

e.huawei.com

内部发行/免费赠阅  
华为·企业业务

NO.28

2020年6月出版  
总第028期  
粤内登字B第13154号

华为公司常务董事汪涛

# 引领智能IP时代

华为数据通信产品线总裁胡克文

## 创新三层AI架构，打造智能IP网络



刘韵洁院士：人工智能将引发未来网络产业变革

新基建：用智能IP网络构筑数字经济大动脉

IPv6+，下一代互联网关键技术

TECH  
4ALL

#让科技与自然共生

# 智慧新能源充电桩 打造绿色出行新体验

华为智慧充电桩物联网解决方案

助力深电能实现万台充电桩的高效运营



构建万物互联的智能世界





Powered by

**AirEngine**

Wi-Fi 6

**CloudEngine**

交换机

**NetEngine**

路由器

**HiSecEngine**

安全网关



# 以澎湃动力，引领智能IP网络

华为全新一代Engine系列网络产品

开启智能超宽、智能联接、智能运维的IP新时代

助您在万物互联的智能世界中一路领先

构建万物互联的智能世界



HUAWEI

# 引领智能 IP 时代

◎ 华为公司常务董事 汪涛 / 文



华为的愿景和使命是把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织，构建万物互联的智能世界。数据通信网络是万物互联的基础。如果用水系做比喻，5G 移动承载和光纤宽带的 IP 承载网络好比江河的支流，涓涓细流不断汇集成小河；企业的园区网络好比池塘，业务丰富，连接多样；IP 城域网和骨干网就像金沙江、长江，大河奔流，不舍昼夜；而数据中心网络则像湖泊，一些大型数据中心网络甚至是太平洋，支撑海量数据的联接、计算和存储。江河湖海连绵不断，网络联接无远弗届，智能世界生生不息。

数据通信网络诞生之初，主要服务于电子邮件、布告牌等应用，对于早期的互联网用户来说，只要网络是通的，业务体验就是达标的。随着企业的网络化、数字化、智能化逐步深入，网络承载的应用越来越多，网络的规模和复杂度也与日俱增，网络的带宽和流量也持续增长，这给网络的规划、建设、维护和优化带来越来越多的挑战。

如何应对这些新的挑战？实际上，网络本身也可以进行数字化、智能化的升级，用技术创新有效应对这些新的挑战。华为率先在数据通信网络引入大数据、AI 技术和新一代协议，进行数据分析与闭环优化，实现了从传统 IP 网络到智能 IP 网络的飞跃。2019 年，华为正式发布了智能 IP 网络架构和 AI 加持的新一代数通产品，引领数据通信网络进入智能 IP 时代。

## 智能 IP 网络：智能超宽、智能联接、智能运维

- **智能超宽：**网络的带宽与流量还在持续增长，当前，园区网络正在向 Wi-Fi 6 和 100GE 交换机升级，数据中心网络和 IP 骨干网加速向 400GE 升级。得益于长期研发投入带来的材料、系统等创新成果，华为数据通信网络解决方案一直是带宽和性能的业界标杆，旗舰产品 CloudEngine 16800 数据中心交换机支持业界最高密度的 48x400GE 线卡，AirEngine Wi-Fi 6 AP 提供业界最大带宽 10.75Gbps，NetEngine 8000 高端路由器支持业界最高密度的 36x400GE 线卡。为了更加灵活高效地使用带宽，华为在业界率先提出并开发了 FlexE 等网络切片技术，就像在马路上开辟出专用车道，在超宽网络中实现不同业务流量间的带宽硬隔离，为 5G 远程医疗等垂直行业关键业务、企业生产网络、运营商 IP 专线提供 100% 可承诺的带宽保障，同时，切片带宽还能智能调节，在业务变化时可以按需灵活调整。

- **智能联接：**各种业务、应用对于网络联接的要求是多种多样的，视频会议需要实时性的联接服务，生产控制系统需要高可靠的联接服务，数据备份注重联接服务的性价比。人们常常抱怨业务体验不好，殊不知，要想得到好的业务体验，首先需要让网络层了解业务层的意图，才能根据业务意图提供满足期望的网络联接服务。那么，网络层如何获取业务意图？传统网络是很难解决这个问题的。智能 IP 网络将 AI 技术与网络技术相结合，根据业务模型对各种业务流的报文头序列进行实时分析，识别业务类型，进而推断出业务意图。如，智能计算数据中心中，AI 训练的报文头序列有一定的特征，这些特征被识别出来后，网络层可以推断出，这些流量需要的是零丢包的无损网络联接服务。



以智能超宽、智能联接和智能运维为特征的智能 IP 网络成为新时代的必然选择，也将成为未来 10 年数据通信网络发展的必然趋势。2020 年也将成为智能 IP 网络全面商用的元年。



与此同时，传统网络的业务发是静态配置的，难以根据业务意图实时配置网络资源，更无法根据业务意图或网络状态的变化快速调整网络资源。刻舟求剑是无法满足业务意图、保障业务的联接体验的。智能 IP 网络引入了 Telemetry 和 AI 技术，可以对网络状态进行实时的分析和预测，并相应调整网络层资源配置，从而持续满足业务意图，保障联接体验。如，云专线场景需要实现网随云动，根据云服务的网络联接要求，实时配置和调整广域网络资源，确保最佳联接体验。过去，广域网络联接是基于网络拓扑进行静态选路的，无法根据实时拥塞情况进行智能选路。华为率先提供基于 SRv6 源路由协议的解决方案，可根据业务意图、网络拓扑、网络拥塞状态，智能地选择最佳路径并实时调整，以持续提供最佳联接体验。又如，数据中心网络的业务流量是快速波动的，为了给 AI 训练流量提供无损网络联接，华为数据中心交换机根据业务意图和 AI 算法预判，对转发线卡上的缓存“水线”进行实时动态调整，以持续提供无损联接服务。

• **智能运维：**网络的规模和复杂度与日俱增，而当前投诉驱动的被动维护方式，给网络运维带来了极大挑战，网络运维部门往往是最后一个知道网络出问题的部门。如何做到快速排障甚至预测性运维？智能 IP 网络的自动驾驶系统可以实时感知网络状态，快速识别网络故障或潜在风险，通过模型匹配，精准识别根因并自动修复，实现体验损伤最小化甚至不受影响。这必将大幅减少网络故障，全面提升网络运维效率。华为与客户一起积极进行了自动驾驶网络的思考和探索，并提出了迈向自动驾驶网络的五级演进标准，以帮助上下游产业共同探索自动驾驶网络的演进道路。以数据中心网络为例，华为与客户在联合创新中取得了重大进展：针对 75 类常见故障，做到 1 分钟感知故障、3 分钟定位故障和 5 分钟修复故障，率先在数据中心网络领域实现 L3 级自动驾驶网络。

## 以行践言，引领智能 IP 时代

华为已经与领先客户开展了一系列智能 IP 网络的联合创新，在实践中取得了丰富的创新成果：

• 华为园区网络解决方案拥有 5G 加持的 Wi-Fi 6 和业界最高密度的 100GE 园区交换机，实现 Gbps 极速联接体验；并将 AI 技术用于智能运维，85% 的常见故障可以在几分钟内处理完成，大幅改善园区网络的可靠性；此外，通过智能预判终端移动轨迹，可以实现 Wi-Fi 无损漫游，提升业务体验，引领园区网络进入 Gbps 全无线智能时代；

• 华为数据中心网络解决方案具有超宽、无损、全智能三大特点，全面支持 400GE 高密线卡，独创智能无损算法充分释放 AI 算力，并在业界唯一实现 L3 级自动驾驶网络，引领数据中心网络进入智能时代；

• 华为广域网络解决方案通过网络切片实现办公业务、生产业务的硬隔离，通过 SRv6 实现业务路径的实时动态调整，最终实现了办公、生产等全业务融合承载与体验保障，引领广域网络进入全业务智能时代；

• 华为在 2019 年率先发布了 HiSecEngine 系列 AI 防火墙，搭载基于 AI 芯片的威胁检测引擎，未知威胁检测准确率高达 99%，未知威胁检测性能提升 5 倍，引领网络安全进入智能防御时代。

2020 年这个特殊的春天过后，人们已经习惯于视频会议、协同办公、无线投屏、机器人服务等新的应用场景，5G、人工智能、云计算、工业互联网等新基建工程也如火如荼，这些都对数据通信网络提出了更高的要求。智能 IP 网络成为新时代的必然选择，也将成为未来 10 年数据通信网络发展的必然趋势。我们相信，2020 年也将成为智能 IP 网络全面商用的元年。

华为坚持以客户为中心，持续创新，不断为客户创造价值。我们也将继续与客户携手合作，加速推动 AI 与网络的深度融合，共同打造智能 IP 网络，引领智能 IP 时代。■

# 目录

## 刊首语

**P02 引领智能IP时代**  
网络本身也可以进行数字化、智能化的升级,在数据通信网络引入大数据、AI技术和新一代协议,进行数据分析与闭环优化,实现了从传统IP网络到智能IP网络的飞跃。>>

## 快讯

**P06 华为智简园区网络、SD-WAN 解决方案双获 Gartner “客户之选” 荣誉称号**

## 视野

**P09 人工智能将引发未来网络产业变革**  
人工智能在网络管理、故障检测、网络安全、路径规划等领域大有可为。“网络大脑”的智力高低正成为制约网络规模和复杂度可持续发展的关键因素。>>

**P10 AIOps等技术成为推动企业ICT快速发展的关键**  
战略技术趋势既可能创造机会,也可能造成重大损失。企业架构和技术创新领导者必须评估这些超前趋势,以确定通过趋势的组合为企业创新战略提供动力。>>

## 特别报道

**P12 创新三层AI架构, 打造智能IP网络**  
联接是构建万物互联的智能世界的基础,随着企业数字化转型的深入,产业对智能IP网络的呼声日益高涨。什么样的网络架构才能更好地实现智能IP网络? >>

## 焦点

**P15 新基建: 用智能IP网络构筑数字经济大动脉**  
智能IP网络,支持千行百业的数字化转型升级、千行百业的互联互通,让新基建各领域之间巨大的协同效应得以充分发挥,进一步提升新基建的效能,构筑数字经济大动脉。>>

**P19 引领园区网络进入Gbps全无线智能时代**  
5G 改变社会, Wi-Fi 6 改变企业。在云、物联、边缘计算等技术驱动下,随时随地拥有极速与可靠的高品质联接,成为企业、社会乃至国家的核心竞争力。每一位CIO都在考虑,如何应用5G、Wi-Fi 6等新的联接技术,提高企业协作、生产和运营的效率,加速创新。>>

- Wi-Fi 6 改变企业: 打造企业数字化新底座
- 全行业数字化, 园区网络迈向Gbps全无线智能时代
- AirEngine Wi-Fi 6, 企业数字化转型新引擎
- 体验优先, 园区网络需要随“变”而变
- 瑞士圣雅各布公园球场: 开启智慧场馆时代
- 深圳国际会展中心: 大“会客厅”的大智慧



《ICT新视界》诚邀所有关注ICT产业和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的视角，更加敏锐、及时地认识ICT融合时代！

您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



华为《ICT新视界》官方微博

版权所有 © 2020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。

(内部资料，免费交流)

出版人：邱 恒 陈帮华

特邀主编：胡仲怀

顾 问：彭裕国 李智鹏 唐新兵

编 辑：侯方明 刘利锋 杨晨生 王晓瑾 张雪蕾 康 然

主 编：刘 梅

发 行：龙宵靖 张雪蕾

## P34 引领数据中心网络进入智能时代

数据成为驱动经济增长的核心生产要素，谁掌握领先“数据基础设施”才能赢得未来！数据中心作为数字经济发挥价值的战略高地，如何优化数据中心运行效率，才能更高效的释放算力、加快企业数字化智能化进程？ >>

- 智能时代，数据中心网络如何演进？
- CloudFabric，引领数据中心网络进入智能时代
- 招商银行联合华为推进网络变革，勾勒金融AI新未来
- 全球算力巅峰Atlas 900网络技术揭秘

## P48 引领广域网络进入全业务智能时代

数字化技术正在加速企业生产和经营模式的重塑。在数字化转型过程中，大数据成为企业的核心竞争力。企业需要打通总部、分支、外联协作单位之间的网络互联，使能数据高效流通。一张拥有全业务承载能力的智能广域网，将成为企业数字化转型成功的关键。 >>

- IPv6+，下一代互联网关键技术
- 智能IP网络，引领广域网进入全业务智能时代
- 5G AR路由器，打造超宽优质的企业广域互联新网络
- 智能广域网络解决方案成功通过EANTC测试
- 中国农业银行：打造面向未来的新一代云互联网
- 中国建设银行：5G+智能银行，营销服务新阵地



## P67 引领网络安全进入智能防御时代

企业数字化转型在迅速发展的同时，也面临着愈演愈烈的网络安全威胁，恶意威胁频发且变异快。安全产品和解决方案需要充分拥抱人工智能，让威胁的防御更快、更准、更智能，建立一体化防护能力，提升安全运维效率。 >>

- AI 防火墙：以智能筑就企业安全
- AI 防火墙，激发边界防御的原动力



## P74 智能IP 网络，为行业数字化转型插上腾飞的翅膀

网络是行业和社会数字化转型的基石，是物理世界与数字世界之间的连接桥梁。智能 IP 网络通过稳定可靠的安全连接，智能敏捷的业务运维，为各行业注入动力，加快传统行业向数字化、智能化转型升级。 >>

- 远程医疗：跨越时空鸿沟
- 智简电子政务网，构筑数字政府连接基石
- 华为边缘计算物联网助力深电能充电桩运营更高效

### 专栏

## P82

IAB委员是如何炼成的

1月

### 华为刘树成博士当选 ETSI IP6 产业标准组副主席

2020年1月8日，ETSI IP6 ISG（欧洲电信标准协会IP6产业标准组）召开第34次会议，正式宣布了新的管理层，卢森堡大学 Latif Ladid 教授为主席，华为公司刘树成博士等为副主席。ETSI IP6 ISG 于2014年成立，旨在推广IPv6在各领域的部署、并指导IPv4向IPv6过渡，是推进全球数据通信产业发展的重要平台之一。本次当选体现了ETSI对华为在数据通信领域持续贡献的高度认可，也体现了华为在IPv6+领域的产业领导力。

2月

### 华为发布全球性能领先的 AirEngine Wi-Fi 6 系列新品

2020年2月20日，华为在“2020年伦敦产品与解决方案发布会”上发布了全球性能领先的 AirEngine Wi-Fi 6 系列新品，共有三大系列 10款 Wi-Fi 6 AP，覆盖室内、室外各类应用场景，旨在帮助企业迈入全无线园区时代。本次发布的旗舰产品 AirEngine 8760 空口速率高达 10.75Gbps，是业界的 2 倍，这也是业界首款空口速率突破 10Gbps 的 Wi-Fi 产品，再次树立 Wi-Fi 6 产品性能新标杆。

3月

### 华为智简园区网络、SD-WAN 解决方案双获 Gartner “客户之选” 荣誉称号

继华为数据中心网络荣获 2019 年 Gartner 数据中心网络“客户之选”荣誉称号后，华为智简园区网络以高达 4.7 的客户评分（总分 5 分）、26 个评选厂商中排名第一，荣获 2020 年 Gartner Peer Insights 有线与无线局域网络基础架构“客户之选”荣誉称号。华为广域网络 SD-WAN 也以高达 4.8 的客户评分（总分 5 分），荣获 2020 年 Gartner Peer Insights 广域网络边缘基础架构“客户之选”荣誉称号。这标志着客户对华为产品和解决方案的高度认可。



### 华为 CloudEngine 16800 以评分第一荣获 F&S 全球技术领导力大奖

近日，华为 CloudEngine 16800 数据中心交换机凭借技术领先 9.6 分和客户体验 9.2 分（总分 10 分）双项评分第一，荣获 Frost & Sullivan（简称 F&S）全球技术领导力大奖。这也是业界首款 400GE 交换机获得此项荣誉。



## 华为发布面向 5G 和云时代的智能 IP 网络解决方案

近日，在“5G，创造新价值”华为产品与解决方案线上发布会上，华为数据通信产品线副总裁陈帮华发布了面向 5G 和云时代的智能 IP 网络解决方案。此次发布全面升级了智能 IP 网络战略，涵盖业界首个端到端 400GE 解决方案，业界首个 SLA 可承诺解决方案，以及业界首个面向自动驾驶网络的 AI 智能管控析一体化运维平台。



## 华为承办 IETF 第 107 次会议

华为承办的 IETF 第 107 次会议于 3 月 23 日开始召开。在全球防控新冠病毒疫情的特殊时期，本次会议在 IETF 历史上首次采用线上会议形式，IETF 全体会议及部分工作组会议在 3 月份先行召开，其他工作组会议随后陆续召开，直至五月初完成 IETF 107 所有会议。华为持续积极支持 IETF 标准化工作，是 IETF 参与者来源最多的企业之一。华为专家参与编写的 RFC 数量位于前列，共有 464 篇华为专家参与的 RFC 在 IETF 发布。本次会议中，华为将与业界专家一起，重点推进 SRv6、网络遥测、5G 承载、YANG 模型和网络安全等方面的标准工作。本次会议是华为第四次承办的 IETF 会议。

## 华为路由器 2019 年度运营商市场份额持续全球第一

近日，国际权威调研机构 Omdia(原 IHS Markit)发布了 2019 年度全球路由器市场份额报告，报告显示华为路由器产品在运营商领域市场份额排名第一。2018 年，华为路由器首次在运营商领域市场份额登顶。2019 年，华为市场份额持续保持领先，其中，华为连续三年获得骨干路由器领域市场份额全球第一，并首次获得城域路由器领域市场份额全球第一。



4 月

### 华为数据通信系列丛书正式发售

近日，人民邮电出版社出版的《华为数据通信系列丛书》正式在各大电商平台发售。首批发售的4本图书包括：《园区网络架构与技术》、《企业 WLAN 架构与技术》、《云数据中心网络架构与技术》、《SD-WAN 架构与技术》。后续还将发布《SRv6 网络编程》和《金融数据中心网络架构与技术》等更多书籍。

该系列丛书由华为网络解决方案首席架构师团队领衔主编，介绍了数据通信领域的最新技术进展、网络发展趋势、华为解决方案设计与全球交付实践，包括华为公司内部数据中心网络、WLAN 园区网络、全球分支互连网络等交付案例。该系列丛书内容详实、通俗易懂、案例丰富，适合网络技术支持工程师、网络管理员、网络规划工程师等 ICT 从业人员学习和掌握数据通信领域新技术、新趋势、新实践。



### 华为官网推出全视频化的“线上看数通”栏目

为帮助客户通过数字化方式更及时、更安全、更生动的了解华为 IP 网络最新信息，华为在官网推出全视频化的“线上看数通”栏目，共包括三大内容，旨在帮助客户：

- 通过“线上看发布”，可订阅和回看新品发布会直播
- 通过“线上看展会”，可让专家带您参观并讲解展会与展厅
- 通过“线上看方案”，可查看专家讲解最新方案与技术的视频



扫描直达线上看数通

5 月

### 华为发布业界首款支持 5G 的企业路由器 5G AR

5 月 14 日，华为发布业界首款支持 5G 的企业路由器 5G AR——NetEngine AR 系列路由器，通过灵活适配华为高性能 5G 插卡，提供 5G 接入能力。凭借“5G 超宽、业务不掉线、安全互联”三大特点，5G AR 将为企业打造高速、稳定、安全的广域互联网络，加速企业数字化转型。



扫描获取更多资讯

# 人工智能将引发未来网络产业变革

◎ 中国工程院院士 刘韵洁 / 文

互联网发展到现在经历了四十多年的历程，在商业消费领域取得了巨大的成功。当前互联网应用正在从消费领域向生产领域扩展，与工业、能源等实体经济领域深度融合，这对网络通信的实时性、安全可靠、服务等级划分、海量数据处理和资源调度提出了更高的要求，网络可持续发展已逐渐成为全球关注的焦点。为满足行业数字化、智能化的根本性转变，需要从多层次、多维度研究新的基础理论和技术方法，包括：设计克服现有互联网缺陷的新型网络体系结构，研究适合未来网络应用创新的关键技术，研发未来网络核心设备及系统，并进行大规模组网验证。

目前，国内外纷纷布局未来网络体系架构和关键技术的研究，其中软件定义网络（SDN）受到了全球范围的广泛关注与重视。受益于集中式控制机制，SDN能够极大地提升现有网络的可控可管性和灵活性，可有效降低网络服务提供者的投资成本和运营管理成本，并具备实时收集数据平面的海量网络数据的能力。

随着未来网络规模和复杂度的持续增长，尤其是物联网等新型应用场景，单纯依靠人类编写的集中式控制程序（SDN）将无法有效应对网络复杂度的增加和可能出现的各种异常突发事件。

引入大数据分析、人工智能技术，对利用网络遥测等机制实时采集的大数据进行实时分析，具备人工智能能力的计算机就有可能对百分之九十的网络故障或安全隐患进行排查并给出供参考的解决方法。人类专家只需要集中智慧和精力解决机器无法给出答案的剩下的百分之十的难题。并且，这个解决难题的过程可以进行反复迭代，使得机器处理复杂网络问题的能力越来越高。另外，在路径规划和流量调度方面，未来网络需要满足应用高吞吐、低时延的要求，使用传统的路径规划算法很难根据链路负载的动态情况实时的给出最优的流量调度方案。在这里，基于人工智能技术有望基于历史的海量流量数据，对链路承载的流量进行主动预测和有效调度。可以说，

人工智能在网络管理、故障检测、网络安全、路径规划、流量调度等领域大有可为。“网络大脑”的智力高低正成为制约网络规模和复杂度可持续发展的关键因素。

在未来网络中引入人工智能这样的新事物可能会遇到一些技术挑战，其中比较重要的一点是如何提高人工智能决策的可靠性。因为网络中的路径规划和流量调度与语音识别等消费终端业务具有较大不同。人工智能训练的深度学习模型在做语音识别时可以允许存在一定的误差，而在网络中这通常是不被允许的。路径规划的失误将有可能导致大规模的网络瘫痪，造成重大损失。

因此，在未来网络中引入人工智能技术应该是分阶段逐步开展的。首先应突破的是使用人工智能技术基于大数据分析来实现网络故障检测和网络安全诊断。在这一阶段，人工智能将自主解决一些简单的网络问题，并辅助人类专家分析并解决复杂网络问题。随着人工智能不断成熟，具有足够高可靠性的“网络大脑”将对网络路径进行主动规划，其对高动态网络的优化效率将有可能超过传统网络算法。

我们相信，随着人工智能技术的不断成熟，未来必将会在网络产业界掀起一场革命，也必将给我国打造自主、可控、安全的新型网络提供一个重要的历史机遇。■



刘韵洁  
中国工程院院士

编者按：本文阐述了人工智能技术对于未来网络发展的重大意义，提出了AI分析、AI训练在网络中的经典应用场景，是智能网络时代的开山之作。

（本文原载于《中国人工智能学会通讯》，现经作者修订后重新发表）



# AIOps 等技术成为推动企业 ICT 快速发展的关键

◎ 华为数据通信产品线 叶正平 / 文

**著** 名咨询公司 Gartner 研究副总裁 Andrew Lerner 认为：“战略技术趋势既可能创造机会，也可能造成重大损失。企业架构和技术创新领导者必须评估这些超前趋势，以确定通过趋势的组合为企业创新战略提供动力。”作为 Gartner 企业网络领域最杰出的分析师之一，他曾成功地预测了 SDN (Software Defined Network, 软件定义网络) 和意图驱动网络的应用趋势，他也因此得到业界客户和厂商的肯定。

近期，他带领团队又领衔提出了“未来推动企业基础架构和运维 (Infrastructure & Operation) 的关键技术”。他认为这些技术会对企业基础架构和运维产生变革性影响，并在未来五年内具有显著的颠覆性潜力。笔者将对这些技术进行简要的介绍，并分析它们对于企业网络发展的影响。

## 关键技术一：AIOps 平台

AIOps 是人工智能在 ICT 运营中的典型应用，也是 ITOps 的未来。它使用人工智能的方法，使企业的 ICT 系统的状态和性能完全可见性成为可能。AIOps 平台结合了大数据和机器学习能力，对来自多个不同数据源的多种多样的海量数据进行分析，并提供

多种分析和展示技术。

Gartner 预测到 2022 年，至少有 25% 的大型企业将采用 AIOps 平台，显著高于 2018 年的 2%。

笔者认为，在企业网络的运维中要尽快引入 AI 构建 AIOps 平台，解决现有自动化运维不能解决的问题，为 ICT 运维决策提供更智能的依据，预测将要发生的一些趋势，为企业业务稳定运营和增长提供更好的保障。AIOps 是企业 ICT 发展的必然选择。

## 关键技术二：计算加速器

计算加速器带来了出色的性能和能效，主流计算加速器如下：

- **图形处理单元（GPU）加速器**，加速工作负载的高度并行计算密集型部分，常用作高性能计算、DNN 训练和推理，也可以作为云服务使用，对于利用率低但上市时间长的应用程序比较经济。

- **深度神经网络（DNN）专用集成电路（ASIC）**，加速 DNN 计算，常用作语音转文本、图像识别和自然语言处理等场景。

- **FPGA 加速器**，通过专用可编程硬件来实现应用级加速并提供极高的性能，适合人工智能（AI）推理工作，在需要节能的低精度处理场景下表现出色。

Gartner 预测：到 2022 年，人工智能中使用的计算资源将比 2018 年增加至少 4 倍，人工智能将成为决定企业网络基础设施决策的重要因素。

笔者认为，计算加速器使得计算性能得到大大提高，而传统计算网络由于有丢包导致算力被抑制，这正成为 AI 时代提升算力的新瓶颈。为了充分释放数据中心算力，无损零丢包网络需要尽快引入。

## 关键技术三：边缘计算

边缘计算是一种智能分布式计算拓扑，它使信息处理靠近产生或使用该信息的事物或人。一方面它将流量和处理保持在本地，减少延迟和不必要的流量，另一方面它作为枢纽，精简复杂介质类型或计算繁重的数据。边缘计算解决了当前面临的许多紧迫问题，例如，随着定位应用的普及，网络边缘产生的数据大量增加，导致网络延迟增大、无效带宽增长迅猛和成本急剧上升。

Gartner 预测：到 2022 年，超过 50% 由企业产生的数据将在网络边缘产生和处理，远超 2018 年的比例（不到 10%）。

笔者认为，边缘计算对网络的智能化、低时延、大带宽、海量接入等提出了新的需求，将推动网络技术向新的方向发展：从有损网络到无损网络、从“尽力而为”到确定性、从流量哑管道到算力智能网络、从能力受限的接入到随时随地的接入。

## 关键技术四：基于意图的网络

基于意图的网络系统可实现如下功能：

- **转换和验证**：可以接受更高级别的业务策略作为最终用户的输入，并将其转换为所需的网络配置。

- **自动化**：在现有网络基础结构中配置适当的网络更改。

- **状态意识**：系统为受其控制的系统提取实时网络状态。

- **保证和动态优化**：系统不断验证是否满足业务意图，如果不满足，则可以采取纠正措施。

基于意图的网络可以改变网络运营，提高了网络敏捷性和可用性，并支持跨异构基础架构的统一意图和策略。随着技术的成熟，完整的基于意图的网络实施将把为企业提供网络基础设施服务的时间减少 50% 至 90%。它还将减少停机次数和持续时间至少 50%。基于意图的网络还可以为企业减少运营支出，优化性能，减少专用工具成本，增强文档功能，提高合规性。

