革都是为上层业务服务的，华为SDN解决方案可以让网络更敏捷和高效地为客户的应用和业务提供服务。”

——CSDN.net，2016年5月

华为服务器迈入Gartner魔力4象限挑战者象限

2016年5月26日，华为进入了Gartner最新发布的服务器魔力4象限中的挑战者象限，充分反映了华为在服务器市场的中坚地位，以及强有力的上升态势和业界认可度。

Gartner通过15个不同权重标准全方位地评估了厂商的位置。在纵轴执行力上，包括产品能力、整体生存能力、销售执行能力、市场应变能力、营销执行能力、客户体验和组织运作能力7个维度。横轴前瞻性上，包括市场理解、营销战略、销售策略、产品策略、商业模式、行业策略、创新和区域策略8个维度。华为服务器凭借业务驱动的持续创新和稳定上升的市场份额，从2015年特定领域者（Niche Players）晋升到挑战者（Challengers）。

——51CTO，2016年5月

首届东京云计算大会召开，华为与全球精英畅想未来云化世界

2016年6月10日，华为作为特别赞助商与Interop Tokyo执行委员会和日本互联网创始组织（WIDE）深度合作，举办了第一届东京云计算大会（Tokyo Cloud Congress）。来自全球领先ICT市场的企业代表与日本ICT行业意见领袖一起分享最新产业洞察，从学术研究、标准制定、行业应用和解决方案匹配到产业合作各方面诠释未来ICT行业走向，共商如何面对转型的机遇和挑战，构建云时代的核心竞争力。

——网易，2016年6月

《ICT新视界》诚邀所有关注ICT产业、信息通信技术、信息化社会新变化的业界专家和朋友们，积极来信、来稿，向我们反馈各种意见和建议、贡献各种真知灼见。
让我们共同探讨ICT融合时代的各种技术趋势、热点话题、转型挑战、产业课题，以不同于传统IT、CT产业的视角，更加敏锐、正确、及时地认识ICT融合时代！

如要投稿，或者反馈意见和建议，您可以发邮件到我们的电子邮箱：
ICT@huawei.com；
也可以打电话来我们编辑部：010-82882758；
更可以在新浪微博上随时与我们互动，请@ICT新视界；

期待您的声音！

华为企业BG官方微博

华为企业BG官方微信

云网络 新旗舰

华为CloudEngine 12800数据中心交换机

- **卓越性能：**整机160Tbps交换容量，36×100GE高速线卡，1:16虚拟化能力
- **领先架构：**无阻塞Clos交换架构，严格前后风道设计，全系统冗余热备
- **敏捷开放：**全面支持SDN和OpenFlow，提供OPS开放可编程系统

了解更多，请登录 e.huawei.com

引领新ICT 共建全联接世界

HUAWEI