Gartner 预测：到 2022 年，将有 1,500 多家大型企业在生产中使用基于意图的网络系统，而如今这一数字还不到 15。

笔者认为，网络必然会走向基于意图的网络，并最终走向自动驾驶，华为也在进行这方面的探索并和客户一起积极开展联合创新实践。2018 年，华为发布了意图驱动的智简网络（Intent-Driven Network, IDN）解决方案，该方案以用户的商业逻辑和业务策略意图为驱动，通过在物理网络和商业意图之间构建一个数字世界，使能客户从现网向以用户体验为中心的目标网络架构演进。

## 总结

如今，各种创新技术层出不穷，各行各业数字化转型需求对网络提出的要求也越来越严苛，用户需要的是更安全、更智能、更敏捷的网络。华为意图驱动的智简网络（IDN），帮助客户构建无处不在的极致联接体验，加速企业数字化转型。在技术和客户需求的双轮驱动下，华为通过持续投入，不断创新，构筑更好的 ICT 解决方案，最大化客户商业价值，引领智能 IP 时代。■

（本文引用的 Gartner 报告节选自 Andrew Lerner 领衔著作的 <Top 10 Technologies That Will Drive the Future of Infrastructure and Operations> 中和 ICT 有关的内容，其原始报告请参考 <https://www.gartner.com/document/3970841?ref=solrResearch&refval=249262122>。）

# 创新三层 AI 架构， 打造智能 IP 网络

◎ 华为数据通信产品线总裁 胡克文 / 文

**IP**网络历经 30 多年的发展，为智能社会打下了坚实的网络联接基础。据《华为全球产业展望 GIV@2025: 智能世界，触手可及》中预计，到 2025 年全球联接数将达十亿，互联网将覆盖 62 亿人口。同时，企业数字化进程不断加速，2025 年 100% 的企业将会采用云服务，基于云技术的应用将在企业达到 85% 的使用率。因此，随着企业云化与数字化转型的深入，IP 网络需要承载越来越多、越来越关键的业务，这些海量的关键业务也对网络承载提出了更高的要求。

以企业园区 Wi-Fi 网络为例，在办公楼宇、大型场馆、大型商场等区域，人流密度变化频繁，用户上网使用的业务也多种多样（包括电子邮件、网页浏览、视频会议、电子交易等），如何确保不同用户的业务体验？传统方式是通过运维人员手动调整，这难以应对人流的快速变化，用户体验无法得到有效保障。Wi-Fi 网络能否主动感知人流与业务的变化，自动进行网络调整，满足不同业务的诉求呢？

将 AI 技术引入园区网络，智能识别 Wi-Fi 网络用户的终端接入数量、接入位置、带宽需求、业务体验需求的变化，并预判趋势，据此对 Wi-Fi 网络进行动态调整，优化整网性能，经验证是一个可行的思路。华为已经与部分客户开展了智能 IP 网络的联合创新，并取得了一定成果。根据第三方测试机构 Tolly 的测评结果显示，该方案可以通过 Wi-Fi 优化，将无线空口的吞吐量提升 58%，Wi-Fi 信道干扰率下降 49%。此外，还可以将 AI 技术用于园区网络的智能运维，约 85% 的故障可以在 10 分钟内处理完成。

## 智能 IP 网络三大特征

华为认为，智能 IP 网络具备着以下几个特征：

- **智能超宽**，是智能 IP 网络发展的永恒追求。当前，视频、远程办公、云计算、AI 等应用驱动着网络带宽的新一轮增长，其中，园区网络正在向 Wi-Fi 6 及 100GE 交换机升级，数据中心网络及 IP 骨干网正加速向 400GE 升级。而物理层性能的进步、FlexE 等网络切片技术的出现，使企业能够更加灵活高效地使用带宽，在一张物理网络中同时服务办公、生产、计算等多种业务。不同业务流量间的带宽硬隔离，为垂直行业关键业务、企业生产网络、运营商 IP 专线提供了 100% 可承诺的带宽保障。智能调节切片带宽的能力，也使得超宽网络在业务变化时可以按需灵活调整，更好地满足业务的需要。

- **智能联接**，是智能 IP 网络架构的基础。当前 IP 网络有很多不确定性：业务和网络之间并没有充分的协商过程，业务层对于网络层服务的期望（也叫业务意图）并不明确，这是来自需求侧的不确定性；此外，IP 网络是统计复用的，网络资源占用情况随着业务、流量的变化时刻在变化，这是来自供给侧的不确定性。为了消除不确定性，首先需要准确感知业务意图，比如业务层通知网络层业务诉求，或者网络层根据业务流量行为特征（业务模型）进行分析，从而主动识别出终端、用户、业务类型，进而推断出其对联接服务的期望，以消除需求侧的不确定性。同时，网

华为首创的四大引擎全产品 AI Turbo 系列通过内置的 AI 芯片，实现对网络业务质量的实时感知、实时推理、实时优化；同时结合全场景管控析融合的自动驾驶网络管理与控制系统以及网络人工智能单元，对全网乃至跨网络、跨领域的网络模型进行训练、推理，实现网络的普惠 AI，使得客户与华为可以一起实现更多业务创新，加速网络迈向自动驾驶。

——华为数据通信产品线总裁胡克文



络管控平台通过神经网络等 AI 算法建立网络模型，并实时感知和分析网络状态，了解网络资源占用情况，以消除供给侧的不确定性。智能联接还包括将业务意图与网络资源进行匹配，以最小代价持续提供“满足业务期望”的联接服务，实现“应用驱动体验”的目标。

• **智能运维**，是提升用户体验的关键。当前，投诉驱动和维护方式，给网络运维带来了极大挑战。网络运维部门往往是最后一个知道网络出了问题的部门，用户体验无法保障。为了提升用户体验，预测性运维是我们的目标。为此，我们首先需要能够实时感知网络状态，了解网络是否有问题发生或有潜在风险，继而通过故障模型匹配，精确找到问题根因并自动修复，在用户体验受损前解决问题，保障业务不受影响。

### 三层 AI 架构，打造智能 IP 网络

2019 年，在华为全联接大会期间，华为发布了智能 IP 网络的三层 AI 架构：

• **设备 AI**：华为数据通信主力产品“四大引擎”（路由器产品族 NetEngine、交换机产品族 CloudEngine、WLAN 产品族 AirEngine、安全网关产品族 HiSecEngine）全面提供了 AI Turbo 能力。设备通过边缘推理和实时决策，基于业务意图，调整转发策略，可实时保障最佳的业务体验。

• **网络 AI**：华为 iMaster NCE，对接业务层的意图，实现网络配置自动生成及部署，并确保网络持续满足业务意图。它可以实时感知物理网络的健康情况，发现异常并及时预警，提供异常处理建议；可以基于经验库进行网络异常的快速排障或优化；还可以实现业务的 SLA 实时可视，并基于 AI 技术使能预测性维护。

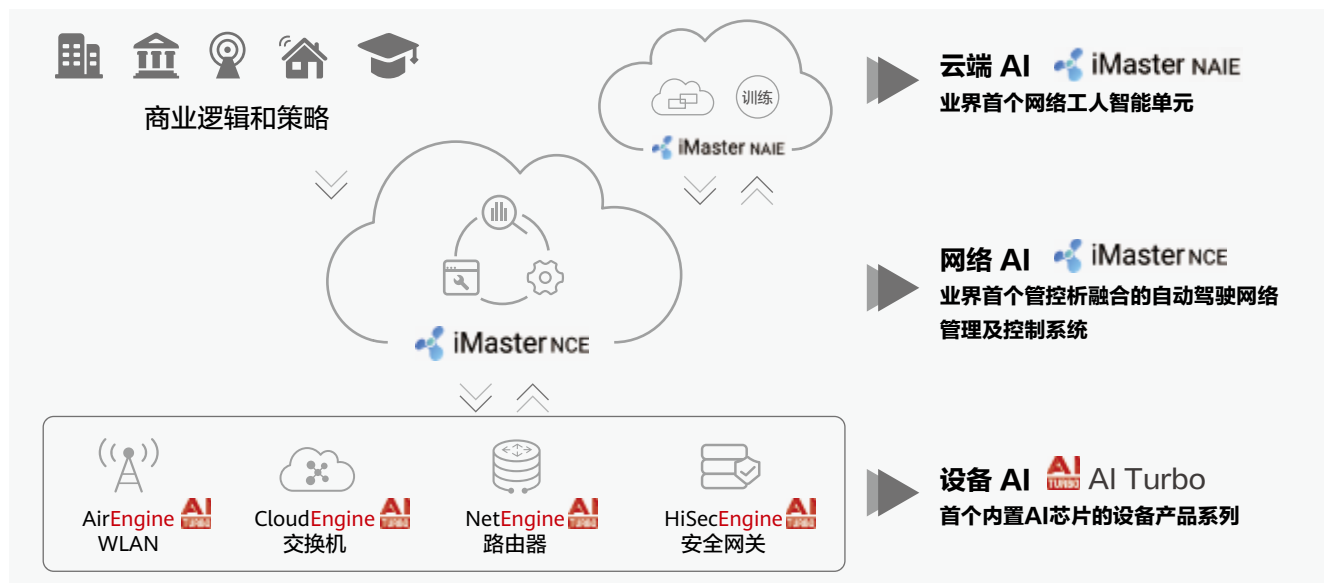
同时，这个系统也具备开放能力，可将网络 AI 能力视图按需展示，使能合作伙伴面向各行各业进行定制化开发。

• **云端 AI**：华为 iMaster NAIE，主要基于云平台提供数据湖服务、模型与训练服务、生态开放及开发者服务。它可以帮助企业培养 AI 算法专家 / 开发者，构筑 AI 算法能力；可以提供训练服务，帮助开发者降低算力资源获取成本；可以在数据脱敏后进行资源数据共享，助力开发者进行模型训练；还可以提供联邦学习和迁移学习能力，解决模型泛化问题，实现模型共享。AI 训练是智能联接和智能运维的保障，业务模型、网络模型和故障模型的建立，都依赖于 AI 训练的大数据训练和分析能力。同时，AI 学习的持续演进能力，可以让整个系统变得越来越聪明，以适应业务和网络的快速变化，提供更加优质的服务和体验。

### 智能 IP 网络，最佳联接体验

智能 IP 网络不仅在园区网络中大显身手，在数据中心网络、广域网、防火墙等领域也有新的突破。

• **数据中心网络 +AI**：AI 时代的到来，对数据中心网络提出了更高的要求。相关测试表明，数据中心网络中 0.1% 的丢包率会导致 AI 训练算力下降 50%。如何实现数据中心网络 0 丢包，充分释放 AI 算力？华为推出的业界首个智能无损 DCN 解决方案，采用 AI 技术进行预测性流量调度，能够真正实现网络 0 丢包，数据计算与存储效率提升约 30%。此外，将 AI 技术用于数据中心网络的智能运维，华为与客户在联合创新中取得了重大进展：针对 75 类常见故障，可以做到 1 分钟感知故障，3 分钟定位故障，5 分钟修复故障。基于以上研发和联合创新成果，AI 加持的华为数据中心网络解决方案可以初步实现“智能理解业务意图、智能



智能 IP 网络的三层 AI 架构

选取最佳网络路径、智能评估变更风险、智能检测故障和快速定位根因”，率先在数据中心网络领域实现 L3 级自动驾驶网络。

• **广域网 +AI:** 在“5G+云+AI”使能千行百业的新时代，5G 提供了前所未有的无线接入能力，而云和 AI 提供了几乎可无穷扩展的智能计算能力（针对单个租户而言）。值得一提的是，“5G+云+AI”中间的两个“+”不可忽视。如果说 AI 加持的数据中心网络就是“云+AI”中间的那个“+”，那么 AI 加持的广域网就是“5G+云”中间的那个“+”。如何借助 AI 技术让广域网加速实现自动驾驶网络，充分发挥 5G、云、AI 的潜能，为百万企业上云、5G 使能千行百业提供最佳网络联接？

与数据中心网络的情况类似，在实现自动驾驶网络的过程中，将 AI 技术用于广域网，也能够根据业务的时延等 SLA 要求，智能匹配网络资源，智能选取最佳网络路径。但是，与数据中心网络不同的是，在百万企业上云、5G 使能千行百业之际，广域网首先要解决一个基本问题：如何在广域网上实现业务快速部署，并满足各行业不同的 SLA 诉求（如 5G 远程医疗的端到端时延必须小于 15 毫秒），实现最佳网络联接？通俗地说，如何让物理转发面的“身体”能够跟上 AI 加持的“管控析大脑”的节奏？这是广域网面临的新挑战。

首先，面对百万企业上云场景，由于传统网络需要人工逐段打通，部署效率已经成为瓶颈。最新一代的路由协议 SRv6（IPv6 段路由）采用了“源路由”机制，将广域网的部署从“端到端多设备逐一配置”简化为“源点侧单设备配置”，从而大幅降低了广域网部署的复杂度，使转发面也能如影随形般跟上“管控析大脑”的节奏。如此，“大脑”与“身体”双剑合璧，实现了在广

域网中自动化快速部署。

其次，针对 5G 垂直行业场景不同的 SLA 需求，尤其是时延诉求，广域网也可借助 SRv6 协议，根据管控析系统计算出最优路径，通过对网络转发路径的编程，实现确定节点、确定路径、确定时延的路径快速配置，满足业务层的要求。

由此可见，最新一代的路由协议 SRv6，是 AI 加持的新一代广域网必备的转发面能力，使能广域网“智能推荐最佳路径、快速部署最佳联接、实时调优业务 SLA”，与 5G 和云技术一起，助力百万企业上云、使能千行百业。

• **网络安全网关 +AI:** 在网络安全领域，恶意软件变种众多，隐蔽度高。防火墙通过传统“特征匹配”去分析和检测威胁的方式，已经无法有效应对。华为全新发布的业界首个 T 级 AI 防火墙 HiSecEngine USG12000 系列产品，凭借独创的 AIE 威胁检测引擎，在网络边界实时处置“失陷主机”和“C&C 外联”等传统安全网关无法检测的威胁，检测准确率高达 99% 以上。同时，HiSecEngine USG12000 内置 AI 芯片，用 AI 算力将威胁检测的性能提升了 5 倍。通过采用安全事件智能分析及安全策略智能调优技术，实现分钟级业务上线及基于业务驱动的策略部署与变更，将安全运维 OPEX 降低了 80%。新一代 AI 防火墙，将为企业提供智能化的网络边界防护，筑起安全防护的钢铁长城。

华为始终坚持以客户为中心的经营理念，客户需求永远是牵引华为前进的动力。通过 NetCity 联合创新机制，华为将客户的需求与自身的研发能力、产业标准影响力相结合，与客户和合作伙伴一起携手，持续孵化更先进的产品与解决方案，引领智能 IP 网络。■

# 新基建：用智能 IP 网络 构筑数字经济大动脉

◎ 华为数据通信产品线 唐新兵 / 文

2020 年这个特殊的春天里，我们听到了“新基建”的号角。新基建包含信息、融合、创新三大领域基础设施，信息基础设施主要是指基于新一代信息技术演化生成的基础设施，比如以 5G、工业互联网为代表的通信网络基础设施，以人工智能、云计算等为代表的新技术基础设施，以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等；融合基础设施主要是指深度应用互联网、大数据、人工智能等技术，支撑传统基础设施转型升级，进而形成的融合基础设施，如智能交通基础设施、智慧能源基础设施等；创新基础设施主要是指支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施，比如重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施等。

数据通信网络既是信息基础设施的重要组成部分，也是融合基础设施、创新基础设施的关键使能部件。数据通信网络本身也在经历数字化、智能化的升级换代。华为率先在数据通信网络引入大数据、AI 技术和新一代协议，进行数据分析与闭环优化，实现了从传统 IP 网络到智能 IP 网络的飞跃。以智能超宽、智能联接、智能运维为特征的智能 IP 网络成为新时代的必然选择，也将成为未来 10 年数据通信网络发展的必然趋势。智能 IP 网络，支持千行百业的数字化转型升级、千行百业的互联互通，让新基建各领域之间巨大的协同效应得以充分发挥，进一步提升新基建的效能，构筑数字经济大动脉。

## 智能 IP 网络，打造全场景全业务的新一代工业互联网

工业互联网是新一代信息技术与制造业深度融合的产物，通过对人、机、物的全面互联，构建起全要素、全产业链、全价值链全面连接的新型生产制造和服务体系，是数字化转型的关键。

随着企业数字化、网络化、智能化转型步伐的加快，企业内网在传输带宽、兼容能力、易部署程度等方面存在明显不足，需要加快演进升级和更新换代。当前，企业内网的业务形态日益丰富，既有办公场景的电子邮件、网页浏览、视频会议、协同办公等，也有生产场景的物流设备、制造设备、监控设备的连接需求，如何保障企业园区网络的业务体验，提升服务质量？传统方式是通过运维人员进行手动调整，维护效率、业务体验都差强人意。智能 IP 网络引入 AI 技术，可以实现智能识别 Wi-Fi 终端的接入数量、接入位置、带宽需求、业务体验需求的变化，并预判趋势，据此对 Wi-Fi 网络进行动态调整，优化整网性能。华为 CloudCampus 园区网络解决方案通过 Wi-Fi 优化，将无线空口的吞吐量提升 58%，Wi-Fi 信道干扰率比业界下降 49%；此外，通过预判 Wi-Fi 终端的移动轨迹，可以优化 Wi-Fi 漫游性能，实现无损漫游，提升内网连接的可靠性，有效支持 AGV 物流等工业制造场景需求；同时，还可以将 AI 技术用于园区网络的智能



华为 CloudCampus 解决方案极大地提升企业内网的带宽能力、业务能力、易部署程度，引领园区网络进入 Gbps 全无线智能时代，更好地支持工业互联网的发展和建设。>>



运维，大约 85% 的故障可以在数分钟内处理完成，大幅改善企业内网的可用性。华为 CloudCampus 解决方案极大地提升企业内网的带宽能力、业务能力、易部署程度，引领园区网络进入 Gbps 全无线智能时代，更好地支持工业互联网的发展和建设。

工业互联网外网用于连接企业工厂、分支机构、上下游协作单位、工业云平台、智能产品与用户等主体，支撑网络化协同、远程调度控制等新业务、新应用，是推动工业互联网更广泛创新发展的关键网络基础设施。工业互联网外网对面向工业生产的网络时延、可靠性、安全性有非常严格的要求，例如大幅提升操作效率的工业 AR/VR 要求时延小于 20ms，4K/8K 高清视觉检测要求百兆级别的大带宽上传，高端大型装备的远程运维要求网络连接高可靠、高安全。传统 IP 网络完全依靠统计复用机制，业务流量、业务路径频繁变化，无法确保网络时延、可靠性等关键需求，只能“尽力而为”。智能 IP 网络引入大数据、AI 技术和 SRv6、切片等新一代协议，通过网络切片实现办公业务、生产业务的硬隔离，通过 SRv6 实现业务路径的实时动态调整，有效应对传统 IP 网络中的业务流量变化和 network 拓扑变化，实现了办公、生产等全业务融合承载。华为 NetEngine 系列路由器全面支持 SRv6、切片等新协议，与 iMaster NCE 自动驾驶网络系统一起，组成 CloudWAN 广域网络解决方案，引领广域网进入全业务智能时代。

安全是发展的前提，发展是安全的保障。我们在享受着数字化浪潮带来便利的同时，也不得不面对与之伴生的安全风险。首先，未知威胁日益增多，很多已知威胁衍生出大量变种，变成了未知威胁，传统防火墙很难及时有效地应对。其次，工业互联网中联网设备越来越多，这些设备既可能成为网络攻击的受害者，也可能被利用来发起攻击。智能 IP 网络引入 AI 技术打造智能防御新架构，充分利用海量数据进行人工智能学习，根据场景数据分析训练生成防御模型，并不断根据现网实时数据实现模型升级，加强未知新威胁

的检测能力，消除现有防火墙基于静态规则识别威胁的弊端，并通过自动化的方式对威胁进行处理。此外，采用 AI 技术需要大量算力来支撑，如果仅仅依靠业务处理 CPU 执行 AI 推理，防火墙的转发能力会急剧下降，因此，内嵌 AI 芯片的 AI 防火墙才能确保防御性能。华为 HiSecEngine 系列 AI 防火墙搭载了独创 AIE 威胁检测引擎，内置 AI 芯片，在网络边缘实时处置威胁，未知威胁检测准确率高达 99% 以上，未知威胁检测性能提升 5 倍，在处理未知威胁的同时，仍然可以确保防火墙的转发能力不受影响。AI 防火墙正引领网络安全进入智能防御时代，为工业互联网保驾护航。

### 智能 IP 网络，打造 AI 时代超宽、无损、全智能的数据中心网络

数据中心是将物理分布的服务器、存储、网络等资源融合并虚拟化为逻辑集中的巨大资源池，通过云计算管理平台动态监控、调度和部署其中各种资源，按需向用户提供差异化服务。随着数字经济的深入发展，数据中心逐渐从后端支持角色走向前台，成为数字经济的价值创造中心。此外，近年来 AI 技术飞速发展，机器学习日益普及，对数据中心的算力要求越来越高。据人工智能非营利组织 OpenAI 统计，从 2012~2019 年，随着深度学习模型的演进，AI 所需计算量已增长 30 万倍。无论是传统数据中心、还是 AI 智能计算数据中心，算力基础设施都是新基建的关键组成部分，而在提升算力的系统工程中，数据中心网络起到越来越重要的作用。

以金融行业为例，这次疫情以来，各大金融机构短至 8 小时、长到 1 周之内，快速上线推广“资金去向绿色通道”、“应急防控物资管理系统”等数十种新业务，为抗击疫情、保障民生做出了重大贡献。这正是金融科技的力量，在关键时刻迅速开发新业务，并极速上线推广，解决社会大众问题。而这背后，也对数据中心网络基础设施带来巨大挑战：数据中心规模越来越大，网络复杂度越来越高，业务对于上线速度要求越来越快，业务变更需求频繁。目前，约 70% 数据中心网络



智能 IP 网络在数据中心网络场景已经进入三级自动驾驶阶段，引领业界自动驾驶网络的发展，未来三到五年时间有望实现网络完全自治。>>



团队投入一半以上精力进行网络变更方案的设计和评估校验，然而，仍有约 40% 的网络故障由人为差错导致。同时，当前数据中心网络运维手段仍然有限，网络被动感知故障，故障定位仍主要依赖专家经验，效率十分低下，平均故障定位时间超过 76 分钟。

智能 IP 网络的自动驾驶网络（Autonomous-driven Network, ADN）系统，从三个方面真正解决了数据中心网络的难题。一是意图推荐的部署方案设计，ADN 系统首先通过意图引擎实现意图的理解和意图的转换，将业务意图转换成网络语言，然后以数字孪生模型为基础，基于专家经验和 AI 算法结合，向用户提供符合现网实际情况的最佳网络部署方案。二是基于模型和数据的变更方案仿真校验，ADN 系统用数据和算法来进行仿真校验，实时采集网络状态数据，构建多维数字孪生模型，再基于模型和形式化验证算法进行全网全量变更验证。三是基于数据分析和智能决策的故障定位，ADN 系统首先基于 AI 芯片进行全流采集，实现 1 分钟感知网络异常；然后，基于知识图谱实现故障根因推理和定位，通过持续学习和训练，目前可实现对 7 大类 75 种故障 3 分钟之内定位根因；最后，基于智能决策系统，分析故障影响并推荐最优故障处理方案，实现故障 5 分钟快速恢复。目前，智能 IP 网络在数据中

心网络场景已经进入三级自动驾驶阶段，引领业界自动驾驶网络的发展，未来三到五年时间有望实现网络完全自治。

AI 技术的日益广泛使用，对数据中心网络提出了更高的要求：全闪存化存储介质使得存储时延降低百倍，GPU/AI 智能计算使得计算性能提升百倍，计算和存储的百倍性能提升后，我们发现拥塞易丢包的传统以太网成为 AI 时代数据中心性能瓶颈。根据业界统计，即便在低于 <10% 链路带宽的低负载流量环境下，突发流量引起的网络的丢包率也接近 1‰，而这 1‰的丢包在 AI 时代会直接导致算力下降接近 50%。随着业务负载的增加，分布式“多打一”流量的增多，网络丢包问题将更为严重。如何实现数据中心网络 0 丢包，充分释放 AI 算力？智能 IP 网络引入大数据、AI 技术和新一代协议，进行数据分析与闭环优化，智能预测流量的变化，并自动设置相关的网络参数，从而实现最佳网络调度。2019 年初，华为发布了业界首款面向 AI 时代的 CloudEngine16800 系列数据中心交换机，最大的创新点在于率先将 AI 芯片内嵌交换机中，基于神经网络首创的 iLossless 拥塞控制算法，完成网络的自调参、自优化，从而克服了依赖人工参与配置参数，无法动态适应网络流量模型变化的关键问题，真正实现网络 0 丢包，构筑智能无损的数据中心网络。





数字经济时代，千行百业之间的精细化分工和产业链协同进一步深化。行业之间、地域之间、云与端之间、物理空间与数字空间之间，都需要海量的数据通信。智能 IP 网络，让新基建各领域之间巨大的协同效应得以充分发挥，进一步提升新基建的效能。>>



以超宽、无损、全智能为关键特征，华为 CloudFabric 数据中心网络解决方案引领数据中心网络进入智能时代。

### 智能 IP 网络，加速 5G 垂直行业应用

4G 改变生活，5G 改变社会。相比 4G 时代，5G 最重要的变化就是面向 2B 赋能千行百业，比如智能电网、远程医疗等。垂直行业对 IP 网络的大带宽、低时延、高可用性提出了更高要求。比如在远程急救场景中，要把救护车的高清画面实时回传至医院，带宽要求不能低于 50Mbps。在智能电网场景中，为了将事故隔离时间缩短至毫秒级，网络端到端时延不能大于 15ms。

智能 IP 网络是 5G 基建中不可或缺的一环，与 5G 基站、核心网一起组成了 E2E 的 5G 系统，实现带宽可保障、时延可承诺，网络高可用。传统 IP 网络中，所有的业务共享带宽资源、相互抢占，关键业务的带宽得不到保证。华为率先提出基于 FlexE 网络切片的硬隔离，就像在马路上开辟出公交车专用通道，从而实现不同业务之间带宽零抢占，垂直行业等关键业务带宽需求 100% 得到保障。传统 IP 网络中，业务路径不可控，时延无法保障。华为率先支持 SRv6 智能选路，基于业务的时延需求，在网络中选取最优的时延路径，保障关键业务的低时延。传统网络中，由于缺少精确的性能检测手段，故障定位只能人工逐段、逐跳排查，往往需要数小时。华为首创 iFIT 随流检测技术，实现逐业务、逐包的性能检测，支撑业务 SLA 可视，结合 iMasterNCE 实现分钟级故障定位，保障网络高可用。

华为联合运营商积极探索 5G 垂直行业，目前已进行了智慧医疗、智慧工厂等超过 30 个行业的成功实践。例如，在 2019 年，基于智能 IP 网络解决方案，华为配合河南移动，为郑州大学第一附属医院提供了全球首个覆盖院内、院间、院前三大场景的 5G 智慧医疗，主要涵盖应急救援、远程会诊、远程 B 超等应用，实现了对医疗业务的高品质保障。在珠海格力和广东联通、华为联合创新的 5G 智慧工厂中，利用 5G 网络的大带

宽实现了生产设备的远程视频监控，以及机器人园区自动巡检视频监控，成为 5G 垂直行业应用的排头兵。值得一提的是，在抗击新冠肺炎疫情的过程中，5G 在医疗、应急、交通、安保、社区建设等领域发挥了重要作用。我们相信，今后 5G 垂直行业应用还会持续增长，在数字经济中将会发挥更大作用。

### 智能 IP 网络，让新基建各领域间高效协同

以 5G、人工智能、工业互联网为代表的信息基础设施，推动全球范围的网络连接终端数量大幅增加，数字技术与网络技术相融合，生成的数据量和网络流量出现爆炸式增长。作为基础设施投资，必须在面向未来可持续发展方面未雨绸缪，适度超前规划网络规模和接口带宽。当前，以 5G、Wi-Fi 6 为代表的接入设备带宽正在全面升级到每用户 Gbps，数据中心网络、骨干网络和汇聚网络则全面逐步升级至 400GE 端口。为此，华为采用最新光电技术和先进编码技术，打造高性价比超宽管道，将全网端到端带宽提升至 400GE，实现了 10KM/40KM/80KM 的全场景覆盖，引领数据中心网络和运营商 IP 网络进入 400GE 时代。

数字经济时代，千行百业之间的精细化分工和产业链协同进一步深化，各行各业之间、各地域各城市之间的通信、协同办公、数据交换需求持续增长，智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等新模式创新活跃，有力推动了转型升级，催生了新增长点，云计算服务、人工智能训练等新型信息服务快速增长。行业之间、地域之间、云与端之间、物理空间与数字空间之间，都需要海量的数据通信。智能 IP 网络，让新基建各领域之间巨大的协同效应得以充分发挥，进一步提升新基建的效能。

新一代智能 IP 网络，引入大数据、AI 技术和新一代协议，进行数据分析与闭环优化，实现智能超宽、智能联接、智能运维，支持千行百业数字化转型升级和互联互通，催化新基建各领域之间的协同效应，构筑数字经济大动脉。■

# 引领园区网络 进入 Gbps 全无线智能时代

网络联接资源的云化、服务化已成为明显趋势。想象一下未来，网络的接入可以随时随地随意的实现，“接入网络”本身已成为像阳光和空气一样的无感知的基本元素。对于企业内部更是如此，这样的网络接入将大大促进企业办公、生产、服务的效率和质量。

在实现这样的梦想之前，网络连接的全无线化、优质体验成了先决条件。当前无线连接已逐步替代有线，成为企业网络的接入主流，以 Wi-Fi、蓝牙等技术为代表的无线连接手段，正快速蔓延到越来越多的场景。但无线的峰值带宽、稳定性、可靠性开始成为瓶颈，随着更多新兴应用的出现，虚拟现实的普及，如何提升用户的无线连接体验，并确保全网端到端都匹配这样的高品质诉求，成为企业必须正视并系统性解决的问题。

- Wi-Fi 6 改变企业：打造企业数字化新底座
- 全行业数字化，园区网络迈向 Gbps 全无线智能时代
- AirEngine Wi-Fi 6，企业数字化转型新引擎
- 体验优先，园区网络需要随“变”而变
- 瑞士圣雅各布公园球场：开启智慧场馆时代
- 深圳国际会展中心：大“会客厅”的大智慧





# Wi-Fi 6 改变企业： 打造企业数字化新底座

◎ C114 蒋均牧 / 文

**起**始于将两台银行机器以无线方式连接起来的灵光一闪，Wi-Fi 历经 20 余年发展已经渗透进人类社会的方方面面，占据了设备联网市场的半壁江山——PC、笔记本电脑和几乎所有的手持设备都支持 Wi-Fi，哪怕它们并不支持蜂窝通信。随着应用场景的不断扩大和数字化诉求的日益高涨，Wi-Fi 也演进至最新一代的 802.11ax。这个被重新命名为“Wi-Fi 6”的技术体系以其革命性的性能表现在过去一年中迅速受到了企业界的青睐，成为越来越多企业用以推动转型、重塑竞争力的首选支撑网络。

知名分析师机构 Dell'Oro 最新发布的《2018 年 Q3~2019 年 Q3 全球 Wi-Fi 6 室内 AP 产品市场份额》报告指出，全球 Wi-Fi 6 市场在 2019 年前三季度整体收入同比呈现爆发式增加，是 2018 年的 30 倍；预计到 2020 年，Wi-Fi 6 设备销量将占到整个 Wi-Fi 市场的三分之一。

“5G 改变社会，Wi-Fi 6 改变企业”，未来在回顾 2019 年这个 Wi-Fi 6 元年的时候，你或许会产生这样的感触。

## 企业网络迎来 Wi-Fi 6 时代

数字经济的蓬勃兴起、新兴数字技术的接连爆发，令世界发展变化之快超乎想象，可能一年就胜似以往百年。而对企业来说，新的机会与蓝海就近在咫尺、行业颠覆与洗牌又屡见不鲜，无论是主动拥抱以激发创新、亦或是被动应对以不被市场抛下，实施数字化转型已经成为一种常态。

麻省理工学院的研究指出，数字化转型可分成 Digitized 和 Digital 两类。其中，Digitized 以实现更高效率、更高可靠性和更优

成本为目标，而 Digital 则是以聚焦快速创新、实现创收和增长为方向。IDC 报告显示，数字化转型已经成为绝大多数企业的核心战略，这部分的直接投资正以 17.5% 的年复合增长率增长，预计 2020-2023 年将达到 7.4 万亿美元。

在这场席卷而来的风潮中，网络的转型首当其冲——未来 86% 的 AI 企业采用率、千亿级生产办公终端的协同、100% 的企业业务“上云”需求、高交互性新应用的普及以及可能面临的各种安全问题，使得企业网络面临前所未有的挑战。一张像水和空气一般无处不在、即需即得、管理简单的网络，将是数字化转型成功的关键。

也因此，2019 年成为 Wi-Fi 6 商用的元年并非那么难以令人理解。吸纳了大量 5G 关键技术的 Wi-Fi 6 从根本上改变了 Wi-Fi，在带宽、并发数、时延、传输范围乃至电池寿命等各方面皆实现了突破性的进步，比如每终端最大带宽和网络并发终端数量均提升 4 倍以上、时延降低 3 倍以上，从而带来了全新的使用体验。它的另一个不容忽视的优势是，Wi-Fi 相比其他连接方式在部署和使用上的低成本。

2019 世界移动大会上发布的《释放 Wi-Fi 的潜能,2019~2023 企业级 Wi-Fi 6 产业发展与展望》白皮书，结合行业标准组织及分析师观点认为，2023 年 Wi-Fi 6 将在 90% 的企业规模部署。

## Wi-Fi 6 如何改变企业？

在展望前景的同时，通过一些场景的解读，我们或许可以更好地理解 Wi-Fi 6 将带来怎样的好处。

企业办公场景下，随时随地的 4K 视频会议需要每用户至少 40M 的稳定带宽，Wi-Fi 6 的 1024-QAM 技术提升了网络整体带宽，保障每用户的超高清视频体验。工业生产环境对网络稳定性要求较高，但是超高密并发场景下终端数据传输速率和网络稳定性急剧下降，Wi-Fi 6 的上 / 下行 MU-MIMO、OFDMA 等技术提升了并发容量和传输效率，保障工业生产终端持续稳定运行。

物联网应用也将通过 Wi-Fi 6 获得额外的增值特性，例如通过 TWT 可以降低终端功耗、节约电池寿命。

“现在是开始规划 Wi-Fi 6 的好时机。根据数字化转型战略以及 Wi-Fi 6 对 ICT 基础设施变化的影响，CIO 和 IT 主管们需要开始考虑未来的 Wi-Fi 6 升级，以实现更平滑的迁移。” IEEE 802.11ax 标准工作组主席 Osama Aboul-Magd 博士评论说。他还指出，在用户数量和覆盖区域不变的情况下，Wi-Fi 6 所需的 AP 数比以前的标准要少得多，大大节省了资本支出。

当然，要充分发挥 Wi-Fi 6 使能数字化转型的作用，还需要成熟、领先的商用产品支持。作为 ICT 领域的领导厂商，华为不止 5G 领先，同时也是 Wi-Fi 6 产业的引领者之一。这家公司从 2014 年起即参与新一代 Wi-Fi 标准的建立，早在 2017 年 10 月就发布了业界首款 Wi-Fi 6 AP，并于 2018 年在上海率先部署了业界首个企业级 Wi-Fi 6 网络，可以说从标准制定到产品开发、再到商业应用都扮演了极为关键的角色。其源自自身优势 5G 技术的 AirEngine Wi-Fi 6 系列产品凭借独创的智能天线和算法技术，为企业构建起一张“零死角覆盖、零等待体验、零丢包漫游”的 Wi-Fi 6 网络，助力千行百业加速奔向万物互联的智能世界。


《2018 年 Q3~2019 年 Q3 全球 Wi-Fi 6 室内 AP 产品市场份额》显示，华为在 Wi-Fi 6 全球市场（不包括北美市场）和中国市场均排名第一。目前，其 Wi-Fi 6 AP 已部署在全球 5 大区域，服务于政府、教育、金融、能源、机场、制造等行业场景，这些成功实践亦具有非常好的示范与借鉴价值。

中东某金融中心共有超过 2000 家金融相关公司，以及超现代的办公空间、零售、餐厅、艺术画廊、公共绿地和酒店，华为 AirEngine Wi-Fi 6 助力其打造了无处不在、超宽的构建数字化办公空间。采用的 Wi-Fi 6 AP 无线单载波峰值可达 3.8Gbps，经国际权威评测机构 Tolly Group 认证



全球已有 700 多个城市、世界 500 强企业中的 228 家，选择华为作为其数字化转型的伙伴。Wi-Fi 6 在企业网络中的规模部署才刚刚开始，有望真正成为支撑企业生产和业务数字化的有品质保障的基础网络技术。>>





现在是开始规划 Wi-Fi 6 的好时机。根据数字化转型战略以及 Wi-Fi 6 对 ICT 基础设施变化的影响，CIO 和 IT 主管们需要开始考虑未来的 Wi-Fi 6 升级，以实现更平滑的迁移。

—— IEEE 802.11ax 标准工作组主席  
Osama Aboul-Magd 博士

业界吞吐量最高，满足 4K/8K 高清视频等超宽业务应用；支持每 AP 超过 200 个并发连接，满足办公空间、公共绿地、艺术画廊等场景的访客接入。

西班牙知名大学蒙德拉贡大学一直致力依托 ICT 技术实现新的教育模式创新和开发，然而现有校园网络 Wi-Fi 漫游体验差、经常出现信号中断，成为最大瓶颈。华为 AirEngine Wi-Fi 6 利用独有的 4 振子智能天线，实现无线信号“波随人动”，使得覆盖半径扩大 20%；通过敏捷分布式方案，为宿舍学生提供高性能网络体验，令管理效率提升 90%；基于 AirEngine 的智能应用加速（Dynamic Turbo）技术，将 Wi-Fi 网络时延低至 10ms，满足长时间无晕眩的 VR/AR 教学需求。

机场、场馆、咖啡馆等公共场所是 Wi-Fi 部署的传统场景，但以往连接数一多体验就会断崖式下降。亚洲某大型机场是全球最繁忙机场之一，每年旅客数量屡破新高。华为 AirEngine Wi-Fi 6 基于业界最快、支持高并发的 Wi-Fi 6 AP，满足机场密集人群的无线接入，观看高清视频亦不卡顿；同时还提供 AP 扩展物联模块，保障机场增值业务的有效部署，诸如资产管理、定位导航等。

### 不止于 Wi-Fi 6 的 Wi-Fi 6 网络

与其他 Wi-Fi 厂商相比，华为不仅最先投入并推动 Wi-Fi 6 商用产品的开发，更重要的是它所提供的是真正端到端的 Wi-Fi 6 企业网络解决方案——除了无所不联、业务永续的无线接入，还包括超宽智能的承载和智能极简的管理运维。

网络承载方面，CloudEngine（交换机）同为华为四大“Engine”产品组合之一。2019 年 6 月，华为面向 Wi-Fi 6 和云原生时代的企业数字化发布了全新的 CloudEngine S 系列园区交

换机，包括千兆智能接入交换机 CloudEngine S5700 系列、万兆路由汇聚交换机 CloudEngine S6700 系列，以及业界性能最强的核心交换机 CloudEngine S12700E 系列共 16 个款型。

Tolly Group 测试报告显示，CloudEngine S12700E 交换容量是业界的 6 倍，也是单槽位带宽最大、100GE 端口密度最高、整机交换容量最大的园区核心交换机。同时，CloudEngine S 系列是业界独家同时拥有有线无线深度融合能力、威胁诱捕引擎和 Telemetry 技术的园区交换机；基于全新的交换芯片和经过训练和调优的网络 AI 算法，CloudEngine S 系列在高并发、大容量、高负载工作时，仍可做到交换零丢包、业务无阻塞，达到数据中心级网络和业务的品质。

网络管理方面，移动办公和云应用的普及，让网络的策略管理正在变得错综复杂。华为打造的智简园区解决方案则能做到意图驱动 + 主动运维，带来“零接触”式的管理运维。

作为网络层 AI 加持的体现，iMaster NCE 是业界首个集管理、控制、分析和 AI 智能功能于一体的网络自动化与智能化平台，其特点在于网络的全生命周期的自动化管理以及智能运维。面向园区网络，iMaster NCE-Campus 提供了基于业务意图驱动的一站式网络规划、部署和策略自动化发放能力，同时基于大数据分析 and AI 技术主动识别、分析网络故障实现智能闭环。

华为轮值董事长徐直军在其新年贺词中披露，截止 2019 年，全球已有 700 多个城市、世界 500 强企业中的 228 家，选择华为作为其数字化转型的伙伴。Wi-Fi 6 在企业网络中的规模部署才刚刚开始，在华为这样的供应商的推动下，Wi-Fi 6 有望真正成为支撑企业生产和业务数字化的有品质保障的基础网络技术，未来我们会听到越来越多的“Wi-Fi 6 改变企业”成功故事。■

# AirEngine

## 源自华为5G的Wi-Fi 6

荣获2019 Interop东京 金奖

- **极速性能**：单用户1.6Gbps，单AP 10.75Gbps
- **稳定体验**：低50%的时延，远20%的覆盖
- **智能组网**：随时随地100Mbps的连续组网



引领智能IP网络



# 全行业数字化，园区网络 迈向 Gbps 全无线智能时代

◎ 华为数据通信产品线 丁文杰 / 文

## 数字化业务改变了园区网络

在云、物联、边缘计算等技术驱动下，随时随地拥有极速与可靠的连接，成为企业、社会乃至国家的核心竞争力。

今天，可以说每一位 CIO 都在考虑，如何应用 5G、低功耗短距 IoT、Wi-Fi 6 等新的连接技术，提高企业协作、生产和运营的效率，加速创新。

虽然千行百业的数字化场景各不相同，但归根结底，它们可以被分为三类，通过数字化提升企业办公和运营效率，通过数字化改造企业传统生产环境，通过数字化改善与客户的沟通。这些数字化变革，不仅发生在企业总部，也辐射到了企业的全球分支，乃至延伸到企业的全球制造或物流伙伴中。

每家企业都知道，效率就是效益。传统企业的办公网络以邮件为中心的非实时沟通已经无法满足今天的沟通效率的需要，企业通讯市场大量实时沟通、实时视频、实时协作、实时项目管理等综合型企业及时通讯应用正开始广泛应用。应用的变化让每用户平均带宽从 3-5Mbps 升级到 100Mbps。为满足今天 VR/AR 培训和设计，以及遍布在会议室 4K 智真视频会议系统的需要，每用户的峰值无线速率甚至需要 100Mbps~1.5Gbps。

而遍布全球的企业分支，新的数字化应用正在改变企业的生产效率，让我们来看几个例子：

- **在仓库：**AGV 机器人正在替代人工管理仓库，效率提升百倍，但需要无线网络保证 AGV 漫游的零丢包；
- **在教育：**高级教师通过远程课堂甚至 VR 同时为多地的学生上课，提高学习质量，但需要 VR 应用的时延低于 10ms；
- **在零售：**所有门店的价签正在被电子化价签替代，随着商品的新鲜程度以及气候的变化，价格动态的刷新，但需要 Wi-Fi 网络与 IoT 网络融合部署和管理；

无线连接是数字化应用的基础，而不同的应用对于无线网络

的要求也是近乎苛刻的，这也是很多企业 CIO 心中的痛。对于 IT 部门，将无线部署到生产场景是有担心的，因为他们无法看到应用在网络上的质量，也无法快速的解决问题。

“我们今天的网络为数字化做好准备了吗？”，很多 CIO 都在询问自己的 IT 部门主管，“我们需要一张什么样的网络？”

## 华为 CloudCampus，为企业构建一张 Gbps 全无线智能的园区网络

我们认为未来的园区网络有三个独特的特点：

- **智能超宽，尽享超 Gbps 速度**
- **智能联接，随时随地连续组网**
- **智能运维，业务分钟发放，故障分钟修复**

这将是一张服务企业未来 10 年数字化业务的网络。同时，我们认为，你不需要摒弃今天网络的架构，而应该能从今天的网络架构，分阶段的演进到全无线 Gbps 的网络架构。

### ● 智能超宽，尽享超 Gbps 速度

新时代的园区网络在基础架构上，将会有三个关键的变化，从而满足未来从办公到生产的全无线化接入，并为每用户带来超 Gbps 的极速连接。变化一，接入全无线。根据第三方咨询公司报告，Wi-Fi 6 从 2019 年开始在少量客户中商用部署，到 2024 年将会有 80% 的客户部署 Wi-Fi 6 网络。华为全新的 AirEngine Wi-Fi 6 是业界唯一拥有 16 智能天线系统的 AP，可为每用户提供无死角的覆盖，以及高达 10.75Gbps 的吞吐。变化二，随着 Wi-Fi 网络的升级，有线接入交换机需要支持 IEEE 802.3bz 的新标准，即 Multi-GE 交换机，它让交换机端口速率支持 2.5G/5G/10G 多种速率。变化三，万物互联，一网多用。物联终端的全无线化接入，将会需要一张无线网络具备对 BLE、RFID、ZigBee、Thread 等多种短距物联终端的接入、认证、授权、访问控制和

2020 年初，突如其来的 COVID-19 病毒席卷全球，已影响了 210 个国家。因为疫情而无法开工的企业、学校、组织也都开启了远程工作模式。企业的工作、生产模式开始向远程和移动化的工作模式转变，人们对于高品质无线网络的依赖程度也达到了新的高度。

设备管理的能力。

#### ● 智能联接，随时随地连续组网

随着园区网络承载的业务越来越丰富、越来越关键，网络的体验直接影响用户协作效率以及业务的运营效率。面向业务和用户的端到端的体验保障成为衡量园区网络的关键。这里有三个核心挑战需要解决。

第一，减少无线干扰。Wi-Fi 网络虽然有易获取易部署的特点，但是其采用 Un-license 的 2.4G 和 5G 中的有限的频段，让整网的同频段干扰依然存在。华为 AirEngine Wi-Fi 6 在 BSS Color 的基础上，引入 AI 技术，主动学习网络的流量行为和射频信息，可以大幅的减少干扰，提升整网的性能达 58%。

第二，降低漫游丢包。漫游业务中断的原因很多，有的是因为不同终端对漫游信号强度要求不同，与上一个 AP 产生了粘滞的行为；有的是因为在漫游过程中与下一个 AP 建链失败而引起业务中断。为了能够从根本上解决这个问题，华为应用 AI 技术，动态感知和预判终端的漫游特征和路径，结合经过优化的 802.11kvr 快速漫游协议，就可以让移动终端 / 设备漫游成功率提高到 100%，业务丢包降低到近乎为零。

第三，提高网络资源利用率。全无线的园区网络与传统园区网络有两个较大的变化带来两个网络的性能瓶颈。第一，由于移动用户的蜂群效应，让全无线园区的任意地点都可能突发的高密接入；第二，云应用增加了园区网络南北向流量，突发大流量容易在汇聚核心交换机端口上带来拥塞，从而影响应用质量。这些问题的发生都有很强的不确定性。华为两个创新技术可以很好的解决这两个问题。首先，华为的 AirEngine Wi-Fi 6 OFDMA 与 MU-MIMO 联合调度，解决无线侧并发时拥塞的问题。第二，基于用户和应用的智能 HQoS，能让 VIP 用户在有线网络突发流量拥塞的时，确保关键应用的体验不受影响。

#### ● 智能运维，业务分钟发放，故障分钟修复

网络的管理之前并不是园区网络的核心挑战，但是未来随着分支网络数增多，无线覆盖的比例增高，简化网络管理运维，简化用户体验的管理，将成为新的挑战。华为 CloudCampus 通过 iMaster NCE，构建了业界首个覆盖 LAN、WAN、WLAN、以及分支和总部网络可统一管理和运维的网络管理系统。不同网络的管理要求不同，但无论大小都追求极简的管理和运维。不仅如此，华为还为客户保留了足够的灵活性，网络管理系统可私有云部署、可租用公有云服务，也可以通过 MSP 提供管理服务，让网络和业务分钟上线。最后，CloudCampus 领先的 AI 智能运维系统 CampusInsight，它实时评估和分析 19 万员工的网络体验，主动发现潜在的网络故障，帮助 ITM 快速的定位问题和快速修复，让他们第一次可以真正看清网络的质量。

### 华为 CloudCampus 助力企业实现数字化转型

园区是企业数字化业务创新的主场所，华为 CloudCampus 自 2017 年商用以来，已经服务于全球 100 多个国家各个行业的客户，华为也被 Gartner、IDC、Forrester、Dell Oro 等多家分析师机构的相关报告评价为拥有差异化园区网络方案和供应商，同时华为也是在园区交换机、WLAN 领域的 TOP 厂商。

过去的几年，华为 CloudCampus 已经帮助各行业打造数字化就绪的网络。我们帮助企业政府构建全无线化的办公环境、零售打造无人值守的门店、教育打造 VR 的多媒体课堂、制造打造柔性制造的数字化产线、金融打造无线全覆盖的 24 小时分支网点，帮助 ISP/MSP 为客户提供云管理网络的服务。我们相信，基于 Wi-Fi 6、短距 IoT、AI、自动化、ADN 等 IT 技术构建的全新一代 Gbps 全无线智能华为 CloudCampus 园区网络，将会是企业未来 10 年数字化转型的基石。■



# AirEngine Wi-Fi 6, 企业数字化转型新引擎

◎ 华为数据通信产品线园区网络总裁 李兴博士 / 文

无线 Wi-Fi 20 年的发展历程, 其实就是人们对高带宽不断追求的过程。最新一代的 Wi-Fi 6 从根本上改变了 Wi-Fi 对企业的价值, 得益于 Wi-Fi 6 标准中引入的新技术, 使得 Wi-Fi 6 相对于上一代 Wi-Fi 网络的吞吐量提升 4 倍, 接入容量提升 4 倍, 时延降低了一半, 让企业在更多应用场景中可使用无线替代有线, 随时随地办公与交流, 加快创新思维的碰撞, 提升企业生产运营效率和竞争力。但是, Wi-Fi 6 时代企业全无线园区网络, 除了更大的带宽和容量, 还需要稳定的信号连续覆盖、稳定的低时延业务保障、稳定的无缝无损漫游, 让应用在摆脱线缆束缚的同时, 能够获得像有线网络一样稳定可靠的高速体验。

## 华为 AirEngine Wi-Fi 6 助力企业数字化转型

### ● 16 条空间流, 10.75Gbps, 吞吐量领先业界一倍

不是所有的 Wi-Fi 6 产品都能带来超高吞吐量, 空间流数量和有效工作频宽是影响 Wi-Fi 6 吞吐量的最关键因素。华为 AirEngine Wi-Fi 6 产品拥有 16 条空间流, 整机提供高达 10.75Gbps 的空口吞吐能力, 是业界 Wi-Fi 6 产品的 2 倍。

### ● 内置双频智能天线, 零死角网络覆盖, 让覆盖更稳

射频和天线是影响 Wi-Fi 产品性能的关键因素。华为 AirEngine Wi-Fi 6 产品拥有 16 条智能天线, 通过独特的双频共口面阵列天线设计和人工磁导材料, 在不增加 AP 体积的情况下实现了 2.4GHz 和 5GHz 双频同时具有智能天线能力, 配合华为独家 4 振子电子开关和信号方向调节算法, 并利用 Beamforming 波束赋型技术, 实现信号随用户而动, 相同位置信号强度提升 100%, 覆盖半径提升 20%。

### ● 独家无损漫游技术, “零”丢包无损漫游, 让漫游更稳

与蜂窝移动网络的处理机制不同, Wi-Fi 网络下的漫游是由终端发起的, 而终端通常又是根据检测空闲信道和信号质量来判断是否漫游。终端完成一次漫游过程中, 扫描空闲信道的时间占 80% 以上。漫游切换时间过长也导致丢包率增大, 这给语音、生产网指令下发等漫游丢包敏感的业务带来较大的影响。华为 AirEngine Wi-Fi 6 引入蜂窝移动网络中的漫游处理算法及经验, 在漫游前提前识别可用空闲信道并通知终端, 使得漫游时无需扫描所有信道, 大幅度降低了漫游切换时间, 最终实现华为终端在

漫游时切换时延低至 10ms, 语音电话无卡顿。针对工业生产中的 AGV 终端, 华为通过端管协同机制, 主动引导 AGV 小车漫游, 并在漫游切换过程中对业务数据进行备份, 漫游成功后再次将数据发送给 AGV 小车, 实现 AGV 小车在生产网中漫游时 0 丢包, 让 AGV 稳定运行不中断, 效率提升 40% 以上。

### ● 独家智能应用加速技术, 10ms 低时延让应用更稳

Wi-Fi 6 采用了 OFDMA 新技术, 可针对不同用户不同业务采用更多的子载波并发传输, 这大大降低了传输时延。但技术标准上并未对不同的业务进行分类, 且子载波分配也是随机的, 这使得部分关键用户和时延敏感业务仍然存在调度不及时或子载波分配不足导致传输等待, 从而影响业务体验, 比如 VR、AR 等实时互动业务就可能会给用户带来眩晕感。华为 AirEngine Wi-Fi 6 在 OFDMA 技术的基础上进一步优化, 通过硬件多队列机制对用户进行分组, 并利用空口切片技术将无线空口资源按业务需要进行切片, 实现转发调度和空口资源调度的多层次 QoS 保障, 关键业务时延低至 10ms, 比业界 Wi-Fi 6 低 50%。

## Wi-Fi 6 已来, 是观望还是行动?

### ● AirEngine Wi-Fi 6 改变办公方式, 提升效率, 加速创新

AirEngine Wi-Fi 6 拥有业界领先的智能天线, 信号如影随形, 边缘区域根据用户位置自动增强信号, 抑制干扰, 提升用户体验; 密集区域根据接入终端规模灵活调整覆盖方向, 始终给用户稳定

的信号质量；独家 CSON 连续组网技术，使得应用像使用有线或光纤网络一样稳定快速，加速企业园区网络全无线化进程。让企业传统的办公方式从过去的“基于固定工位的电话和 Email”走向“任意位置移动化的实时高清视频协同”，让会议走向全无线多屏实时互动，让办公变得更高效，创新更有动力。



#### ● AirEngine Wi-Fi 6 改变教学体验，激发学生学习兴趣

据斯坦福大学与丹麦大学的联合研究发现，采用无线 VR/AR 技术教学的学生，学习效果提高了 76%；在医疗教学领域，通过无线 VR/AR 实现虚拟解剖实验室，不仅解决了遗体捐赠数量有限且无法重复使用的问题，更是解决了百年来解剖学教学方式都是以 2D 平面内容为主，图谱和器官构造靠学生想象而造成学习障碍的问题。AirEngine Wi-Fi 6 拥有 10Gbps 以上的无线吞吐能力，满足各种大带宽业务，业界率先支持软件定义射频技术，在并发接入用户数提升 50% 的情况下，每终端带宽体验不下降；基于独家 SmartRadio 应用加速技术，确保多用户下的无线 AR/VR 业务时延低至 10ms，只有业界的一半，长时间观看无眩晕；让众多学生从课本转向基于无线 VR/AR 的沉浸式学习体验，让师生互动更活跃，让学习不再枯燥乏味。



#### ● AirEngine Wi-Fi 6 改变生产制造，提高企业的经营效率

生产制造场景，生产线连续稳定运行是最核心的诉求。AirEngine Wi-Fi 6 拥有业界独家 Smart Radio 无损漫游技术，支撑生产业务不中断，满足物流、生产线投料等场景下大规模高速移动的 AGV 自动运输车 7x24 小时连续运转的需要；AirEngine Wi-Fi 6 拥有 10Gbps 以上的无线吞吐能力，让工人通过 VR 实时在线接受低成本仿真培训；让技术人员任意时刻通过 AR 辅助维修，实时呼叫技术专家“现场”参与维修指导，让维修更快更准更高效；让生产部件通过超高清摄像机实时无人化视觉检测，效率和准确率数十倍提升；让工业生产从传统以人为为主的劳动密集型走向自动化，让固定的生产流程走向灵活的柔性制造，让生产成本更低、效率倍增，竞争力更强。

#### 如果有什么需要明天做的事，最好现在就开始

Wi-Fi 6 的无线网络换代将对企业的数字化转型带来质的变化。全新一代的 Wi-Fi 6 网络不仅带来了更大的吞吐量和接入容量，更带来了用户体验和业务稳定性的全面提升。华为在引领 Wi-Fi 6 标准的同时也在引领着市场，华为独家黑科技加持的 Wi-Fi 6 产品深得企业消费者喜爱，其产品市场占有率已处于业界领先地位。

我们希望这张基于 Wi-Fi 6 的高品质全无线园区网络，能真正帮助企业加速办公、生产和服务等场景的数字化转型，提升效率和体验。未来我们将与客户一起持续创新，构建基于 AirEngine Wi-Fi 6 的万物互联智简园区网络，节省企业运营成本，提升竞争力，让企业早日迈入全无线园区新时代。■



# 体验优先， 园区网络需要随“变”而变

◎ 华为数据通信产品线 魏宇鹏 / 文

近年来，Wi-Fi 6、IoT、云计算、人工智能为代表的新兴技术逐渐成熟，推动园区业务朝着无线化、云化、智能化方向加速发展。随着越来越多的关键业务承载在 Wi-Fi 网络之上，人们由仅仅关注园区网络的联接带宽、安全，变得更加关注用户的业务体验，以及网络未来可演进性。Wi-Fi 6 带来了高带宽、低时延的无线体验保障，加速了企业的数字化转型。那 Wi-Fi 6 时代下，有线交换机网络将发生什么样的改变呢？

## Wi-Fi 6 时代，园区接入网络大提速

Wi-Fi 6 AP 的理论速率高达 10Gbps 以上，实际的测试吞吐量高达 7Gbps 以上。Wi-Fi 6 AP 实现了用户的高带宽接入，但如果没有相匹配的有线网络做支撑，就无法发挥 AP 的全部性能。因此，Wi-Fi 6 AP 的上行口由千兆以太升级到了支持 2.5G/5G 甚至 10Gbps 的多速率交换以太网口。与之相连的园区接入交换机也应配置为支持 5G/10Gbps 的多速率交换机，接入交换机上行链路建议采用 40Gbps。同时，园区接入交换机还应具备 802.3bt 的 POE 供电能力，可以给无线 AP、摄像头等物联网设备供电。

需要强调的是，部署 Wi-Fi 6 AP 并不一定需要大规模的接入交换机升级，如果当前网络带宽需求不高，接入交换机不是网络的瓶颈，可以维持原状。企业可以考虑自己的实际需要及未来的业务发展选择合适的升级时机。

## 体验优先，核心层无阻塞极速转发

随着企业应用加速云化，传统园区东西向流量模型发生改变，南北向流量正在急剧增加，对园区核心的数据转发能力提出了强劲挑战。传统的园区交换机采用包交换技术，入线卡在接到用户业务流之后，基于 Hash 算法随机选择并将数据包送至交换网，交换网将数据包转发至对应的出线卡，由出线卡完成到最终用户的交付。该交换机制在低负载时没有问题，但随着用户并发率和单用户带宽提升将面临两个问题。首先，基于 Hash 算法随机选择交换网，很容易出现交换网负载不均而影响整体性能。其次，

当多个入线卡选择一致时，被选中的交换网会因并发流量过大无法正常处理，导致交换网拥塞和数据丢包。出现如下图所示的情况（A 和 B 用户同时向 C 发送业务流，交换网拥塞）。

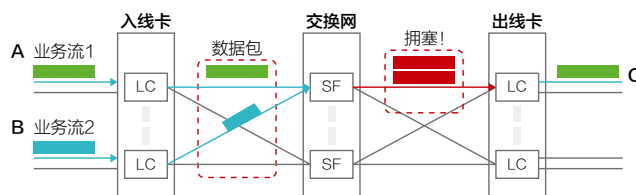


图 1：基于数据包交换的数据转发流程

华为 CloudEngine S12700E 系列核心交换机采用 NGSF（Next-Gen Switch Fabric）创新交换架构设计，将信元交换和动态负载均衡算法率先引入到园区交换机，实现园区核心无阻塞、零丢包的极速转发，解决传统核心交换机在高负载情况下基于包交换和静态 Hash 算法造成的拥塞及丢包问题。

华为 NGSF 架构信元交换更好的完成业务转发和处理：当入线卡接收到 A 及 B 用户发送的业务流之后，将数据包进行信元切片，然后基于交换网的负载情况动态选择并将信元送至最佳的交换网，交换网将从信元转发至对应的出线卡，由出线卡进行信元重组后完成到最终用户的交付。基于信元交换机制可实现交换网的动态负载均衡，充分发挥交换性能。同时，信元多路径传送避免出现单交换网超载导致网络拥塞和业务受损，从而提供更好的

QoS 保障。

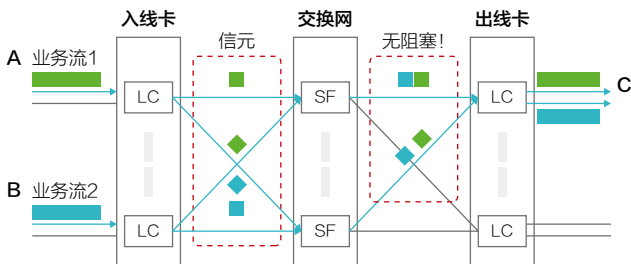


图 2：基于华为 NGSF 信元交换的数据转发流程

第三方权威机构 Tolly 的测试报告表明：华为的 CloudEngine S12700E-12 交换机可以支持高达 288 个 100GE 端口，提供 57.6Tbps 的交换容量和每单板 4.8Tbps 的带宽，性能是业界的 6 倍。

### 丰富特性加持，极简运维

华为 CloudEngine S 全系列交换机基于自主软硬件的可信架构，除了可为客户提供包括安全启动、数字签名、加密流量分析、威胁诱捕、MACSec 在内的设备级 / 网络级安全保护外，同时，可提供包括有线无线融合（随板 AC）、业务随行、横向虚拟化、纵向虚拟化（SVF）、网络虚拟化（VxLAN）、部署自动化（Netconf/YANG）、运维智能化（Telemetry）、高级安全防护（Netstream/ECA）在内的丰富高级特性。

华为是业界率先提出有线无线融合特性并推出相应方案的厂家，已经广泛部署于全球知名高校、政企、场馆、普教等中大型客户网络，经过大量真实网络的部署功能成熟，多年来深得客户认可。全新的 CloudEngine S12700E 系列交换机的可编程芯片集成 WLAN AC 功能，可满足高达 1 万无线 AP 的管理和 5 万无线用户并发接入，真正实现了园区有线及无线网络的深度融合，包括业务集中转发，设备统一管理及策略融合管控，园区的有线和无线网络从架构到管理都不再是分离的。相比业界独立 AC 或 AC 业务板（配合框式产品使用），真正做到了一台交换机完成设备、用户及策略的统一管理，节约建网和运营成本。

同时，业界领先的园区网络管控析融合平台——iMaster NCE，可为客户提供一站式网络部署、用户策略及业务保障。基于该平台，可实现园区网络 Underlay、Overlay 及 Policy 的“0”等待业务部署；及全网有线 Wi-Fi 及 IoT 终端的“0”风险终端接入；iMaster NCE 将 AI 技术应用到园区网络运维中，提供业界独有有线无线网络健康评估体系，实时感知网络状态和用户业务体验，

实现有线和无线网络故障的根因分析，质量差用户的根因主动推测，并进行主动优化，实现分钟级的故障诊断。

### 客户之选，助力企业数字化转型

华为面向 Wi-Fi 6 时代的全新 CloudEngine S 系列园区交换机，为 Wi-Fi 6 时代的高带宽体验提供有线网络保障。全球知名的 ICT 市场信息咨询、顾问和活动服务提供商——国际数据公司（IDC）发布的《IDC 中国以太网交换机市场跟踪报告 -2019Q4》，华为以太网交换机 2019 中国市场份额继续排名第一，保持快速增长之势，这已是自 2015 年以来连续 5 年占据该领域市场排行榜的榜首，进一步巩固了华为在交换机市场的领导地位。

由华为 CloudEngine S 系列交换机、AirEngine 系列 Wi-Fi 6 产品、以及全新的一站式管理分析中心 iMaster NCE，构成的华为的 CloudCampus 智简园区网络解决方案，获得 Gartner 2020 年“客户之选”。

华为在交换机市场的稳健表现，再次证明华为对于企业 / 运营商网络市场有着深刻的理解，精准把握着各行业客户的业务趋势和需求；CloudCampus 智简园区网络解决方案正在获得业界的广泛认可和信任，为客户在 Wi-Fi 6 时代实现“体验优先”的高品质园区网络保驾护航。■





# 瑞士圣雅各布公园球场： 开启智慧场馆时代

◎ 华为数据通信产品线 王燕 / 文

**圣**雅各布公园球场，位于莱茵河畔的巴塞尔市，球场凭借优越的基础设施，被欧足联评为四星级球场，承办过欧冠决赛、欧联杯、欧洲杯等国际赛事，在足球业界拥有良好口碑。这个拥有超过 4 万个观众坐席，大量商店商场，网络终端接入数量最多可达 6 万的球场，走在了数字化转型的最前沿。

你看，圣雅各布体育公园球场里：

- **无处不在的 Wi-Fi 将球场和球迷紧紧连接在了一起。**赛前，通过无线网络，球迷可以轻松查看各类比赛场次信息；到达场馆，基于 Wi-Fi 的室内导航，帮助球迷轻松找到车位和座位；休息时，还能通过 APP 远程购买饮料和食物。
- **随时随地的 Wi-Fi 也将场内外的球迷缔结在了一起。**比

赛过程中，球迷通过无线网络随时观看精彩镜头回放，场外球迷好友分享和互动；通过 APP 还能查看比赛的即时信息和数据统计，发表评论。

- **俱乐部通过 Wi-Fi 开创了新的商业模式。**Wi-Fi 网络为场馆提供了更多的运营增值方向。通过 Portal 页面，场馆的 APP 等植入赛事、广告等增值信息，为俱乐部创收。



数字化不仅改变着千行百业，改变着人们的生活方式，也改变着绿茵场上体育热血的传播方式。莱茵河边的圣雅各布公园球场是瑞士最大的专业足球场，此刻，正在开启一场智慧体育的革命。

• **场馆也通过 Wi-Fi 提升了其办公效率。**场馆工作人员通过 Wi-Fi 移动办公，安全人员通过 Wi-Fi 进行语音通信、赛事组织人员通过 Wi-Fi 移动通信进行协调配合…

在场馆部署 Wi-Fi，不同于普通的办公网络，因其高密度、大容量和服务性特点，使得场馆对部署 Wi-Fi 望而却步。总结来说，场馆部署 Wi-Fi 主要存在以下几个难点。首先，最大的难点是用户密度非常高。雅各布公园球场容量 4 万多用户，超过 6 万接入终端，用户密度远超出普通办公场景。其次，用户的带宽需求呈几十倍增长，用户上网业务从浏览网页，收发即时信息转变到高清视频通话，蓝光视频回放。最后，因为用户 / 业务类型差异非常巨大，如何进行有效识别、差异化控制，保障重要用户关键业务的体验也至关重要。

根据体育场的特点，华为从全覆盖，高密度、多用户，大带宽，简运维等多个方面考虑，提供了与球场景强匹配的高密 Wi-Fi 6 场馆解决方案，解决圣雅克布公园球场无线覆盖中所遇到的问题。根据场馆 Wi-Fi 的特点和难点，场馆 Wi-Fi 网络的设计分为三个步骤：构筑高密的接入、差异化策略保障 VIP 和关键业务体验、网络简运维易管理设计。

### 高品质 Wi-Fi 6 构筑高密接入

Wi-Fi 网络要支持如此高密的场景，需要从端到端进行保证。其中最重要的是：产品要支持高密度接入并保证高带宽的能力、针对场馆的结构特点和接入场景进行高密的无线网络规划。

对于场馆这种高密场景，信号覆盖已经不是问题，最关键的是通过合理规划控制干扰，最大化网络容量。圣雅克布公园球场的结构复杂，AP 布放和降低干扰设计是一个难题。华为独有的 3D 网规工具，根据场馆建筑结构，快速给出相应的网规方案，并进行 3D 覆盖和干扰渲染模拟，确保给出合理的 Wi-Fi 部署方案。

业界首款 Wi-Fi6 AP-AP7060DN 为场馆提供了高密度覆盖。领先的 Wi-Fi 技术不仅可以有效地从覆盖范围、接入密度、运行

稳定等方面提供高品质接入，也能充分满足高清视频流等大带宽业务服务质量要求，实现品质无线体验。

### Wi-Fi 6 黑科技保障用户体验

场馆中除了普通看台区域，还有 VIP 包房区域；除了普通球迷还有 VIP，工作人员；除了球迷上网业务也有赛场协调，赛事直播等关键业务；在网络发生堵塞的时候，保障关键用户的关键业务不受影响尤其重要。华为独家 VIP 空口保障技术，为 VIP 用户预留空口资源，保障 VIP 用户的网络体验；此外，VIP 空口保障技术与华为独家源自 5G 的 Dynamic Turbo (空口切片技术) 联动，通过对不同用户，不同业务的优先级权重，决定网络资源的优先顺序及多少，从而保障 VIP 用户和关键业务（赛事协调，直播等）的体验。

### 云管理实现网络即插即用，高效运维

此外，随着接入网络的用户终端急剧增长，业务场景日益复杂，网络部署和运维效率低下也成了高密场馆网络的痛点。网络简化部署管理，自治自愈，提升用户体验也是圣雅各布公园球场对华为提出的诉求。

华为云管理网络解决方案重新定义了体育场馆网络管理运维，通过端到端全生命周期的云管理服务，包括云网规、云部署、云运维、云网优，实现自动化、自助化、极简化的网络管理，大大降低场馆的网络运维成本。

华为基于独家 Wi-Fi 6 黑科技，为圣雅各布公园球场构建了高速、稳定、高效的无线网络，球迷，球场，俱乐部实现了三方共赢。球迷能够享受更便捷的球场服务和更好的看球体验；俱乐部能更好地进行品牌宣传和精准广告营销实现创收；球场在提升球迷忠诚度的同时，也提升了球场管理运营效率。

而这，仅仅是智慧场馆时代的开始，随着 5G、Wi-Fi 6，AI 技术的不断发展，科技将引领体育走进下一个智慧殿堂。■



# 数字之城

## 深圳国际会展中心： 大“会客厅”的大智慧

◎ 华为数据通信产品线 张生兵 张茉 / 文

**深**圳国际会展中心位于宝安大空港片区，毗邻宝安国际机场，位于全球最具发展前景的粤港澳大湾区的湾顶、穗港深经济走廊的核心、广东自贸区中心及广佛肇、深莞惠、珠中江三大城市圈交汇处，是深圳市政府投资建设的关系深圳经济特区未来发展的重大标志性工程。创下八项世界之最的深圳国际会展中心整体建成后，室内展览面积可达到 50 万平方米，将成为全球第一大会展中心，也是深圳市的新名片，这张城市新名片带来了新的数字使命。

### 如何打造全球第一的数字化展馆？

“展馆的演进，不仅是外观、设计、名称等表现上的变化，更是功能、定位、技术应用等各方面的全方位变化。我们追求的全球第一不只是面积、接待量的第一，更是数字化建设、在行业创新上的第一。”“深圳国际会展中心信息化建设负责人任春磊说到。为建成国际一流的新一代智慧化展馆，首先得为展馆建设业界领先的一流 ICT 基础网络。基于展馆需求多样化、复杂化，会展行业特色的潮汐式人流等特点，深圳国际会展中心在规划设计 ICT 基础网络架构时也面临巨大的挑战：

### ● 如何为参展商提供自助式分钟级网络开通业务？

展会活动中，各参展商对业务网络，网络带宽等需求各不相同，且展会前的展台搭建时间很短。作为展馆运营方，面对数千个参展商各不相同的网络业务开通需求，如果还是按照传统的人工方式，存在无法按时开展的风险。展馆方需要提供自助式网络开通服务，参展商基于业务场景，按需购买业务带宽即可快速便捷的开通网络服务。

### ● 如何实现会展中心基础网络的快速部署和管理？

作为全球第一大会展中心，建筑规划设计超过四万个信息接

入点，提供 IP 电话、视频会议、Wi-Fi 接入、视频监控、VR 等多种服务。而为这些服务提供网络接入，需要上千台交换机，如此大规模网络设备的快速部署和管理，则是一个需要重点解决的难题。

#### ● 如何在展馆内为 12 万人同时并发提供品质 Wi-Fi 服务？

据场馆负责人介绍，深圳国际会展中心开馆后预计将形成单日最高 40 万人流量，按照场馆最大极限数值 30% 同时并发访问的需求估算，需在场馆内为 12 万人同时提供 Wi-Fi 品质服务，对 WLAN 网络的建设提出了巨大的要求和挑战。

#### ● 如何实现展馆的智慧运营？

随着展馆需求的多样化、复杂化发展，展馆运营面临着：会场异常身份人员难识别，安防问题处理效率低；展会综合分析不全面，展会效果难评判；设备状态不可视，缺少精细化管理措施，运营成本高；人工成本高、服务质量难保证等问题。

### 智简网络，40 万人的数字纽带

如何给每一位观众、参展商带来最优的数字化体验，对深圳国际会展中心的数字化建设提出了严苛的要求。华为结合自身数字化转型经验与 ICT 领域积累，利用大数据、AI、云计算等技术，以园区智能随选网络、即插即用自动化部署、业界独家智能高密 Wi-Fi 等方案为主体，构筑了智简网络解决方案，有效的满足深圳国际会展中心智慧展会的数字化建设需求。

#### ● 园区智能随选网络

会展展会的各参展商为了实现不同业务场景的展示方式，需要向场馆运营方购买差异化的网络带宽服务。而场馆运营方为了实现网络快速开通和差异化带宽增值运营，则基于参展商的用户身份信息，通过采用华为业务随行的网络技术，实现所有参展商及观众用户的智能随选网络。华为业务随行方案是围绕用户以提供用户网络接入控制和接入体验的技术方案，通过创新的软硬件设计，使网络业务策略和网络位置完全解耦。参展商登录访问深圳国际会展中心的门户网站、微信公众号等官方平台，自助注册申请展位、网络带宽等服务并支付成功后，会展中心的运营系统和园区网络的 iMaster NCE 控制器实现联动，即时为参展商开通网络和差异化 VIP 带宽服务。华为智简网络通过将园区网络的用户体验、应用进行数字化，跨越会展中心商业意图和园区物理网络之间的鸿沟，提供真正数字化的纽带。

#### ● 即插即用自动化部署

深圳国际会展中心的上千台交换机等网络设备，已无法单纯依靠人力去逐一配置和开局。华为智简园区网络自动化部署开局

方案，IT 管理员在 iMaster NCE 控制器上基于图形化界面统一规划网络资源和配置，网络设备在展馆现场安装上电及连线后，自动注册到 iMaster NCE 控制器平台，无需本地配置，实现网络配置的自动化获取和下发。通过即插即用的自动化部署方案，网络设备的开局时间从三个月缩短到一周以内，大幅提高了部署效率。同时也大幅降低 IT 管理员后期的维护工作量，减少了会展中心 IT 网络的运维人数，从而提高整网的运维效率。

#### ● 业内独家智能高密 Wi-Fi 方案

为实现深圳国际会展中心并发支持 12 万人高带宽的使用 Wi-Fi 网络，根据会展中心各功能空间建筑结构的差异化，共部署 8000+ 台无线 AP，因地制宜的采用最合适的 Wi-Fi 覆盖方案。特别是标准展厅的人流量密集区域，全向覆盖时，信号覆盖距离难控制，干扰严重；采用传统的 AP 加外置天线的方式，安装复杂成本高且不美观。通过采用华为业内独家领先的内置定向 30 度天线的无线 AP 覆盖方案，定向精准覆盖，使标准展厅的整体用户接入并发率提升了 50%，能够充分满足会展中心内高密人群高带宽的接入。无论是参展商，还是观众，走入场馆的那一刻起，可随时随地便捷接入 Wi-Fi 网络，现场支持 4K 视频、VR 体验、AR 导航、展会直播、会议系统视频回传等大带宽业务应用，给参展各方带来了卓越的数字化体验。

### 智慧运营，全新一代绿色展馆

华为基于沃土数字化平台，通过融合通信、智慧运营管理中心（IOC）完成一体化应用平台规划，实现会展从规划到撤展全过程信息贯通，统一平台式的运营管理大大提升了会展业务运营全生命周期的营运效率。

同时，为客户建立了洞察信息、善用资源、预见问题的会展指挥舱——智慧运营监控与智慧指挥调度，保障日常运营并指导业务决策。这些数据不仅能够为展馆的日常运营决策提供支撑，也为场馆的绿色运营、可持续发展起到关键作用。“运营管理中心不仅能管理数据，也能根据场馆的人流状态动态调整水电气、设备、网络、环境垃圾等其他各类资源的管理。”深圳国际会展中心信息化建设负责人任春磊强调，“致力于在做好智慧化会展中心的同时，做到绿色运营新场馆。”

任春磊介绍说，“深圳国际会展中心其规模之庞大、实施时间之短都是很少见的，华为不仅是数字化建设的端到端提供者，更是可信赖、可依靠的朋友。我们敬佩华为，更感谢华为。”

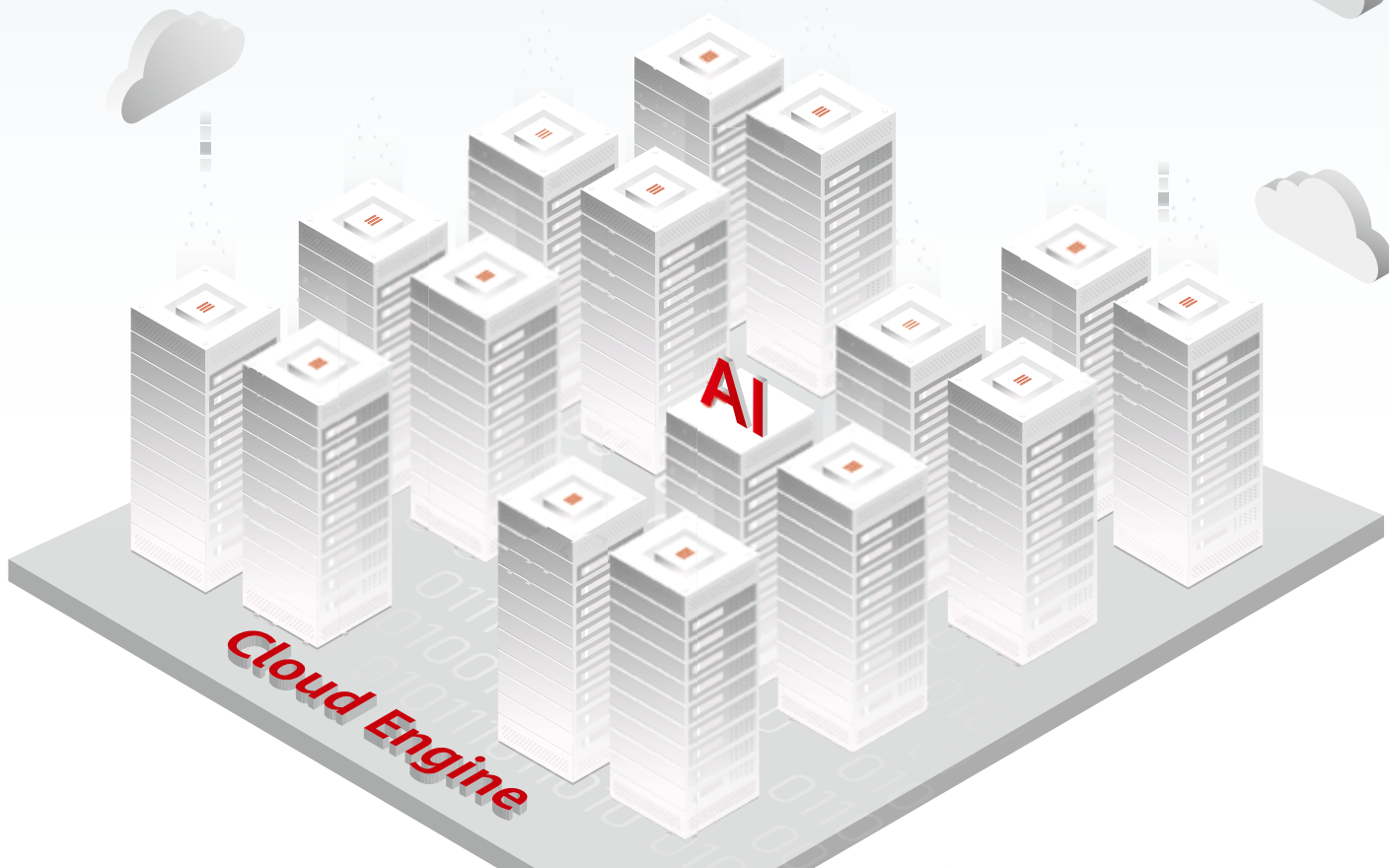
辐射湾区，放眼全球。深圳国际会展中心将依托粤港澳大湾区，打造国际范的“会客厅”，迎接来自全球各地的朋友。■

# 引领数据中心网络进入智能时代

AI已成为企业重塑商业模式、提升客户体验和开创未来的关键推动力，企业数字化进入智能升级新时代。我们回想一下：5年前，当您需要贷一笔款，从准备各种材料，去柜台排队提交申请，经过银行后台人工风险评估到通知放款，至少需要一周的时间；而现在，只需打开手机，通过人脸识别到AI智能审核，不到10分钟钱就到账。这幕后的关键就是数据中心角色的变化。目前数据中心已成为企业智慧大脑，成为企业进入智能时代的战略高地。

智能时代，效率为先，算力为本，如果说单台服务器的算力取决于处理器，那么整个数据中心的算力则依赖数据中心网络。什么样的数据中心网络才能提升数据中心运行效率，充分释放算力，加快企业的智能化进程呢？

- 智能时代，数据中心网络如何演进？
- CloudFabric，引领数据中心网络进入智能时代
- 招商银行联合华为推进网络变革，勾勒金融AI新未来
- 全球算力巅峰 Atlas 900 网络技术揭秘



# 智能时代， 数据中心网络如何演进？

◎ 华为数据通信产品线数据中心网络首席架构师 潘灏涛 / 文

**在**数据中心内部，计算是“红花”，数据中心网络 (Data Center Network, 下称 DCN) 是“绿叶”。据 Amazon 数据中心统计，计算投资占比为 57%，DCN 的投资仅为 8%。数据中心正在从云时代向智能时代迈进，智能时代算力为本，通过优化网络性能来提升计算效率，带来数十倍的计算投资成本的节省，这成为 DCN 演进的主要驱动力。

作为 DCN 演进的主引擎，计算的变化将直接驱动 DCN 的发展。数据中心计算领域近年来呈现出三大变化方向：

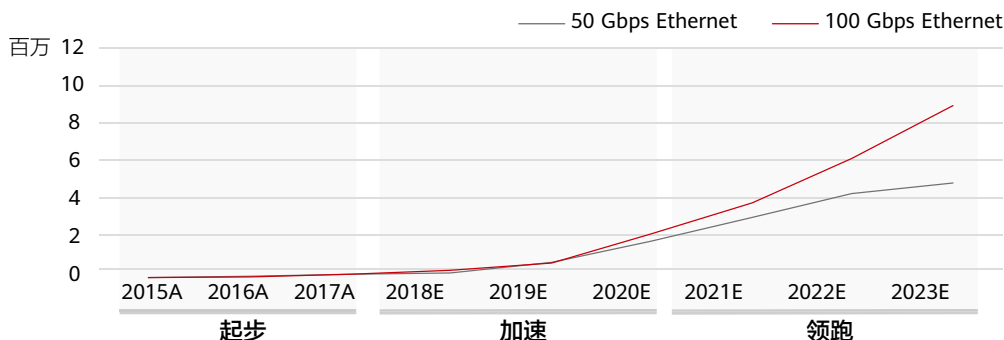
- **计算接口高速化：**阿姆达尔定律 (Amdahl's lesser known law) 表明，并行计算中，每 1MHz 的 CPU 最大能产生 1Mbit/s 的 IO。因此，一台有 32 核 2.5GHz 的 CPU 的服务器，则需要配置 100Gb/s 的网卡，才能将计算性能充分发挥出来。服务器上行对接 100GE 接入，400GE 核心转发成为越来越清晰的主流网络架构。

- **计算能力并行化：**并行化是解决应用性能扩展的成功实践。随着用户数和数据规模增大，并行化程度越来越高。据 Facebook 统计，用户在朋友圈一个“点赞”动作，会发起到数据中心 1KB 的 HTTP 请求，在数据中心内部，则放大为 930KB 的并行操作，包括 88 次 Cache 查找 (648KB) ,35 次数据库查找 (25.6KB) 和 392 次后端 RPC 调用 (257KB)。计算并行化，使

得 DCN 内部流量 (东西向) 千倍增大，加剧网络拥塞，增加了通信时间，降低计算效率，智能无损网络的出现，是大势所趋。

- **计算资源虚拟化：**1998 年，Greene (VMWARE 创始人) 等发明了服务器虚拟化技术，通过把一个物理服务器虚拟为多个虚拟机，将计算资源的平均利用率从 10% 提升到 30%；而近几年新兴的容器技术 (如 Docker, Kata, Unikernel)，通过更轻量化的虚拟层技术，进一步提升计算资源的利用率。计算虚拟化带来的动态性，彻底改变了人管理网络的方式，驱动网络迈向自动驾驶。

计算领域的三大发展方向，正在引领着 DCN 发展趋势，特别是 AI 技术的广泛使用，一方面 AI 计算带来的千万级的迭代次数、高并行度以及海量参数传递，加剧了网络压力；另一方面应用 AI 技术实现网络的自我进化，以满足计算虚拟化的诉求，也带来了新的演进思路，必将触发新一轮变革。



Source: Crehan Research  
Long-range  
Forecast - Server-Class  
Adapter & LOM  
(Jan 2019)

图 1: 50G vs 100G 网卡增长率预测



华为提出业界首创的智能无损 DCN，基于内置的 AI 芯片和智能无损的 iLossless 调度算法，重定义流量控制技术，重分布网络计算功能，100% 释放算力。>>



### 400GE DCN 网络，迎接计算节点 100GE 接口浪潮

处理器多核化以及 AI 处理器的普及，IO 带宽需求大幅增加。总线技术的发展，部分缓解了 IO 瓶颈。2020 年，PCIe 4.0@16GT/s 开始商用，IO 带宽达到 50Gb/s~100Gb/s 甚至 200Gb/s；2021 年，PCIe5.0@32GT/s 芯片也将发布，IO 带宽达到 100~400 Gb/s。

网卡速率成为提升 IO 能力的又一关键。网卡从 10GE 演进到 25GE 乃至 100GE。配置 100GE 网卡的服务器在 2020 年快速起量，成为主流。根据分析师机构 CREHAN 的预测，在 2020 年，100GE 网卡的发货量将超越 50GE 网卡，成为业界新的主流。

基于成本、功耗和生态考虑，DCN 或将跳过 200GE，直接演进到 400GE。从历史实践看，服务器网卡和网络速率之比为 1:4，即 25GE 网卡对应 100GE 网络，100GE 网卡对应 400GE 网络；从光模块架构看，200GE 和 400GE 都采用 4-lane 架构和 PAM4 调制方式，成本和功耗趋同，导致 400GE 每比特成本相比 200GE 降低一半；从光模块生态看，400GE 模块种类更加丰富，给客户更多的选择。目前，200GE 的模块种类只有 100m-SR4 和 2km-FR4 两种；400GE 的模块种类达到了 5 种，涵盖 100m、500m 和 2km。

### 计算能力并行化，驱动 DCN 向智能无损网络演进

随着计算规模增大，任务总处理时间中通信时间占比持续增大，抵消了规模增长带来的收益，

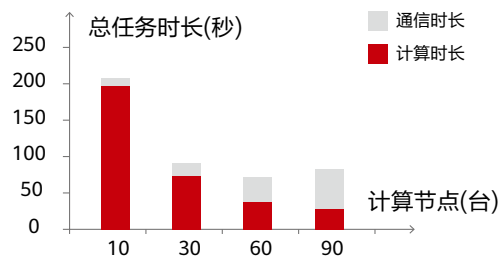


图 2：并行计算性能和节点数关系

造成集群性能的负增长。如图所示，Netflix 的分布式电影评分推荐系统中，当计算规模达到 90 台，出现拐点，计算效率不升反降。

为了降低通信占比，降低应用等待时间，增大网络规模，无损网络是必经之路。

#### ● 无损网络，最大化 25/100GE 高速接口传输效率

众所周知，应用之间通信需求是无损的。有两种实现方式：

- **无损协议 + 有损网络**：在 10GE 网卡时代，一般采用这种方式，即网络可以在拥塞时丢包，在协议层进行补救，如在 TCP 协议上部署重传机制，在发现网络丢包后，进行重传。

- **有损协议 + 无损网络**：服务器网卡进入到 25GE/100GE 时代，业界采用网卡硬化协议栈，解决协议处理消耗 CPU 过高的问题。为了硬化协议栈，协议必须简化，但这样一来又依赖网络的无损传输能力。据测算，采用实现 25~100Gb/s 带宽的满吞吐，需要消耗服务器 30% 左右的 CPU；为了解决此问题，需要在智能网卡上硬件实现协议，硬件实现协议带来的好处是高性能。业界采用远端直接内存访问 (RDMA) 协议，替代复杂的 TCP 协议，便于网卡的硬化。RDMA 协议对丢包极其敏感，据微软实验室测试，2% 的网络丢包就会造成网络有效吞吐降到 0。所以，无损网络成为 DCN 的基本特征。

#### ● 智能拥塞控制 + 智能流量调度 = 无损网络

- **无损网络，将重定义拥塞控制机制。**拥塞控制，是通过网络和端点协作，控制入网流量速率，使得入网流量和网络带宽匹配，满而不溢。网络拥塞控制的准确性，对网络利用率影响很大。过早拥塞通知，将导致计算侧过度减速，网络利用率低。过晚拥塞通知，将导致网络过载而丢包。通过 AI 算法，预测流量模型，准确地通知计算侧，控制入网流量。网络还可以基于准确的活跃流统计，为每条流分配合适的速率，避免计算节点之间探测式发送，减少突发，从而减少网络的抖动。这种基于 Credit 的拥塞机制，特别适合存储等低抖动网络上。

• **无损网络，将重定义流量调度。**在并行计算中，存在木桶效应，即最后完成的流，决定整个任务的完成时间。所以，对不同的流进行差异化的调度，降低整个任务的完成时间。在关键流或者 co-flow 识别上，AI 算法，可以发挥出重要的作用。

### 计算虚拟化深入发展，驱动 DCN 迈向自动驾驶

计算虚拟化，打破了服务器物理边界，计算资源可根据需求动态伸缩。SDN 的出现，是为了解决网络随计算而动的问题，即根据计算资源位置的变化，由 SDN 控制器动态为其构建一张逻辑网络，称为部署自动化。

• **SDN 部署自动化，大幅提升业务发放效率**

部署自动化阶段，由原来的人 - 机接口，演进到机 - 机接口，配置效率百倍提升，从小时级到分钟级。

部署自动化的第一步是简化；如果在复杂的网络环境下部署自动化，会适得其反，让事情变得更复杂。业界在 SDN 的实践中也走过弯路，最终，遵循简化优选的原则，网络拓扑简化为 Leaf/Spine，转发简化为 VXLAN，协议简化为 BGP-EVPN，网关简化为多活网关，为自动化打下坚实基础。

部署自动化的第二步是标准化；特别是 SDN 北向接口的标准化，让网络融入到云计算的生态中。Openstack 云平台成为主流，使得 Neutron 成为事实标准，加速 SDN 生态的成熟。

• **自动驾驶，实现全网络生命周期自治自愈**

部署自动化也带来两大副作用：

- **高频度变更，使得配置错误存在放大效应：**传统网络以天

计的变更频度，让管理员有充裕的时间进行检查。但 SDN 以分钟计的高频变更，让一个小小的配置错误，都放大数百倍，成为潜在的隐患。据谷歌披露，数据中心网络中 68% 的故障是由于网络变更造成的。

网络验证技术，在配置生效前，校验配置面的错误、冲突以及数据面的环路和黑洞等，可提前消除配置风险。

- **高频度变更，把运维时间压缩到分钟级：**当网络瞬息万变，传统静态网络的运维方式都将失效。如何在几分钟之内，完成故障检测、定位和恢复，成为核心需求。

智能运维，基于海量数据采集和 AI 预测算法，一方面可提前预测并排除部分故障。另一方面，当故障发生时，采用融入专家经验的知识图谱，快速找到根因，为故障恢复提供依据。

自动驾驶网络，除了部署和运维的自动化，还包括规划自动化，建设自动化和网络自优化，即“规建维优”全生命周期自动化。

### AI 是使能器，支撑 DCN 向智能无损和自动驾驶演进

无论是智能无损还是自动驾驶网络，它的最终实现和落地离不开 AI 技术应用。没有 AI 算法的支撑，自动驾驶网络和智能无损将是空中楼阁。AI 算法在语音、语言处理、图像等领域获得了巨大的成功，将 AI 技术和网络结合，也将使得网络焕发青春。如下图所示，在识别、预测、调优和质量评估等方面，学术界和工业界都投入了巨大的研究热情，也初显成效。

华为正在携手学术界和产业界，持续挖掘 AI 能力，和网络技术充分结合，持续提升计算效率，一起迈向全新的 DCN 时代。■

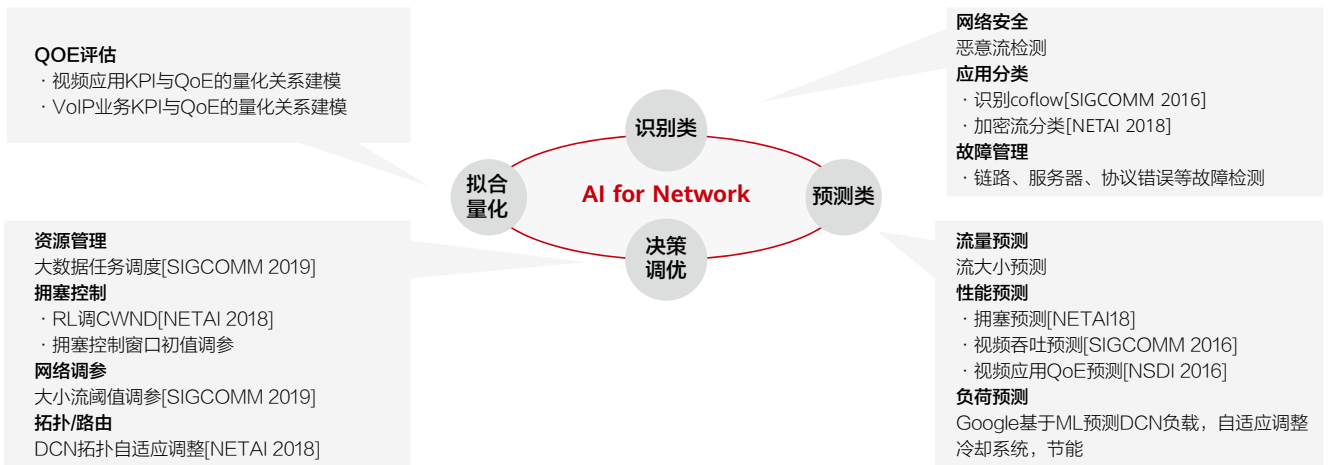


图 3: AI 技术在数据中心网络中的研究和应用



# CloudFabric，引领 数据中心网络进入智能时代

◎ 华为数据通信产品线数据中心网络领域总裁 王雷 / 文

人类社会的发展在经历了农业时代、工业时代后，随着信息化技术的发展，终于迎来了数字经济时代。据 Gartner 调研，75% 的大型企业已经将数字化转型作为企业核心战略。与农业经济关注土地和劳动，工业经济关注资本和技术截然不同，数字经济的核心生产要素已经转变为数据和智能。企业数字化转型过程中产生大量的数据，已经成为企业核心资产的一部分，然而数据本身不是目的，知识和智慧才是永恒的价值。通过 AI 从数据中挖掘智慧，实现数据的商业价值变现，成为当前企业数字化转型的主题。AI 成为企业重塑商业模式、提升客户体验和开创未来的关键推动力。+AI，标志着企业数字化转型进入了智能化新阶段。

## AI 驱动数据中心重构，数据中心网络面临新挑战

企业智能化升级驱动数据中心从云时代迈入了智能时代。相比而言，云数据中心更像是个业务支撑中心，以应用为中心，通过云平台实现 IT 资源的快速发放。而 AI 数据中心在云数据中心基础上真正演进成为商业价值中心，以数据为中心，聚焦于如何基于 AI 对数据进行高效处理。

众所周知，AI 高效运行依赖巨大算力支撑，比如一次普通的语音识别的 AI 训练涉及到 20E (1E=10<sup>18</sup>) 次的浮点计算，即使用全世界最高性能的超级计算机来计算，也需要较长的时间。

AI 的算力诉求驱动数据中心架构重塑。数据中心正走向以全闪存存储数据湖为核心，以 GPU/AI 多样化计算为算力底座的智能时代数据中心新架构。存储和计算设施正在发生颠覆性的变革：全闪存化存储介质使得存储性能提升百倍，GPU/AI 智能计算使得计算性能提升百倍。

如果说单个服务器的运行效率通过提升处理器和存储介质的性能来获得，而整个数据中心的运行效率则取决于数据中心网络的性能。数据中心网络已经成为智能时代数据中心算力释放，数据价值变现的核心关键。同时 AI 作为智能时代的使能技术，如



## 企业数字化转型进入智能化升级新阶段



图 1：AI 驱动数据中心重构

数据成为驱动经济增长的核心生产要素，谁掌握领先“数据基础设施”才能赢得未来！数据中心作为数字经济发挥价值的战略高地，如何优化数据中心运行效率，更高效的释放算力和数据价值变现已成为重中之重。

何进一步帮助数据中心网络自身完成智能升级，提升部署运维效率，成为新的机遇和挑战。

### CloudFabric 面向 AI 智能时代全新升级

作为企业数据金矿的炼金术，AI 点石成金，成为企业数字化转型到智能升级成败的关键。而 AI 技术的大量使用，驱动企业数据中心使命发生颠覆性变革。值此 AI 技术正在广泛应用于数据中心之际，为了帮助客户更好地应对新挑战，华为对 CloudFabric 数据中心网络解决方案进行全新升级。

#### ● 全球最高密 400GE，打通进入智能时代康庄大道

企业数字化带来全球每年产生数据量暴增，据华为 GIV 预测预计 2025 年将达到 180ZB，10 年增加 20 倍。当前 100GE 的数据中心网络已经无法应对未来几年的数字洪水挑战，同时从业界主流的 AI 业务服务器来看 100GE 网卡接口已经成为标配，数据中心网络 400GE 时代已经来临。

2019 年，华为发布的业界首款面向 AI 智能时代的数据中心交换机 CloudEngine 16800，全面升级了硬件交换平台，在正交架构基础上，突破超高速信号传输、超强散热、高效供电等多项技术难题，使得单槽位可提供业界最高密度 48 端口 400GE 线卡，单机提供业界最大的 768 端口 400GE 交换容量，交换能力达到业界的 5 倍，轻松应对 AI 智能时代流量倍增需求。

#### ● 业界首个 0 丢包以太网，释放智能时代算力巅峰

智能时代的核心就是引入 AI 挖掘数据价值，以深度学习为特征的 AI 计算依赖海量的数据的输入，数据的存取速度将直接影响算力的发挥。计算和存储的性能百倍提升导致传统网络的拥塞易丢包带来的网络瓶颈问题开始突显。1‰的丢包在 AI 时代会直接导致算力下降接近 50%。而随着业务负载增加和分布式计算

流量的增多，网络丢包问题将更为严重。AI 数据中心一方面算力贵，算力缺成为时代挑战，而另一方面由于网络瓶颈问题导致昂贵的算力无法充分释放。如何构建一个 0 丢包的无损数据中心网络成为面向智能时代的数据中心网络的基本要求。

华为 CloudEngine 16800 是业界首款搭载了高性能 AI 芯片的数据中心交换机，承载独创的 iLossLess 智能无损交换算法，实现流量模型自适应自优化。基于 CloudEngine 交换机构筑的智能无损 DCN，真正实现以太网网络 0 丢包，全面释放 AI 算力潜能。根据权威第三方测试机构 Tolly 测试，在同样 GPU 集群下，通过采用华为智能无损 DCN，AI 业务的训练效率比采用当前业界其他网络提升 27% 以上。



图 2：CloudEngine 16800 数据中心交换机



企业数字化转型进入智能化升级新阶段，AI 正在广泛应用于数据中心，华为对 CloudFabric 进行全新升级，率先完成数据中心网络自身的全智能化，实现了业界首个 L3 级的自动驾驶网络，引领数据中心网络进入智能时代。>>



图 3：华为智能无损 DCN

华为智能无损 DCN 目前已经应用于代表全球算力巅峰的 AI 训练集群 Atlas900 中，成为其突破性能瓶颈冲击世界纪录的关键助推器。智能无损 DCN 不仅仅是面向 AI 训练集群的高性能网络，更是代表面向智能时代数据中心的新一代网络新架构。

● 率先实现网络全智能，迈向自治自愈的自动驾驶

数据中心的规模越来越大，结构越来越复杂，有些数据中心 OPEX 支出甚至超过为 CAPEX 的三倍，数据中心的效率和成本面临结构性挑战，即便采用当前主流的 SDN 实现网络的自动部署，但是在业务意图理解，网络日常巡检，故障定位修复等方面，仍然依赖管理员。

华为首先提出自动驾驶网络的理念，在 SDN 网络架构基础上，针对网络设备、网络管理控制及上层业务编排系统，在规划、部署、运行、维护、优化和经营的端到端过程中引入 AI 技术。通过 AI 技术使得网络从自动化业务部署和动作执行，走向智能化的故障自愈，网络自我优化，最终实现网络自治自愈和无人值守。

AI 加持的全智能数据中心网络 CloudFabric 目前已经可以初步实现“智能理解业务意图、智能选取最佳网络路径、智能评估变更风险、智能

检测故障和快速定位根因”，针对 75 类常见故障，可以做到 1 分钟感知故障、3 分钟定位故障、5 分钟修复故障，率先在数据中心网络领域实现业界首个 L3 级自动驾驶网络，并获得 Tolly 第三方权威机构的认证。

全新 CloudFabric，引领数据中心网络进入智能时代

大约 2000 年左右，随着企业信息化战略的发展推进，真正的企业数据中心诞生。2010 年左右企业数字化战略提出，云计算方兴未艾之际华为率先发布业界首个云数据中心网络 CloudFabric，引领数据中心进入云时代，实现 IT 资源的弹性扩缩和自动发放。

当前企业数字化转型进入智能化升级新阶段，AI 正在广泛应用于数据中心之际，华为对 CloudFabric 进行全新升级。CloudFabric 不仅率先完成数据中心网络自身的全智能化，实现了业界首个 L3 级的自动驾驶网络，更通过全球最高密 400GE 的 CloudEngine 交换机、内嵌 AI 芯片和独创 iLossless 算法实现业界唯一的 0 丢包智能无损 DCN，释放智能时代 AI 算力巅峰，让 AI 业务运行更高效，让数据价值商业变现更充分，再一次引领数据中心网络进入智能时代。■

# 招商银行联合华为推进网络变革，勾勒金融 AI 新未来

◎ 招商银行总行信息技术部数据中心网络室经理 李云龙 / 文

**招**商银行是 1987 年在中国改革开放最前沿深圳诞生的，是中国第一家完全由企业法人持股的股份制商业银行。作为中国第一家为客户撑伞、第一家有排队机、第一家给客户发牛奶的银行，30 年来，招商银行迅猛发展，在 2018《财富》世界 500 强榜单中名列第 213 位，在《银行家》公布的 2018 年全球银行 1000 强中，招行经营绩效指标在国内银行排名第一。

## 从卡时代向 APP 时代跃迁，全力推进零售金融 3.0



图 1：招商银行从卡时代向 APP 时代的战略转型

这些成绩与招行多年来的持续战略转型密不可分。说起数字化转型，从 2014 年开始招商银行就明确了轻型银行的转型方向和“一体两翼”（以零售金融为主体，公司金融和同业金融为两翼）的战略定位。2015 年进一步提出了移动优先的策略，并且集中力量打造了招商银行两大 APP：招商银行手机 APP 和掌上生活 APP，让招商银行进入 APP 时代。2017 年招行进一步提出要以金融科技作为转型下半场的动力，实现从客户思维、交易思维的卡时代，向用户思维、旅程思维的 APP 时代跃迁，从经营静态的交易产品向构建动态的服务生态，全力推进零售金融 3.0。

目前招商银行的经营主战场从网点变成了 APP，两大 APP 已经成为连接招行最主要的载体和连接零售业务最主要的平台。截至 2019 年底“招商银行”和“掌上生活”两大 App 的月活跃用户（MAU）达 1.02 亿户。2018 年招行就提出将 MAU（月活跃用户数）作为牵引零售金融转型的“北极星”指标，在接下来

的零售金融 3.0 时代，招行会继续坚持移动 APP 的优先战略，通过“内建平台、外拓场景、流量经营”，全面推进零售金融数字化转型，构建全产品、全渠道、全客群的服务体系，打造最佳客户体验银行。

## 重构数字化运营能力，网络的三大挑战和变革

在以 APP 经营为核心的金融科技转型背后，是运用金融科技对客户服务、经营模式和组织架构的转型和计划，是 IT 基础设施的巨大蜕变和重构，同时也给网络带来了严峻的挑战。

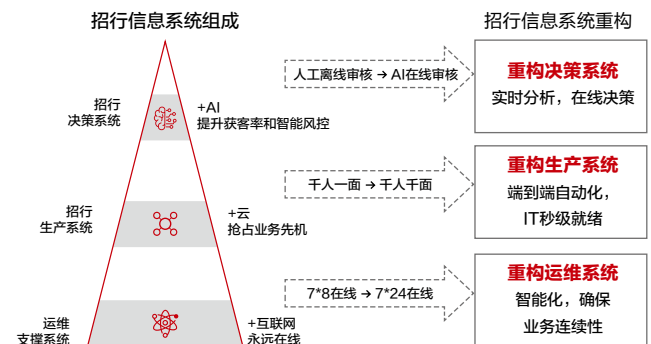


图 2：招商信息系统三个层面的重构

首先在决策系统，业务的实时性和智能化需求使得大数据分析越来越多地出现在业务链条当中，其时效性很强，AI 算法不仅与 IT 算力有关，更与网络性能息息相关。高吞吐、低时延、零丢包成为对网络的一项基本要求，传统网络限制了 AI 训练效率的提升。第二在生产系统，在 APP 时代，金融业务爆发，敏捷是



金融业从卡时代迈入 APP 时代，招商银行的经营主战场就从网点变成了 APP。关键在于通过数字化转型重构数字化经营能力，包括重构数据决策系统，重构生产系统和重构运维系统三个方面。>>

一个天然的属性，但是在传统的运营能力下，以周为单位的交付能力，以天为单位的网络策略开通能力，已经跟敏捷无法沾边。第三在运维支撑系统，数据的全互联、网络规模越来越大，流量越来越复杂，如何保证业务连续性，网络的稳定性、可视化和洞察力也急需加强。

以下从三个方面介绍招商银行在数字化转型方面的实践：

#### ● 重构决策系统，智能无损以太网实现 AI 数据中心高效运行

业务的智能化离不开大数据的支撑。数据中心内有海量的业务数据、客户数据、运维数据，且这些数据持续爆炸式增长。如何在海量数据中挖掘价值信息？招行现在有智能客服、智慧营销、摩羯智投等多样化业务，在数据不断给招行创造价值的同时，实时的数据分析也走进了招行的业务流中。数据分析的实效性要求越来越高，对网络而言，大数据分析不仅仅需要大带宽，低时延和零丢包也成为关键指标。

招行率先在分行云中做了实践，分行云是招行全行云计算战略的一个创新试点，采用了计算和存储分离的部署架构，同时为了给用户提供像访问本地硬盘一样的客户体验，招行 IT 系统引进了远程直接数据存取（Remote Direct Memory Access ,RDMA）的技术，来提升网络的整体吞吐量、降低 CPU 的消耗。RDMA 是对时延和丢包极度敏感的技术，招行实测的数据显示，1/1000 左右的丢包，就会导致整体性能损失一半，这要求网络做到零丢包。

然而传统的数据中心网络中，以太网天生就是不那么可靠的网络。幸运的是，华为 CloudFabric 数据中心网络为招行提供了智能无损以太网解决方案。采用该方案后，招行实现了高吞吐、零丢包和低时延的网络。经过实际的 AI 训练测试，一台 25G 网卡的计算节点访问存储节点的吞吐量达 2.8GByte/s，整个存储集群的吞吐性能提升 20%，效果相当于增加 4~5 次迭代 / 秒。下一步，招行正计划将智能无损以太网引入到 300 张网卡的 GPU 集群中，希望能够为招行的 AI

战略带来更大的助力。

#### ● 重构生产系统，ADN 构建全流程自动化

随着金融数据化转型，以及云计算、大数据、人工智能等全行科技战略的推进，带来的是招行 IT 基础设施指数级的增长。在 2017 年年初到 2018 年 10 月这一年多的时间中，招行全行的计算和网络资源增长的规模已经超过了过去 10 年的存量，APP 访问量已经达到 4.5 亿次 / 天，峰值高达 1.5 万次 / 秒。

量变一定会引起质变，一方面是基础设施交付的压力，一方面是业务的敏捷，均要求频繁地网络变更。如何能够构建一个全流程的、自动化的链条，使得业务的意图可以快速地落地到网络的配置中。这是招行曾面临的巨大挑战之一，招行也和华为在这方面做了联合创新和探索。

在 2017 年新建的招行某云数据中心中，有一个 2000 个节点的可用区，招行部署了华为 CloudFabric 数据中心网络。基于华为 iMaster NCE 自动驾驶网络管理控制系统配合 ZTP 零配置上线功能，招行实现了整体网络零配置上线，以及 Overlay 配置自动化下发。不仅做到业务配置的分钟级下发，将基础网络的交付从过去的两周缩短至 3 天，同时极大减轻了在资源交付阶段的压力。

但是这还远远不够，网络资源虽然敏捷交付了，后续还有永无止境的业务上线和业务的弹性伸缩。

比如，网络工程师常常面临这样的业务需求场景：业务部门打来电话，有一个 A 业务，预计业务的增长量会超过 50%，请 IT 部门帮助提供相应的基础设施保障。当接到这样的业务诉求，作为一个网络人员，我们可能是无所适从的，因为这里可能涉及 50 个服务器节点的扩容，还涉及 500 个 IP 地址的分配和相关的网络配置，更可能涉及 5000 条网络策略的开通。虽然在每一部分的工作当中招行网络工程师都已经做了一定程度的自动化，但是还不能做到全流程的自动化。总体而言，这种规模的扩容上线，评估需要耗时近一个月，同时面临很高的沟通成本以及错配、漏

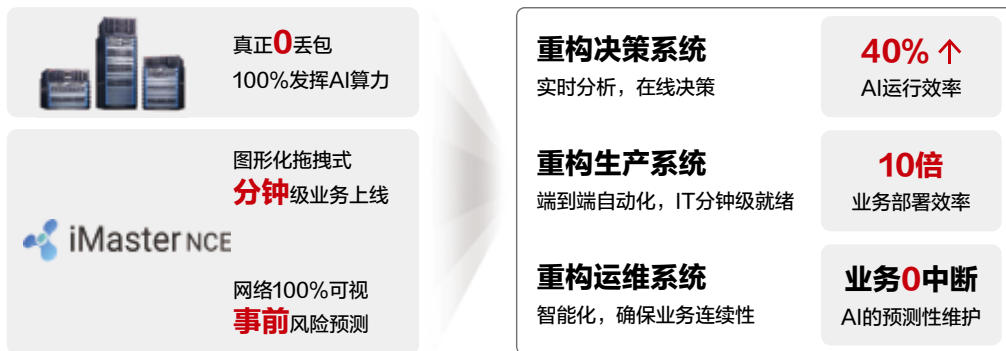


图 3：华为 CloudFabric 打造金融数字化转型最佳数据中心网络

配的返工成本，都是网络工程师需要面临的挑战。

为了解决这个痛点，招行和华为启动了一个联合创新项目，希望在自动驾驶网络（ADN）方面再次突破，将业务意图识别为网络的行为，形成策略、校验、下发、验证的一个完整闭环，将整体的网络交付时间和运营扩容时间缩短至以天为单位。

#### ● 重构运维系统，实现智能运维 1-3-5

运维通常会经历几个阶段：第一个阶段是求稳，业务上线，能不动就不动。因为变更就意味着风险，同时运维工程师希望高度可视化，追求是指标的可度量和可视化。第二阶段随着金融科技的发展，禁止变更是不切实际的，不但变更会存在，而且业务需要更敏捷的变更。在此阶段，平台的自动化成为关键。享受了自动化的红利，也会面临自动化的问题。主要挑战是网络成为了一个黑盒，传统运维已经力不从心。然而，海量运维数据也催生出基于大数据和 AI 的智能运维，进入第三阶段 AIOps。

招行云数据中心通过引入华为 iMaster NCE FabricInsight 网络智能分析器，实现基于大数据和 AI 算法的故障自动识别、智能定位和潜在风险提前预测。FabricInsight 从业务的视角向下管理整个网络，每台网络设备都是一个探针，可以对每条业务流进行全路径的运维管理，实现 1 分钟故障识别、3 分钟快速故障定位和 5 分钟故障修复。

2018 年 7 月，FabricInsight 在招行数据中心

上线不久，招行业务人员在业务系统上发现，某个渠道大数据集群和 Kafka 集群间有大量的重传告警，预计达到 30 万条 / 小时，原因无法确认。而借助 Fabricinsight 的智能分析，根本的原因被快速发现，Kafka 集群中某台服务器的一个端口对 syn.ack 的响应非常慢，从而导致大量的重传告警。本次故障，从发现问题到确认根因，只花了几分钟。并且当网络工程师将故障原因主动告知业务部门人员后，很快就得到了正面反馈，业务人员确认了访问响应慢的问题并在重启应用后，故障被消除，整个问题得到了完美的解决。

以前传统运维是什么流程呢？一定是业务人员发现访问慢了，简单自查后给网络工程师打电话，要求赶紧排查网络。网络人员又需要花费很长时间来定位问题，对业务的影响会比较大。因此网络部门会不断地被业务部门投诉，甚至成为“背锅侠”。以前的网络不透明，往往会存在很多说不清、道不明的情况。FabricInsight 让网络更加可视，让网络运维工程师拥有非常强的网络洞察能力。招行也对 FabricInsight 即将提供的更完善的智能预测和自动验证等能力更加期待，期望协助招行迈向自动驾驶网络。

在招行进行数字化转型、重构数字化经营能力过程中，华为 CloudFabric 数据中心网络提供了强大的助力。华为一直是最值得信赖的合作伙伴，在推进零售金融 3.0 的路上，我们希望跟华为一起继续创新，共同勾勒金融 AI 新未来。■

“

招行数字化转型、重构数字化经营能力的过程中，华为 CloudFabric 数据中心网络为我们提供了强大的助力。面向未来招行推进智慧零售金融之路上，华为成为招行值得信赖的合作伙伴，共同勾勒金融 AI 新未来。>>

”



# 全球算力巅峰 Atlas 900 背后的网络技术揭秘

◎ 华为数据通信产品线 刘利锋 / 文

华为在 2019 年全联接大会上发布的 AI 训练集群 Atlas 900，总算力达到 256P~1024P FLOPS @FP16，相当于 50 万台 PC 的计算能力，打破 AI 训练的历史记录，代表了当今全球的算力巅峰。这么大的算力如果运行 ResNet-50@ImageNet 只需 59.8 秒就可完成训练，排名全球第一。那么这个速度到底有多快？它的关键技术难点在哪儿？为什么华为可以做到？本文将详细解读这些疑问背后的关键技术支撑。

## Atlas900 训练集群的 59.8 秒到底有多快？

前面提到 ImageNet，我们先来看看 ImageNet 是个什么？ImageNet 刚开始是一个计算机视觉系统识别项目，是目前世界上图像识别最大的数据库，大约包含上千万张标记的样本图片，为众多的图像识别 AI 算法提供样本数据。从 2010 年开始，开始举办 ImageNet 大规模视觉识别挑战赛。ImageNet 现在成为一个业界权威的 AI 竞技场，短短 7 年内，AI 优胜者的识别率就从 71.8% 提升到 97.3%，超过了人类，极大促进了 AI 技术的飞速发展。

目前 ImageNet 已经不仅仅是一个 AI 算法竞技场，也成为众多 AI 厂商 AI 算力的竞技场，完成一次 ImageNet 训练的时间已经成为业界 AI 算力金标准。我们看看过去几年业界相关的新闻：

- 2017 年 9 月，24 分钟完成 ImageNet 训练，刷新世界纪录（UC Berkeley）；
- 2017 年 11 月，11 分钟训练完 ImageNet，DNN 训练再破纪录（UC Berkeley）；
- 2018 年 8 月，世界纪录！4 分钟训练完 ImageNet！（腾讯）

可以看出，业界毫不掩饰对于训练完成时间每缩短几分钟后的欣喜感。不难理解的是这样一个完成一次训练任务大约需要百亿万次的浮点计算，即便是用全球性能最高的超级计算机，也需要较长时间，而华为 Atlas900 训练集群一举将该训练时间缩短到秒级，取得里程碑式突破，获得 GSMA GLOMO 未来技术大奖

实至名归。

## AI 训练集群性能提升的难点在哪儿？

如何提升 AI 训练的算力，一个很容易想到的方法就是采用更高性能的处理器的基础，近几年来 AI 处理器的处理性能井喷式发展。但是一个集群往往涉及到成千上万的 AI 处理器参与计算，如何有效的协同才是当前业界面临最大的难题。

### ● 单台 AI 服务器性能看处理器

Atlas 900 AI 训练集群采用业界单芯片算力最强的昇腾 910 AI 处理器，每颗昇腾 910 AI 处理器内置 32 个达芬奇 AI Core，单芯片提供比业界高一倍的算力（256TFLOPS@FP16）。一台服务器可以配置 8 块昇腾 AI 芯片，整体浮点计算峰值能力有望接近到 P 级。

但是即便如此，远远不够完成一个 AI 训练（比如 ImageNet 训练）所要求的百亿亿次浮点计算要求，需要更多的 AI 服务器组成一个集群协同才能完成。那么是不是 AI 训练集群的规模越大，算力就越强呢？非常遗憾，答案是否定的，这也成为 AI 训练集群性能提升真正的难点值所在。

### ● AI 训练集群性能瓶颈在网络

我们知道，2 台服务器组成的 AI 集群，整体性能理论上应该是单台的 2 倍，但由于协同的开销，只能达到 1.x 倍。根据业界经验，当 AI 集群规模达到 32 个节点的时候，最高只能达到理

论性能的一半。如果再增加服务器节点不仅不能提升整体集群的性能，甚至有可能会下降。所有的 AI 训练集群都存在它的性能天花板。

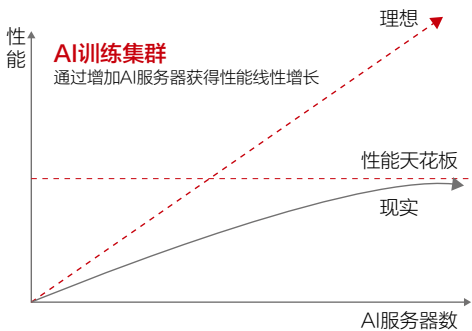


图 1: AI 训练集群性能增长曲线

为什么会发生这样的现象？详细分析原因，会发现 AI 训练集群在完成一次训练的时候会涉及到多个服务器之间频繁的大量的参数同步，一旦服务器规模变大，网络拥塞就会很严重，产生网络丢包。实测数据得知即便只有 1% 的网络丢包就可能造成接近 50% 的网络吞吐下降，而丢包率会随着服务器节点数的增加而增加，如果丢包率达到 2% 的时候，整个网络将陷入瘫痪状态。不难看出，网络丢包成为 AI 集群性能提升的瓶颈，也成为 AI 集群性能提升的天花板。

### 华为是如何攻克这一难题的？

作为全球最快的 AI 训练集群 Atlas 900，实现了数千颗昇腾 910 AI 处理器组成的上百台服务器节点互联构成。Atlas 900 如何突破性能天花板，确保这几百个服务节点之间的高效无损互联，不造成算力损失，构建一个 0 丢包的网路成为需要解决的首要问题？

#### ● 七年磨一剑，瞄准智能无损

早在 2012 年，华为为了应对未来数据洪水挑战，投入数十个科学家开始新一代无损网络的研究，致力于构建 0 丢包、低时延的以太网。七年如一日，经过多方向多路径的艰难探索，通过 AI 技术实现网络拥塞调度和网络自优化的 iLossless 算法方案，取得了突破性的进展。iLossless 算法为以太网的流量调度提供了智能预测能力，根据当前流量状态可以精准预测下一刻的拥塞状态，提前做好预留和准备。就好像我们看到警车开道就可以提前预测可能戒严的拥塞路段，根据机场航班起飞和降落的密集度可以预测机场高速的拥塞程度，提前做好调度，从而提高交通的通行率。

不过 iLossLess 算法作为 AI 算法，它的真正商用还必须依赖大量样本数据的训练，华为在过



七年磨一剑，瞄准智能无损，早在 2012 年，华为为了应对未来数据洪水挑战，投入数十个科学家开始新一代无损网络的研究，致力于构建 0 丢包、低时延的以太网，取得了突破性的进展。>>

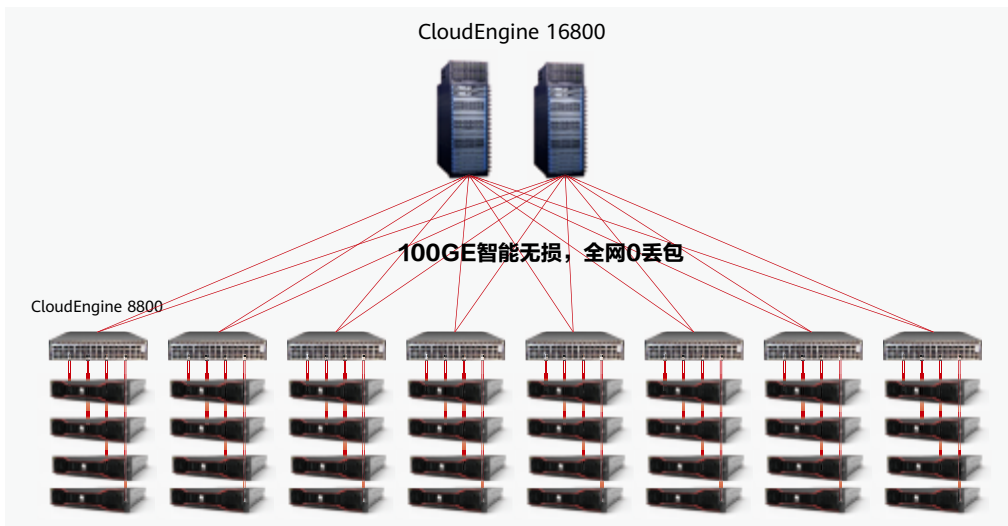


图 2: Atlas 900 系统网络联接架构示意图

# AI集群，算力巅峰



去的几年来与数百个客户联合创新，基于客户的现网运行场景和独创的随机样本生成技术积累了数千万的有效样本数据，训练的效果达到了理想目标，在任何场景下都实现了 100% 吞吐下的 0 丢包。

这一创新成果终结了以太网四十多年来一旦拥塞容易丢包的历史。目前在华为主导下，IEEE 已经成立了 Nendica (IEEE 802 “Network Enhancements for the Next Decade” Industry Connections Activity) 工作组，成为以太网技术标准发展的新方向。

## ● 业界唯一 0 丢包的以太网，助力 Atlas 冲击全球算力巅峰

2019 年初，华为发布了业界首款面向 AI 时代的 CloudEngine 数据中心交换机，率先将 AI 芯片内嵌交换机中，独创 iLossless 智能无损交换算法得到了最佳的运行平台，目前算法、算据和算力三大 AI 关键要素全部具备，新一代 CloudEngine 交换机完成了多年核心技术研发成果到商业落地的突破。

采用 CloudEngine 系列交换机组成智能无损的全网 0 丢包以太网。Atlas900 就是这样的 0 丢包以太网连接而成，0 丢包的以太网为 Atlas 集群内的每一个 AI 服务器提供 8\*100GE 的接入能力，从而实现百 TB 全互联无阻塞 0 丢包专属参数同步网络。基于全球最高密度 400G 的 CloudEngine16800 构筑的智能

无损 DCN，不仅满足 Atlas 当前集群的 0 丢包诉求，更支持大规模 400GE 组网演进，为未来的 Scale-out 性能线性扩展提供了保障，确保持续的性能巅峰。

华为智能无损 DCN 真正实现 0 丢包，100% 释放 AI 算力，助力 Atlas900 冲击并持续保持全球算力巅峰。

## 智能无损 DCN，引领智能时代三网融合 DCN 架构

华为智能无损 DCN 不仅仅是面向 AI 训练集群的高性能网络，更是代表面向云和 AI 数据中心的下一代网络新架构。它在全闪存分布式存储、分布式数据库、以计算为核心的 HPC，以及大数据场景，都有极强的性能优势。第三方权威机构 Tolly 测试结果表明，0 丢包的智能无损 DCN 提升了 30% 的业务性能，完全可以和专网相媲美。

构建一张融合的数据中心网络一直是网络运营者的梦想。华为智能无损 DCN 的发布，使得数据中心三网融合成为可能。目前在华为云、招行分行云、百度、UCloud 等全球 47 个数据中心得到商用部署，实现计算网，存储网和业务网的归一化。据测算，统一融合的数据中心网络部署后可带来 TCO 降低 53%。

智能无损数据中心网络，正在成为智能时代三网融合 DCN 架构的基石！■

# CloudEngine

## 数据中心交换机

连续两次荣获2019 Gartner Peer Insights  
“客户之选” 荣誉称号

- 业界最高密768个400GE，1台顶5台
- 业界唯一内嵌AI芯片+独创iLossless算法
- 业界唯一的0丢包以太网，算力提升30%
- 唯一实现1-3-5智能运维

\* 1-3-5: 故障1分钟发现, 3分钟定位, 5分钟恢复



引领智能IP网络

# 引领广域网络 进入全业务智能时代

伴随数字化转型的浪潮，数字化技术正在加速企业生产和经营模式的重塑。对企业而言，数字化转型的根本是通过对业务模式、业务流程、企业组织的改造，让所有的业务都能够基于数据进行驱动，实现更好的客户体验和更高的组织效能，从而推动业务的增长。

在数字化转型过程中，大数据成为企业的核心竞争力。企业需要打通总部、分支、外联协作单位之间的网络互联，使能数据在企业内部高效流通。但在当前企业网络尤其是广域网中，专网林立造成了众多的信息孤岛，IP 尽力而为的特性和故障定位手段的匮乏又使得网络质量难以保障。因此，一张拥有全业务承载能力的智能广域网，将成为企业数字化转型成功的关键。

- IPv6+，下一代互联网关键技术
- 智能 IP 网络，引领广域网进入全业务智能时代
- 5G AR 路由器，打造超宽优质的企业广域互联新网络
- 智能广域网络解决方案成功通过 EANTC 测试
- 中国农业银行：打造面向未来的新一代云互联网
- 中国建设银行：5G+ 智能银行，营销服务新阵地





# IPv6+， 下一代互联网核心技术

◎ 中国信息通信研究院 田辉 / 文

20世纪后半叶，随着集成电路、计算机、光通信、网络为代表的信息通信技术不断取得突破，基于TCP/IP的互联网技术迅猛发展。互联网已经渗透到全社会的方方面面，深刻的影响到人类的生产和生活组织方式。同时伴随数字化的蓬勃发展，各行各业都在加速数字化探索和转型，广域网络作为企业数字化转型的底座，所有支持企业数字化转型的技术和应用如车联网、工业互联网、全息通信、物联网 (IoT) 以及互联网金融等都对行业广域网络提出了新的需求。

## 网络技术的演进趋势

### ● 云网加速融合的需求

随着云计算技术和产业的发展，企业越来越多的业务和数据被迁移到云端，网络上已经存在着大量可以提供计算功能、存储能力的IT基础设施资源。目前，云计算基础设施的云内网络、云间网络 and 用户上云网络尚不能构成一个有机整体，无法实现对资源的端到端管控。碎片化的云不能作为一个整体的IT资源池为用户提供服务，便很难成为ICT基础设施的组成部分。

云要发挥作用，最关键的是企业可以使用“云”，云到企业之间网络的条件和能力是关键。当前“不可知、不可管、不可控、不能保证安全、提供尽力而为信息传输能力”的网络，尚不能按照用户要求提供灵活IT能力。因此，云与网络加速融合，实现按需的IT资源分配能力，保障IT资源得到充分灵活应用，才能

支撑企业快速释放“数据”潜能，从而创造更高的商业价值。

### ● 5G的业务承载的需求

5G是人类将数字化从个人娱乐为主，推向全联接社会的起点，5G应用将带来更加丰富的沟通方式和更加真实的体验。与以往移动通信系统相比，5G多样化的应用场景需要满足更加极致的性能挑战，对传输网络提出了全新的低时延、移动性和海量连接等要求。同时5G RAN自身架构的改变（比如AAU、CU、DU分离部署）也对传输网络提出了低时延的需求

### ● 企业业务体验保障的需求

随着ICT逐渐成为企业的核心系统，所有的业务都逐渐开始基于“数据”的驱动，来实现更好的组织效率提升和更优质客户的服务，从而实现商业成功；广域网络作为“数据血液”的关键载体，是保障业务质量的生命线，虽说公共业务如邮件、即时通



信办公业务等对网络的带宽、时延不敏感，但如何保障生产业务的质量至关重要；以电力行业为例，继电保护、SCADA 监控等业务需要稳定的带宽，否则可能会带来电力保护失效等故障，引起严重后果。以金融行业为例，联机交易、线上收付款等业务要求稳定的时延，否则可能造成交易延迟甚至失败。在进行带宽、时延保障时，由于企业应用种类繁多，不同应用对带宽和时延要求各不相同，因此广域网络必须具备应用级智能选路和关键业务质量保障的能力。

● **对广域网络的特征要求**

行业广域网络不仅要求云网加速融合、多种类业务的体验保障，也还需要更高效的网络运营能力等，从技术的角度看，需要满足以下特征：

- **网络可规划能力。**网络层功能需针对特定场景采用相应的带宽保证策略。在制定带宽保证策略时，以端到端时延作为触发机制。采用更多、更准的网络底层参数作为传输层策略的判断依据。传输层设计需要针对普适场景的可靠 / 不可靠传输需求，支持上层应用的各种特征，确保传输层带宽预留保障策略更好地匹配业务需求。

- **网络和应用状态感知能力。**网络状态感知是实现网络资源管控的基础。网络状态需要首先被实时、精确、完整地监测与感知，包括网络的可用性、利用率、吞吐量、链路或网元的拥塞状态、

流的真实传输路径等。基于感知到的实时、准确、完整的网络状态数据，资源管控系统需要做出全面、精准的管理与控制决策，包括合理调度分配计算、存储及网络资源，制定安全控制策略，提高网络整体利用率，提升用户体验。

- **端到端业务自动化能力。**云内网络、云间网络和云接入网络分别面临不同的挑战，采用了不同的技术（云内采用 VXLAN、云间采用 MPLS、云接入采用 MPLS、IPSec）。业务部署时需要逐段对接，分布在不同数据中心的 IT 资源无法统一调配，难以实现业务自动化。引入一种能够兼容、统一现网技术，屏蔽不同网络之间差异的技术体系，从而实现资源统一管理，业务统一发放是云时代的必然需求。

**IPv6+，下一代 IP 网络核心技术**

恰当的时间出现恰当的技术。以 Segment Routing over IPv6 (SRv6) 为基础的 IPv6+ 技术恰好满足了 5G 和云时代的需求。数据通信网络在经历了实现网络可达的 Native IP 时代、多业务综合承载的 MPLS 时代后，将迎来了自动化、智能化、云网协同的 IPv6+ 时代。

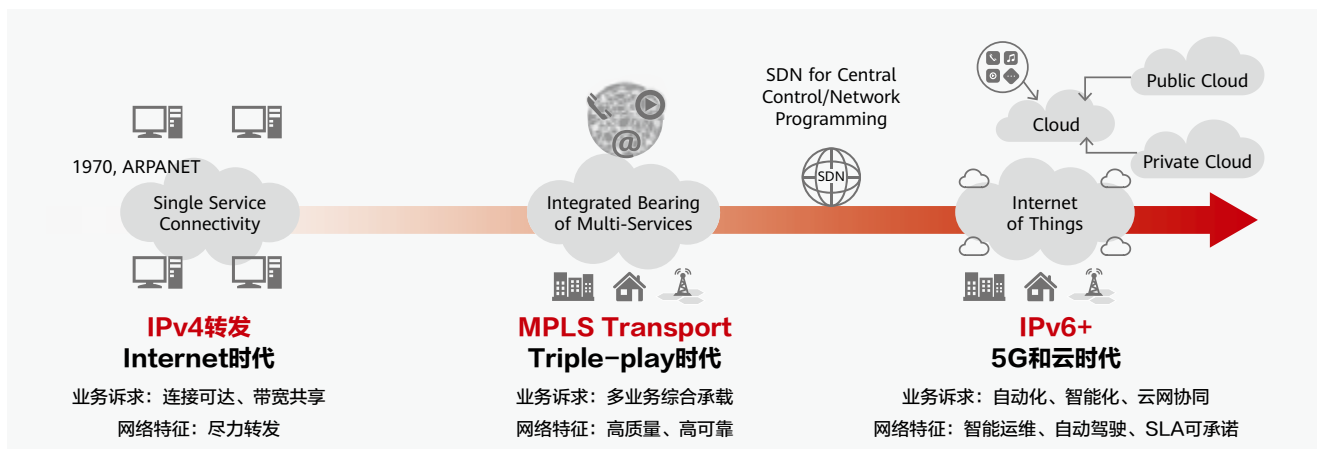
● **Segment Routing over IPv6**

Segment Routing over IPv6 (SRv6) 是基于 IPv6 的分段路由 (Segment Routing, SR) 技术。分段路由技术为每个节



**IPv6 不是下一代互联网的全部，而是下一代互联网创新的起点和平台。随着 IPv6 的规模部署，以 SRv6 为代表的 IPv6+ 技术将在网络中广泛应用，形成像 MPLS 一样的一个时代，构建出自动化、可承诺的下一代网络，推动云业务的迅速发展的同时，助力企业数字化转型加速。**

——中国信息通信研究院田辉



### 数据通信网络代际演进

点或链路分配 Segment，头节点把这些 Segment 组合起来形成 Segment 序列，指引报文按照 Segment 序列进行转发，从而实现网络的编程能力。SRv6 是采用 IPv6 地址作为 Segment 标记。因此 SRv6 可以与 IPv6 网络无缝集成，只需在关键节点使能 SRv6，就可以具备网络可编程、跨域部署、流量工程、快速倒换等能力。这样 SRv6 可以兼容 overlay 网络（VXLAN 技术）、underlay 网络（MPLS 技术）以及其他以 IP 为基础的网络（IPSec、GRE 等）。

SRv6 具有如下优势：

- **简化的协议。**SRv6 几乎只采用内部网关协议（Interior Gateway Protocol, IGP），不再像 MPLS 那样在 IGP 的基础上还要 LDP、RSVP-TE 等协议，降低了运维的复杂度。

- **良好扩展性。**现有网络实现流量工程（Traffic Engineer, TE）时一般采用 RSVP-TE。这是一种软状态协议，网络中的每个节点都要感知到每条路径的状态，协议开销大限制了 TE 隧道数量，难以部署维护。SRv6 路径编程则是在头结点进行，海量的路径都是依赖于有限链路和节点的 Segment 组合，网络中间节点几乎不感知路径状态，理论上可以支持无限连接，具备很高的扩展性。

- **优秀的可编程性。**SRv6 的 Segment 类似于计算机的指令，通过对 Segment 的编排可以实现类似于计算机指令的功能。具备非常好的灵活性，可以灵活建立满足不同需求的路径，保障业务时延、优化转发路径保障业务 SLA，甚至可以对增值业务进行编程，释放网络的价值。

- **更可靠的保护能力。**SRv6 能够提供全网覆盖的快速重路由（Fast Re-Route, FRR）保护，解决了 IP 网络长期面临的技术难题，能够在满足网络扩展性的前提下，达到完全的 FRR 可靠性保护。

- **良好的兼容性，实现端到端自动化。**SRv6 采用了以 IPv6 地址为基础的编址方式，只要 IPv6 可达的网络都可以部署 SRv6，可以在不损失网络能力的基础上完美兼容当前的所有 IPv6 网络。业务发放由原来的逐段发放变为只在两端业务节点部署，实现业务自动化。

### • IPv6+，下一代互联网核心技术

为了满足广域网络的灵活组网、按需服务、差异化保障、网络可视化等需求，出现了以 SRv6（网络基础隧道）、VPN+/Slicing（网络分片）、Detnet（确定性网络技术）、iFIT（随路流检测技术）、BIER6、APN6（应用感知网络）等协议为代表的 IPv6+ 技术体系。这个技术体系实现网络统一部署、灵活编程、任意扩展，并支持网络可视、应用感知、弹性分片等能力，将成为下一代互联网部署的核心技术。

### 总结展望

IPv6 不是下一代互联网的全部，而是下一代互联网创新的起点和平台。随着 IPv6 的规模部署，以 SRv6 为代表的 IPv6+ 技术将在网络中广泛应用，形成像 MPLS 一样的一个时代，构建出自动化、可承诺的下一代网络，推动云业务的迅速发展的同时，助力企业数字化转型加速。■



# 智能 IP 网络，引领广域网进入全业务智能时代

◎ 华为数据通信产品线城域网路由器领域总裁 陈金助 / 文

**当**前，伴随数字化的浪潮，各行各业都在加速数字化探索和转型。对企业而言，数字化转型的根本是通过对业务模式、业务流程、企业组织的改造，让所有的业务能够基于数据进行驱动，实现更好的客户体验和更高的组织效能，从而推动业务的增长。企业数字化转型的终极目标就是让企业沉浸在数字之中，让数字如血液般在企业内部流动。

所有支撑企业数字化转型的技术，如云、物联网 (IoT) 等，本质上都是以网络为中心的。这意味着网络尤其是广域网对数字化转型的成败有直接影响。例如：在电力行业的数字化变革过程中，需要实现电力生产业务的远程检测和远程控制，那么承载检测和控制信息的网络至关重要，网络质量劣化会影响生产状态的有效监测甚至引发生产事故。

因此，可以说广域网是企业数字化转型的底座。在迈向数字化转型终极目标的道路上，广域网大致经历了办公互联、业务专网和全业务智能三个时代。

• **第一代是从 2000 年开始的办公互联时代。**伴随着 Word、Excel 等工具的出现，办公实现了数据统计和文档写作电子化，完成了办公信息载体从纸件介质向电子化的飞跃。这个阶段的广域网络带宽需求较小，物理接口主要为 E1/STM-1/FE；网络以连接可达为目标，业务 SLA 要求不高；网络运维手段以命令行行为主。

• **第二代是从 2010 年开始的业务专网时代。**ICT 开始进入企业的生产系统，企业出现了生产网、办公网等用途的多张独立专网。其中，生产网以 SDH 网络为主，强调高质量承载。办公网随着视频业务、数据集中管控等需求的出现，向更大带宽演进，物理接口以 GE/2.5G/10G 为主；SLA 要求不高，通过基础的 QoS 即可实现质量保障；运维方面，则是通过简单的工具实现初步的自动化。

• **第三代是从 2020 年开始的全业务智能时代。**面向工业互联网、IoT、上云等业务，ICT 成为企业的核心生产系统，需要整合研发、制造、财务、营销等不同领域的的数据，进行大数据分析

和协同，企业的生产、决策、运营由各种数据来驱动。企业需要全网络融合、大数据互通，全业务智能运行在一张广域网络上。

## 全业务智能时代，广域网络面临三大挑战

• **第一，带宽的挑战。**在接入方面，需要考虑全业务承载后生产业务丰富的接口支持，例如电力行业的 E1/POS/PCM 接口、金融行业的 E1/POS 接口等。在流量方面，视频会议等大带宽业务正在兴起，以 4K 清晰度的视频会议为例，一个 20 方的视频会议需要 100Mbps 左右的稳定带宽。

• **第二，业务体验保障的挑战。**在全业务一张网的趋势之下，生产类业务的时延等体验保障成为刚需。以金融行业为例，联机交易等业务要求稳定的时延，否则可能造成交易延迟甚至失败。

• **第三，智能运维的挑战。**随着网络规模逐渐增大、业务上云等，网络自动化部署、快速故障定位、流量调优等显得愈加重要。以故障定位为例，某大型 OTT 网络中业务从用户到数据中心平均要经过 32 个网络节点，中间可能经过的路径多达上千条，业务质量很难做到可视，网络故障定位时长长达天级甚至周级。

## 智能 IP 网络，引领广域网进入全业务智能时代

针对全业务智能时代带来的需求，华为基于多年的创新和积累打造了智能 IP 广域网解决方案。智能 IP 广域网解决方案基于 NetEngine 系列智能路由器实现智能超宽，支撑全场景覆盖、业务按需接入，并通过 FlexE 网络切片实现关键业务带宽可保障、灵活调配，支撑办公、生产全业务一张网承载；通过 SRv6 实现时延可承诺，打造智能联接，支撑全业务最优体验；基于业界首





# 5G AR 路由器，打造超宽优质的企业广域互联新网络

◎ 华为数据通信产品线广域网络领域总裁 顾雄飞 / 文

广域网是企业业务云化部署、跨地域互通，与外部世界进行网络交互的关键通道，是企业业务的核心承载网络。当 5G 到来，企业进行全面的业务智能化升级，数字化进程不断加快。这意味着企业广域网的数据通过量、业务承载量都将发生质的飞跃。这种情况下，广域网是否能适配 5G 时代的网络业务需求，同时是否能将 5G 特性转化为企业的网络资源红利，就成了企业广域网的新挑战。

华为发布的新一代 5G AR (NetEngine AR 系列) 企业路由器，提供强大 5G 上行能力和 3 倍业界的转发性能，更重要的是，5G AR 全系列支持 SD-WAN，同时内置创新的 A-FEC 视频优化算法，能很好的满足企业分支 3-5 年广域网络带宽激增以及品质体验的需求。

## 5G 超级上行，使能高速企业互联

4G 时代主要面向 2C 消费者，网络能力主要以下行流量为主。5G 时代万物互联，2B 行业应用的海量数据将自下而上的产生，上行大带宽、低时延成为新需求。以银行为例，随着 5G 的到来，银行互动机器人、智能柜员机、VTM 太空舱、AI 客服等一系列新能力被纳入了银行的业务体系，使能传统网点向以营销 & 服务型为主的智慧网点转型。这些创新业务系统都需要大带宽和低时延的广域网络作为保障。传统专线带宽只有 2M-4M，无法满足大带宽的需求，而 4G 链路由于带宽不足、稳定性不够，一般只能作为备份链路使用。

5G AR 采用了全球首个商用的 5G 双模芯片 Balong 5000，并且加持华为领先的 5G 超级上行黑科技，大幅提升 5G 传输速率，降低空口时延。

5G NR 的双工模式包括 FDD 和 TDD。FDD 叫频分双工，上行和下行分别在两个独立的、对称的频率信道上传送。这就好像是双向车道，两个方向的车辆各行其道，互不干扰；TDD 叫时分双工，上行和下行在同一频率信道上传送，两者通过时间间隔来分离。这就好像是潮汐车道，需要分时段来控制车辆通行方向。

华为 5G 超级上行技术，将 TDD 和 FDD 协同，这就相当于在 TDD 的基础上加开了一条 FDD 上行车道，从此上行车辆不用分时段限行，全时段畅通无阻。当 TDD 3.5G 频段传送上行数据时，

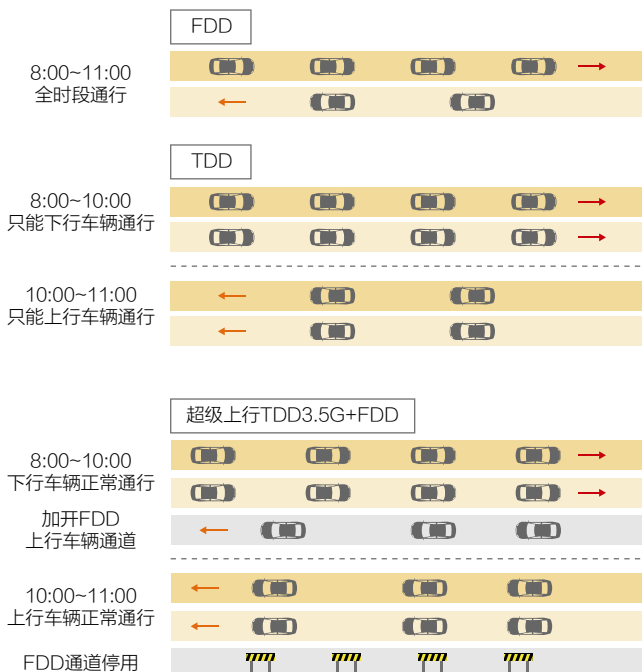


图 1: 5G 超级上行原理

随着 5G 时代的到来，人工智能、物联网、AR/VR 等前沿技术正走进人们的生活和工作中。这些创新技术的出现，使企业广域带宽需求快速增长。根据 Gartner 的分析，每 3 年企业广域网络的流量翻倍。面对带宽激增的趋势，企业路由器必须要有强大的业务处理能力，才能保证优质的业务体验。

FDD 上行不传送数据，这样可以充分利用 3.5G 频段的 100M 带宽。当 3.5G 传送下行数据时，FDD 传送上行数据，从而实现了 FDD 和 TDD 时隙级的转换，保证全时隙均有上行数据传送。

5G 超级上行是无线通信首个时频结合的技术，能提升 5G 用户上行速率 20-50%，满足智能银行、远程医疗、智能工厂等行业的上行大带宽需求，使能企业广域高速互联。5G AR 不但支持 5G 网络，也可实现 3G/4G/5G 全网通，并且灵活支持 NSA 非独立组网和 SA 独立组网。

### SD-WAN 智能选路和 A-FEC 视频优化算法，保证高品质应用体验

在今天，企业联接的网络终端数量，以每年 10 倍的速率增长，85% 的企业业务已经可以在云端完成部署，并且企业全云化的趋势在不断推进。而 5G 到来，企业随时可能接入全新的智能化业务，甚至发展出全新的业务体系。快速增长的广域带宽需求导致广域链路极易拥塞，关键应用的体验得不到保证。SD-WAN 通过软件定义网络的方式，综合利用应用识别、智能动态选路、QoS、广域优化等技术，优化企业实质业务层的应用体验，解决企业广域互联中应用体验的保障问题。

5G AR 全系列支持 SD-WAN，通过实时监控网络的质量，并根据应用对 SLA 的质量诉求，在多条不同网络质量的广域链路上，动态、自动地选择符合应用 SLA 质量要求的网络路径，同时兼顾广域网络的整体使用效率。做到基于链路质量选路、负载均衡选路和应用优先级选路的多种选路方式，保证关键应用始终在优质的链路上传输，为企业客户提供高品质的应用体验。

新冠疫情的特殊时期，企业业务模式发生实质变化，各种非接触连接商业与服务加速兴起，如在线教育、远程办公、远程医

疗等。远程办公人数呈指数增长，华为 WeLink 视频会议每天增长 100%。全国学生停课不停学，22 个在线教育平台、2.4 万节在线课程，2.7 亿学生“宅”家上课。这些变化都导致视频业务成为各行业最重要的应用之一。而视频是一种典型的丢包敏感业务，广域网络中存在流量突发和拥塞，链路容易丢包，这对于视频业务来说是不能接受的。所以广域应用优化也是 SD-WAN 应用体验保证的关键技术之一。

业界普遍使用 FEC (Forward Error Correction, 前向纠错) 来保证视频的体验。FEC 通过在视频发送端增加冗余包，接收端根据该冗余数据对丢失的数据包进行恢复。华为独创出基于低密编码的 A-FEC 算法 (自适应 FEC)，该算法根据丢包率计算需要的冗余率，同时根据连续丢包数按需实时更新冗余率，从而实现在网络状态发生变化时，及时调整 FEC 的冗余率，减轻或消除链





5G AR 作为广域出口路由器，提供超宽 5G 管道，超强业务处理能力，同时通过 SD-WAN 保证高品质的应用体验，构建一张高速、优质的广域互联网络，助力企业数字化转型。>>

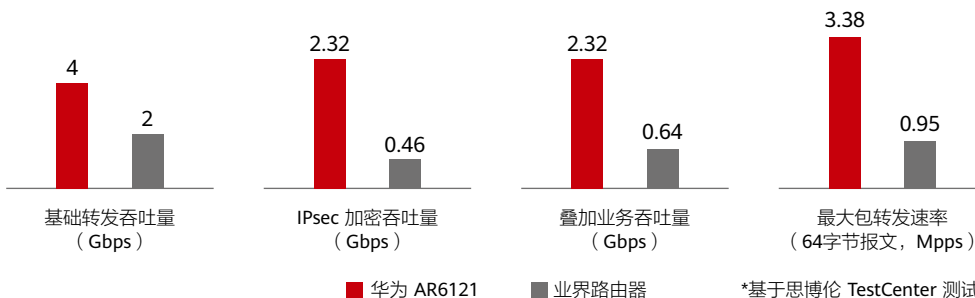


图 2: 华为 NetEngine AR6000 系列路由器与业界路由器性能对比 (主流款型)

路丢包对传输效果的影响。通过 A-FEC 算法能做到在 20% 丢包情况下，视频应用无卡顿无花屏，同时提升链路使用效率。

AR 的高性能通过了 Tolly 的权威测试。欲了解更多测评信息，可以参考《华为新一代 NetEngine AR 企业路由器 Tolly 测试报告》。

### 3 倍高性能，满足广域网未来 3-5 年业务发展诉求

5G 带来了百倍带宽的增长，而 SD-WAN 又增加了业务处理的复杂度，开启 SD-WAN 业务之后，传统路由器的性能会下降 80%。所以高性能企业路由器就变成了企业对广域网升级的主要呼唤。5G AR 创新性采用多核 CPU+NP 的异构转发架构，这是企业分支路由器在转发技术领域的一次重大技术变革。硬件方面，通过 NP 网络处理器快速卸载 L2-L4 层流量，实现基础业务高速转发；同时集成 IPsec、HQoS、SEC、应用识别、应用优化等五大硬件加速引擎，转发性能得到进一步提升。软件层面，自研创新 Ultra-fast 算法，最大程度发挥多核转发能力。硬件 + 软件的双重技术创新，使能业界 3 倍的转发性能。华为 5G

### 总结

5G SD-WAN 的浪潮构成了企业广域网的主要技术与解决方案体系变局，推动着企业业务智能化和云化。在中国建设银行发布的数据中，智慧银行替代传统柜台银行，扩大了客户自助业务服务范围，可提供 327 个常见快捷金融服务，极大提升了金融业务办理效率。这个体系化变迁背后，就蕴含着企业广域网的升级。华为 5G AR 助力建设银行进行“5G+ 智能银行转型”，通过 5G SD-WAN 网络支持互动机器人、智能柜员机、VTM 太空舱、AI 客服等一系列创新银行业务。

5G AR 作为广域出口路由器，提供超宽 5G 管道，超强业务处理能力，同时通过 SD-WAN 保证高品质的应用体验，构建一张高速、优质的广域互联网络，助力企业数字化转型。■

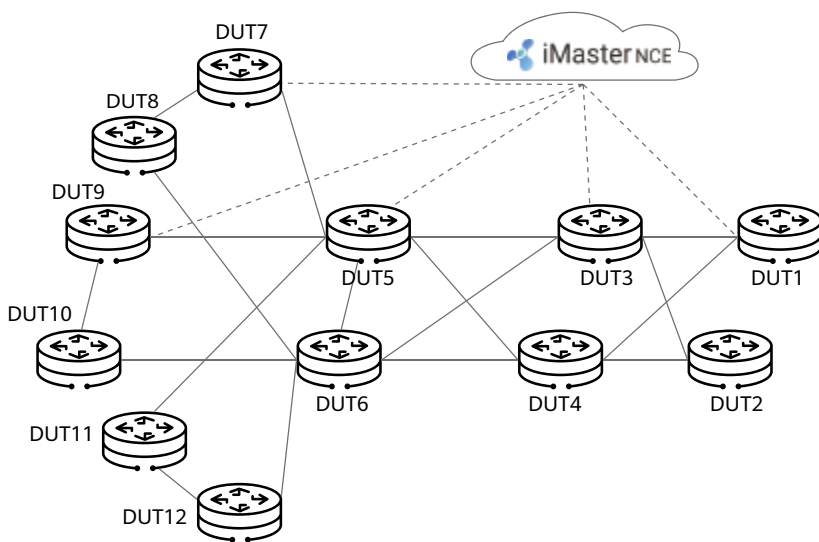


# 智能广域网络解决方案成功通过 EANTC 测试

◎ 华为数据通信产品线 李伟 / 文

2020年1月，EANTC（欧洲高级网络测试中心）对华为面向全业务智能时代的广域网络解决方案进行了为期3周的独立测试。本次测试从智能超宽、智能联接和智能运维等方面设计测试用例，测试了华为 NetEngine 8000 X/M 系列路由器和 iMaster Network Cloud Engine（NCE，网络云化引擎）控制器。测试顺利完成，各项优异的测试结果给 EANTC 测试专家留下了深刻的印象。

此次测试的组网拓扑如下：



DUT	设备型号
DUT1、DUT2、DUT5、DUT6、DUT8、DUT11、DUT12	NetEngine 8000 M系列
DUT3、DUT4	NetEngine 8000 X系列
DUT7	NetEngine 8000 F系列
DUT9、DUT10	ATN系列

图 1：测试组网图

## 智能超宽：最全端口的硬件平台，切片带宽灵活调整

华为 NetEngine 8000 系列产品可以支持 PCM/E1/SDH/GE/10GE 等全系列接入侧接口，以及 100GE/400GE 网络侧接口，满足企业业务的丰富接口、大带宽需求，实现生产办公全场景按需接入。通过 iMaster NCE 全生命周期管理网络切片，带宽灵活调整，切片资源硬隔离保证关键业务的带宽。

- E2E 400GE 保障单比特成本最优。LightCounting 报告预计，未来两年市场对 100GE 端口需求量将持续上升，同时 400GE



华为 iMaster NCE 实现了建立、修改、删除等切片全生命周期的全界面化管理操作，基于网络分片的带宽硬隔离技术和基于 SRv6 实现确定路径转发，满足业务的带宽、时延等 SLA 需求，保证了关键业务的最优体验。>>



端口需求增长迅速，本次测试重点验证 400GE 和 100GE 端口线速转发能力。测试中采用测试仪的 RFC2544 测试套件模拟数据流量，通过将设备和测试仪逐端口直连来测试 400GE 和 100GE 端口的转发能力和功耗。结果显示华为 NetEngine 8000 X8 4T 单板支持线速转发，且功耗仅 0.28W/G，低于业界水平 30%。

广域网络连接大量的企业内网和外网，对转发 FIB 表容量有巨大的要求。本次测试了 NetEngine 8000 X 系列最大的 FIB 能力。采用 Spirent 的 TC 和测试设备对接，测试结果显示 NetEngine 8000 X 系列 IPv4 FIB 能力为 4M，IPv6 FIB 能力为 2M，学习速度 10K/sec，优于业界水平。

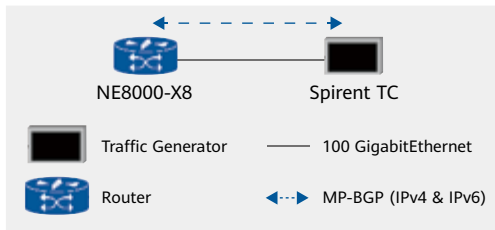


图 2：FIB 能力及 BGP 路由学习速率测试拓扑图

Prefix Type	Count	Max Delta Time	Learning Rate
IPv4 only	4,000,000	37s	108,108 routes/s
IPv6 only	2,000,000	35s	57,142 routes/s
IPv4+IPv6	IPv4: 2,000,000 IPv6: 1,000,000	60s	100,000 routes/s

表：FIB 数量和 BGP 路由学习速率

• 基于网络切片实现带宽灵活调整，资源硬隔离带宽可保障。传统网络中，所有业务共享带宽资源，相互抢占，关键业务带宽得不到保证。采用资源硬隔离方案，可以实现办公生产业务一张网承载。在 2019 年举行的 EANTC 多厂家互通测试中，已经对硬分片技术进行了一些基本测试，但切片的全生命周期自动化管理，一直是业界普遍比较薄弱的方面。本次测试增加了华为 iMaster NCE 的切片管理能力。结果表明，华为 iMaster NCE 实现了建立、修改、删除等切片全生命周期的全界面化管理操作。测试首先使用 iMater NCE

创建 2 个新的硬分片，分别承载不同的业务。通过测试仪模拟大量突发流量，一个分片流量超出分配带宽，这时该分片会产生大量丢包，以此观察另一个分片中的业务情况。结果发现另一个分片的业务流正常，没有任何拥塞和丢包产生。最后在控制器上进行新建和删除一个新分片的操作，对 2 个原始分片中的正常业务流也没有影响。

### 智能联接：基于 SRv6 实现面向应用的智能选路、时延可承诺

全业务智能时代，生产办公业务在一张网承载，不同行业和应用对时延诉求不尽相同，如智能电网要求传输时延 <15ms。传统网络因为使用尽力而为转发模式，转发路径不可控，端到端时延无法保证，无法满足行业的应用需求。本次验证了华为智能广域方案可以做到基于 SRv6 实现智能选路、时延可承诺。测试中通过给不同链路设置不同时延，来验证端到端网络中，业务转发路径是否能满足时延 SLA 的需求。测试表明，华为通过路由器与控制器配合，采用 SRv6 policy 技术，基于时延算路实现确定路径转发，满足了业务的时延 SLA 需求，同时还能满足链路开销、带宽和特定路径等 SLA 的需求。当网络状况发生变化，如链路中断，控制器 iMaster NCE 能自动对业务进行实时调整和优化，满足业务 SLA，且调整和优化过程零丢包。



图 3：SRv6 基于时延计算路径拓扑图

### 智能运维：全生命周期智能化运维，迈向网络自动驾驶

传统网络运维中，由于缺少精细化数据采集技术，无法真实了解业务质量，很难做到快速故障定位。本次测试验证了华为基于业界首个 In-

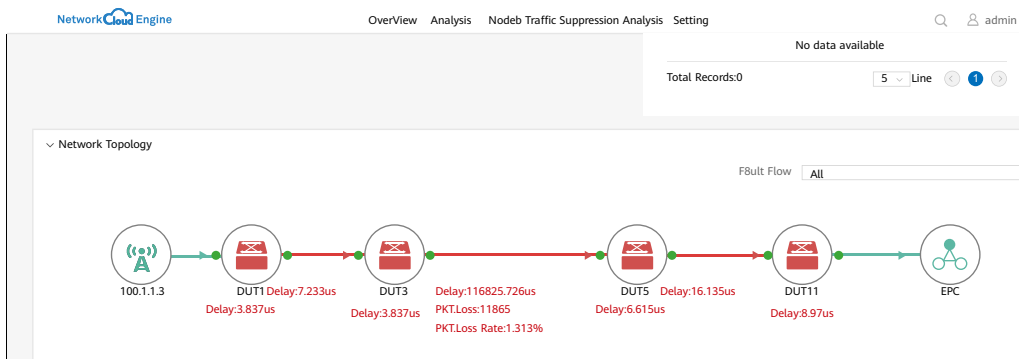


图 4: 逐跳业务的时延和丢包测试结果

“  
 基于 iMaster  
 NCE+iFIT 实时呈现  
 业务端到端的真实质  
 量，如时延、丢包等，  
 实现分钟级故障定  
 位；基于 TI-FLA 技术，  
 实现故障节点 50ms  
 内倒换恢复。>>

situ Flow Information Telemetry (iFIT) 解 决 方 案 的 质 量 可 视 和 快 速 故 障 定 位。测 试 发 现，华 为 路 由 器 可 以 通 过 端 到 端 iFIT 将 真 实 业 务 数 据 上 报 到 控 制 器，iMater NCE 上 实 时 呈 现 该 业 务 的 质 量 信 息，如 时 延、丢 包 等；通 过 在 其 转 发 路 径 上 模 拟 链 路 拥 塞 产 生 丢 包，控 制 器 能 在 1 分 钟 内 感 知 到 丢 包 数 量 超 过 预 先 设 定 的 阈 值，并 立 刻 触 发 iFIT 逐 跳 检 测，业 务 流 所 经 过 的 转 发 路 径 和 SLA 变 化 信 息 被 实 时 呈 现 在 界 面 上，故 障 节 点 清 晰 可 见。同 时 基 于 Topology-Independent Loop-Free Alternate (TI-LFA) 的 技 术，可 以 实 现 故 障 节 点 50ms 内 的 倒 换。

### 面向全业务智能时代的广域网络解决方案

本次测试验证了华为智能广域网络解决方

案智能超宽、智能联接、智能运维的能力。E2E 400G 保障单比特成本最优，网络切片带宽灵活调整 100% 保障带宽，基于不同约束的 SRv6 policy 路径计算和动态优化，和基于下一代 OAM 技术 iFIT 的业务实时监控和快速故障定位等关键技术加持，引领广域网络走向全业务智能时代。

### 关于 EANTC

EANTC( 欧 洲 高 级 网 络 测 试 中 心 ) 是 国 际 公 认 的 全 球 领 先 的 独 立 通 信 技 术 测 试 中 心 之 一。该 公 司 总 部 设 在 德 国 柏 林。自 1991 年 以 来，该 公 司 提 供 中 立 的 供 应 商 咨 询 服 务 以 及 真 实 可 复 制 的 高 质 量 测 试 等 服 务。主 要 客 户 包 括 全 球 领 先 的 网 络 设 备 制 造 商、一 级 服 务 提 供 商、大 型 企 业 和 政 府。其 测 试 报 告 得 到 业 界 的 普 遍 认 可。■

### EANTC 机构证言



本次测试模拟商用真实网络的演进需求，对智能广域网络建设过程中，关注的问题进行了详细测试。我们对华为路由器和控制器在 SRv6 方面的能力进行了广泛的测试，结果令人印象深刻，同时华为在面向未来更复杂场景，通过 NCE 提供更智能的广域网络体验和简化网络运维方面，展现了业界领先能力。

——EANTC 董事总经理 Carsten Rossenhoevel



# 中国农业银行：打造面向未来的新一代云互联网

◎ 中国农业银行资深网络架构师 许青邦 / 文

近年来互联网金融的快速发展对传统银行业务带来了前所未有的冲击，加快了银行业数字化转型的步伐。中国农业银行在 AI、云计算、大数据、区块链等为代表的数字技术不断涌现的过程中，坚持“创新金融科技银行”的发展方向，并将如何突破传统思路，将金融业与新技术进行深度融合，加速以数据为核心的数字化转型成为其探索和思考的重点。

## 中国农业银行对数字化转型的思考

随着云时代的加速到来，分布式架构蓬勃兴起，金融业务线上化、数字化、智能化依赖于银行数据应用能力构筑，随着主机下移、应用上云、金融数据湖的建设等发展趋势，数据流量模型发生了颠覆性的变化，数据流由数据中心内部逐渐延伸到多中心间的骨干通道。网络作为数据承载的关键基础设施，在日益复杂的网络环境下，如何满足海量金融创新业务的快速上线、满足不同用户的多样化服务体验、满足集团机构复杂环境下灵活接入的要求？基础网络架构的变革成为了数字化转型过程中的必经之路。

面对上述问题和挑战，中国农业银行坚持对创新技术的不断探索和研究，结合行内转型策略，以构筑网络智能化、标准化、自动化能力为目标，为数据转发提供最大化的服务体验，最大程度释放数据变现能力，规划了 ABC ONE 智能网络架构；ABC 一语双关，既是中国农业银行的英文缩写，又代表人工智能（Artificial Intelligence）、大数据（Big Data）、云计算（Cloud Computing），ONE 代表开放的网络生态系统（Open Network Ecosystem）。

中国农业银行传统两地三中心骨干网承担着连接上海数据中心、北京数据中心、上海同城数据中心、36 家一级分行、大量子公司及境外机构的重任，随着多地多中心的架构转型，逐渐显露出接入能力有限、中心间互联线路复杂、多业务承载能力较弱等问题，中国农业银行下一代骨干网已成为网络架构转型的重中之重，骨干网的关键技术选型始终围绕着前瞻性、扩展性、普适性的原则，在当前业界普遍采用相对成熟的 SR(Segment Routing)

MPLS 作为骨干网转发技术的背景下，率先考虑到 IPv6 将取代 IPv4 成为未来网络技术发展的必然选择，而 SRv6 作为 IPv6 与 SR 技术的完美结合，因其不仅继承了 SR 的优点，还具应用识别、业务差异化服务能力、支持 5G/IoT 海量接入、面向未来的无限可扩展能力。中国农业银行早在 2017 年就将 IPv6 和 SRv6 作为下一代骨干网关键技术，纳入了创新课题研究和工作规划，致力于构建一张业界领先的，全方位支撑中国农业银行全球化业务发展的多业务智能网络平台。

## 中国农业银行新一代骨干网的建设和实践

为了支撑中国农业银行数字化转型，总行数据中心于 2017 年启动了下一代智能骨干网项目，并携手华为公司在项目规划中、突破传统思维，坚持科技创新，结合多地多中心的 IT 战略布局，为中国农业银行下一代骨干网建设制定了架构强健、运营智能、管理简捷的设计目标并根据稳健与创新相结合的原则定制了分阶段实施的计划。

首先完成了传统 MPLS VPN 骨干网到 SDN WAN 骨干网的跨越式改造，成为业界首个成功部署 SR-MPLS TE 的网络，借助 SR 的能力初步实现广域网链路资源虚拟化，实现网络资源的统一调度和业务的灵活部署。

然后在 2020 年初完成了 SR-MPLS 到 SRv6 的演进，中国农业银行在金融行业成功完成最大规模 SRv6 部署上线，如前文所述，中国农业银行联合华为经过全面技术研究论证，结合实际业务需求，最终采用业界最前沿的基于 IPv6 的 SRv6 协议作为智能

骨干网的基础协议，依托 IPv6 无限的扩展能力，不仅满足当前多中心高速互访需求，也为智能骨干网未来能力扩展打下了坚实的基础。

通过两个阶段的项目建设，主要通过以下几个层面提高了金融业务项目服务能力

- **架构层面简化：**完成了骨干网和接入网分层架构，分支、子公司、合作伙伴无需远距离连接到总行、仅需本地就近接入即可，实现了服务即插即用的业务快速开通能力。

- **在控制层面引入 SDN：**从传统的手工业务配置下发演进到软件定义，通过集中的控制器统一调度骨干网路由器，实现了业务一键开通，网络端到端业务发放从以往的 1~2 周缩短到分钟级，效率提升数百倍。

- **在转发层面提升链路利用率：**从应用质量无感知的最短路径转发提升到根据业务服务质量等级智能分段转发，实现联机交易、音视频等敏感型业务的服务能力提升，服务质量和线路利用率提升，节省带宽 5Gbps/ 年以上，节省投资千万级 / 年。

- **实现针对不同客户的差异化 SLA 服务：**金融业务场景当下正在爆炸式增长，物联网、AR、5G 等业务在骨干网统一承载，基于不同应用的差异化服务能力是骨干网的一大挑战，SRv6 可以细化应用分类，基于时延和带宽进行最优选择，从而保障关键业务的用户体验。

- **简化了网络复杂度：**SRv6 采用单一的控制协议替代以往多种协议，简化了网络配置和运维复杂度，业务部署和运维效率

得到大幅提升。

- **支持全面支持 IPv6 演进：**网络作为 IT 系统各组件间通讯的基座，IPv6 演进必然是网络先行，通过骨干网 IPv6 赋能，为全行 IT 系统向 IPv6 演进提供强有力的支撑。

### 践行 IPv6 战略，中国农业银行引领行业网络转型

中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》，明确提出用 5-10 年的时间，国家要形成下一代互联网自主技术体系和产业生态，建成全球规模的 IPv6 商业应用网络，实现下一代互联网在经济社会各领域深度整合应用，并成为全球下一代互联网发展的主导力量。

2019 年国家推进 IPv6 规模部署专家委员会发布了《SRv6 技术与产业白皮书》，详细介绍了 SRv6 的技术价值、关键技术点、产业发展情况和应用场景，标志着 SRv6 已经获得业界的广泛认可。但是 SRv6 技术的真正商用落地需要打通业务、网络和行业应用，构筑端到端的产业生态链及先行者的大胆创新和勇于实践。

中国农业银行在金融行业的 SRv6 大规模商用落地，推动了网络技术在金融行业的创新步伐，推进了我国 IPv6 的产业进程。中国农业银行在 SRv6 等关键技术的网络转型实践，对于金融业具有很高的参考意义和行业价值：

- 加速国家战略行业数字化转型，给金融数据插上翅膀；
- 将网络作为金融科技创新的“黑土地”，催化 5G、IoT 等新兴技术在金融业务场景的发展和创新；
- 支撑金融服务变革，带来新一代的技术红利；
- 金融行业 IPv6 技术演进的创新示范效应。

### 未来的展望和小结

新一代信息技术与金融的深度融合已经成不可逆转态势，未来成功的银行将是那些能够将科技创新融入基因，并在此基础上开展产品创新、服务创新、模式创新的银行，而网络正是创新基础平台中的源头管道，无处不在又润物无声。未来的网络一定是简化的网络，是具有生命的网络，是能够进行自我学习的网络。

新一代骨干网 SRv6 技术方案的大规模成功部署，不仅加速了中国农业银行的数字化转型进程，也是金融行业 SRv6 部署的关键转折点，为金融行业树立了又一个科技创新的典范，也为金融行业网络建设提供了宝贵的参考价值。中国农业银行坚持持续创新的理念，在新一代的网络建设过程中，将携手华为在网络切片技术、IFit（随流检测技术）、AI 智能运维等领域持续联合创新，共同打造新一代 ABC ONE 智能网络。■





# 中国建设银行：5G+ 智能银行，营销服务新阵地

◎ 华为数据通信产品线 尚剑涛 / 文

**你** 有多久没有光顾银行网点了？有多久没去柜台办理业务了？如今，互联网金融已经渗透到了生活的各个角落，越来越多的人不再经常光顾银行网点，也厌倦了银行柜台前漫长的排队和复杂的办理流程。转账汇款，贷款理财，税费缴纳、汽车服务……点点手机即可轻松完成。作为服务客户和经营的前沿阵地，传统银行网点的运营模式迎来前所未有的挑战，面临着被“抛弃”的境遇……那么，传统银行网点的未来将何去何从？这是全行业都在思考和关注的问题。

## 建行首推 5G+ 智能银行，打造营销服务的新阵地

“一走进网点，各个细节都体现了满满的科技感，完全不是传统柜台那种格子间；超级吸睛的美女机器人、千人千面的客户历程展示，智慧柜员机‘一对一’的远程专家服务，科技感十足的金融太空舱，充满温馨的家居银行，激情四射的汽车金融体验……”

“步入金融太空舱，宛如进入了一个沉浸式的未来金融服务空间，萌萌的吉祥物‘班克’跃然眼前，机智的为我推荐最新的投资理财产品，具体的收益分析一目了然。”

……

这只是建行位于北京清华园分行的“5G+ 智能银行”的一个缩影，已然吸引了不少客户纷纷前来尝鲜。中国建设银行基于自身的新一代系统和金融科技战略，依托金融云、5G、物联网、AI 等创新技术，加速传统以交易结算为主的柜台式网点向以营销 & 服务为主的智慧网点的转型，打造出代表未来趋势的新概念 5G+ 智能银行，开创了行业实践先河。

建行 5G+ 智能银行积极引入金融太空舱、智能柜员机、仿真机器人、家居银行、共享空间直播、客户成长互动等应用场景，提供 327 个常见快捷金融服务功能，从全客户旅程出发，重塑服务流程，实现手机银行、微信银行与网点的线上线下融合，并创新设计多种“好玩”的互动游戏。通过智能的互动体验，让金融业务办理过程更具趣味性，让 5G+ 智能银行变成一个有趣、有料、有料的客户营销服务的前沿阵地。不仅大幅提升网点业务处理效率，减少排队时间，而且可以让客户在银行网点愉快地“玩耍”，享

受便捷的服务与体验。

然而，在这些炫酷应用的背后，广域网络基础设施“功不可没”。5G+ 智能网点在不断优化银行网点金融服务体验，提升金融服务水平的同时，也带来了网点数据流量以几何级数增长，银行网点对实时数据传输和大带宽的需求比以往任何时期都更加迫切。传统的网点一般采用 MSTP 专线，貌似成熟、稳定，但是仅仅 2~4M 的带宽实在难以满足琳琅满目的智慧应用的超大带宽需求。同时，商业环境变幻莫测，未来网点对移动性和快速开通均提出了更高的要求。建行在全球设有超过 10000 个分支网点，面对如此庞大、复杂的广域网络，如何提升运维管理效率，也是建行亟需解决的重要课题。

## 5G+SD-WAN，架起银行网点智慧联接的“浮桥”

作为金融科技创新的先行者，建行积极探索创新联接技术，在业内首次将华为 SD-WAN 和 5G 技术引入 5G+ 智能银行广域网络建设；其中，5G 作为“underlay”网络，就像一个风平浪静，波澜不惊的广阔湖面，为智能银行提供超高带宽，超低时延的基础网络。SD-WAN 则作为一种“overlay”网络，它就像浮桥一般，叠加在 5G 网络和现有的 MSTP 专线的“湖面”之上，不管“湖水”怎么流，SD-WAN 都可以快速搭起“浮桥”，快速构建银行网点、一级行到金融云的高速互联通道。部署在云端的 iMaster NCE（网络管理与控制系统），则类似于“桥梁调度中心”，负责浮桥架设和拆除、桥上车辆调度等，让数十种应用各归其道，让网点复杂的配置工作自动化完成。5G 和 SD-WAN 技术的融合，不仅引

## 中国建设银行联合华为，通过 5G+SD-WAN 创新方案共同打造全球首个新概念 5G+ 智能银行，SD-WAN 基于 5G 和 MSTP 专线的双服务通道为智能银行构建上云网络“双保险”，为金融太空舱、STM、仿真机器人、班克投影等创新业务提供智能超宽、智能联接、智能运维的智慧互联。

领了银行业广域网络发展的方向，而且快速延伸建行普惠金融服务的触角，让 5G+ 智能银行落地大街小巷。

### ● 腾云驾“5”，100 倍带宽，毫秒级时延，即插即用

5G 网络的高带宽、低延时，免布线等特性，与银行有天然的结合点，通过部署华为 NetEngine AR 企业路由器，构建 5G+MSTP 专线双服务通道，实现智慧网点百倍带宽提升。此次 5G+ 智能银行网点内实测速率可达 Gbps 级，有力应对了智能网点数据流量以倍数增长的技术挑战。进入 5G+ 智能银行的各个区域，凭借人脸识别、智能语音、VR 和 AR 等技术的综合运用，客户可以迅速办理银行业务、咨询预约、5G-WiFi 冲浪、下载分享个性化名片、体验寻宝记等互动游戏，享受各个场景下的个性化、专属化服务，为银行网点提供全流程、沉浸式、个性化的金融服务体验。

同时，5G 具备部署快、移动快的特点，方便智能网点的快速开通，以及满足部分示范业务的“移动化”需求，如基于 5G/LTE + Internet 宽带联接社区银行、呼叫中心等，或者在一些大型的活动现场，部署临时的金融服务网点，提供现场金融服务保障。

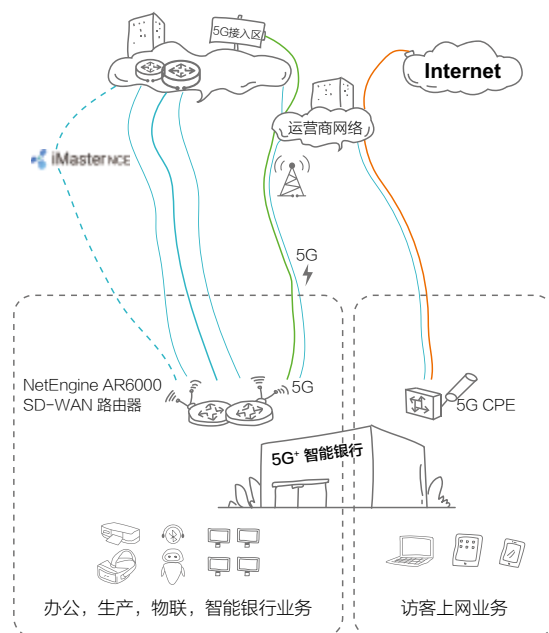
### ● 应用级智能选路，金融服务优体验保障

SD-WAN 通过构建“浮桥式”的端到端 overlay 网络，“屏蔽”了中间网络节点，没有中间关卡，上了 5G 浮桥直达目的地，实现网点智慧业务“一跳入云”，极大地降低了网络拓扑复杂性。同时，SD-WAN 通过 5G 和 MSTP 专线的双服务通道提供了上云网络“双保险”，以关键应用体验最优为核心，通过精准识别关键应用，动态多路径优化机制，基于应用 SLA、应用优先级、带宽利用率等核心因子实现多维度综合路径调优。智能银行大大小小数十种应用，它们就像路上不同规格的车辆，SD-WAN 能快速识别“关键车辆”，并实时监测车辆和路况，安排好最优的行车

路线，全程保障路况、动态调优，让关键的金融应用始终运行在质量最优的链路上。

### ● 智慧运维，统一云管理

SD-WAN 最大的变化是以应用为中心来编排和调度全网链路和带宽资源，依托方案提供的智能应用识别能力，可以快速识别出关键金融应用、物联网应用、互联网应用等，而且可以实时呈现基于应用 / 链路 / 网点 / 设备的运行状态、带宽使用情况、带宽利用率等关键指标，从而为应用或者链路的调整提供可视化依据，让决策者可以快速的判断网络是否需要扩容、链路是否需



摘自特大号《银行业首个5G+SD-WAN，就这样被建行搞定了！》



要优化、网点是否需要调整等，优化网络投资和未来的规划。

同时，通过集中化的网络运维和管理工具、完善的网络策略配置工具，实现 LAN&WAN& 安全网络的统一管理，实现从网络开通、业务部署、故障定位、日常巡检全流程自动化；同时，基于 GIS 的网络拓扑信息展示，以及基于链路 / 应用 / 用户 / 站点 / 设备的多维度可视化报表，快速定位网络故障，优化网络策略，让金融业务承载在一张简单管理，放心可靠的网络上。

借助建行统一的智能运维平台的技术支持及集成能力，依托 iMaster NCE 提供的北向 Restful API 开放接口，SD-WAN 解决方案可以轻松的纳入到该平台，实现端到端的资源联动和全流程的自动化。智能运维平台实现了基于建行金融业务特点的优化和定制，向用户提供统一的自助服务界面，提供完整的面向用户的服务目录、资源申请、流程审批、等功能；向下实际驱动 SD-WAN 基础架构的网络配置和策略下发，即可实现底层网络资源与金融业务需求联动，真正构建高效，灵活的适配金融业务的广域网络，夯实金融科技转型的数字化基座。

#### ● 安全可控，筑牢金融安全生命线

网络安全是金融科技发展的生命线，建设银行华为全新 NetEngine AR 路由器和 iMaster NCE 控制器，可实现设备、链路、策略的全方位安全保护，在为 5G 网络所定制的“建设银行无线虚拟专网”中，华为 SD-WAN 解决方案通过制定相应安全策略，进行安全业务链编排，实现了业务数据端到端加密传输，确保客户的每一笔交易都放心安心。

#### 总结

不断优化银行网点金融服务体验，提升金融服务水平，是建行金融科技创新不竭源动力，建行 5G+ 智能银行的创新远未止步。随着 5G+ 智能银行向全国的逐步推广，未来无论是渠道接入还是智慧网点的连接模式，都将通过 5G+SD-WAN 方案实现更加灵活的接入，更好地满足金融服务的安全性和灵活性需求，为建行打造营销服务新阵地，快速延伸普惠金融服务触角，让 5G+ 智能银行成为客户爱去、客户想去的全场景金融体验中心。■

# NetEngine

## 8000系列智能城域路由器

2019 Interop 东京 金奖  
2019 Frost & Sullivan 新产品创新领导力大奖

- 业界最高密400GE（36\*400GE/单槽位）
- 5G/家宽/专线/云全场景统一平台，1台顶4台
- SRv6商用领先（20 vs 5），主导83%标准制定



NetEngine 8000 X 系列



NetEngine 8000 M 系列



NetEngine 8000 F 系列

引领智能IP网络

# HiSecEngine USG系列AI防火墙

荣获NSS实验室“推荐级”最高评价

- **智能防御**：独创AIE威胁检测引擎，未知威胁检测准确率高达99%以上
- **卓越性能**：内置AI芯片和安全专用加速引擎，防护性能最高提升至5倍
- **极简运维**：基于业务驱动的智能安全运维，OPEX降低80%以上



引领智能IP网络

# 引领网络安全 进入智能防御时代

企业数字化转型在迅速发展的同时，也面临着愈演愈烈的网络安全威胁，恶意威胁频发且变异快，但是威胁发现却往往迟缓，这是因为业内通常是人工分析威胁样本，提取的特征难以跟上威胁的增长，且威胁查询的效率低；同时，基于签名识别威胁也不够准，攻击突破防线后，反而导致更大损失；更为重要的是，威胁无法预判，不聪明，攻击方形成联盟，但防御方却各自为战，协同性差。

因此，我们将 AI 引入到安全领域，让边界防护智能化，同时辅助以 AI 芯片进行算力加速，就是为了让威胁的防御更快、更准、更智能，在威胁入侵的第一时间就地消灭，从而给万物互联时代的网络安全防御加上智能的引擎。

- AI 防火墙：以智能筑就企业安全
- AI 防火墙，激发边界防御的原动力



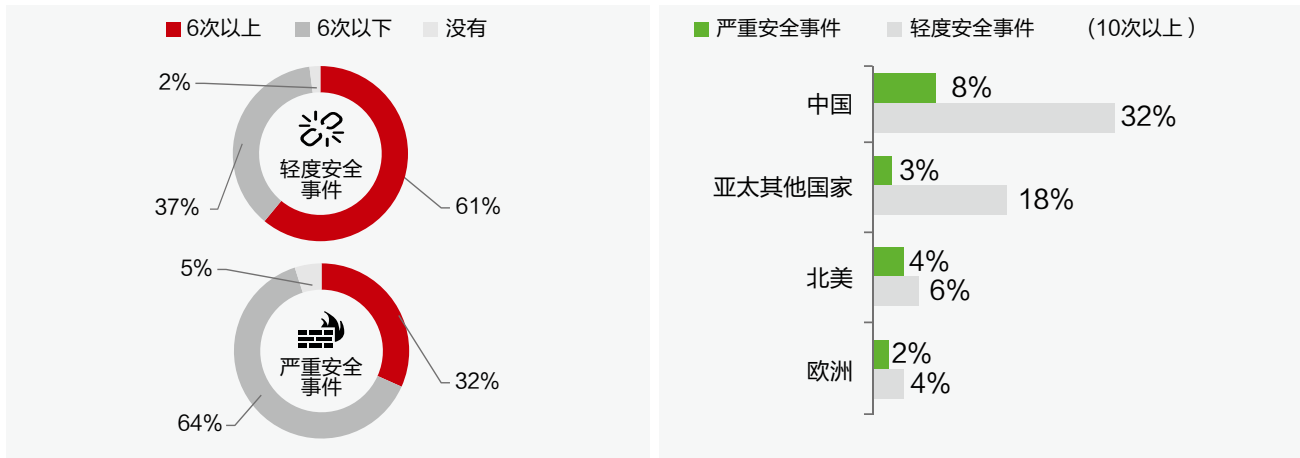


# AI 防火墙： 以智能筑就企业安全

© Forrester Consulting 安全研究团队 / 文

科技的迅速发展是一把双刃剑，一方面为企业和个人带来了福利，但另一方面也武装了不法分子。近年来，网络安全形势愈发严峻，在智能化和自动化技术的加持下，新的攻击手段层出不穷，呈现出多样化、复杂化和立体化的趋势。安全事件在企业内的发生频率极高，成为企业业务发展的重要挑战。

“根据您的估计，在过去12个月中贵公司大概出现了多少次安全事件？”



样本量：60名来自中国、40名来自亚太其他国家、50名来自北美及50名来自欧洲的大中型企业内有兴趣或在防火墙技术中使用人工智能的网络安全和防火墙部署负责人

数据来源：华为委托Forrester Consulting进行的独立调研

安全事件在企业内的发生频率极高，仅有2%的全球企业安全负责人表示过去一年没有出现安全事件。

图 1：企业内安全事件频出

## 网络安全形式日益严峻

### ● 网络攻击复杂多样

随着越来越多的应用暴露于网络，在巨大利益的诱惑下，网络攻击者的行为越发猖獗，威胁攻击手段日趋多样（如图 2 所示）。在 2018 年，CNCERT 捕获勒索软件近 14 万之多，整体呈上涨趋势。具有针对性的逃逸技术、零日漏洞挖掘、凭证窃取、专业钓鱼

“针对目前网络攻击呈现多样化、复杂化的趋势，以下哪些问题对贵公司的网络安全带来了严峻挑战？”

排名	中国	亚太其他国家	北美	欧洲
1	恶意URL	恶意URL	社交工程	恶意URL
2	社交工程	Web端口进行威胁攻击	恶意URL	Web端口进行威胁攻击
3	恶意代码植入	社交工程	恶意代码植入	社交工程
4	Web端口进行威胁攻击	对公司开展大规模DDoS攻击	对公司开展大规模DDoS攻击	恶意代码植入

样本量：60名来自中国、40名来自亚太其他国家、50名来自北美及50名来自欧洲的大中型企业内有兴趣或在防火墙技术中使用人工智能的网络安全和防火墙部署负责人

数据来源：华为委托Forrester Consulting进行的独立调研

图 2：网络攻击的种类和工具呈多样化趋势

等攻击手段越发复杂。与此同时，网络攻击变种不断，为安全防护带来困难。伴随着大量黑客技术和工具广泛传播并快速变化，攻击技术也越发先进。有组织的高级长期威胁（APT）攻击令安全分析人员难以排除攻击链中多种威胁的干扰，防不胜防，为使用 NGFW 的企业带来严峻挑战。

#### ● 安全攻击立体化

云计算的发展扩展了企业受攻击的边界。随着 5G 的发展，物联网应用将会迎来爆发增长，随之而来的威胁攻击也会更加立体。攻击目标由之前的 PC 主机扩大到一切可被利用的 ICT 设备；攻击方不仅来自于外部，也来自于内部或者第三方供应商。特别对于内网攻击来说，具有合法信息访问权的内部人员相比外部攻击更为隐蔽，安全检测困难，一旦发生危害巨大。企业必须增加立体化的安全防护手段，加强内外网整体防御，并联动其他安全产品实现全网阻断威胁。

#### 企业使用 NGFW 面临挑战

为了应对不断演进的威胁和攻击，为了解决

自身的性能及运维的挑战，防火墙技术一直在主动升级换代。但是在这十年间，黑色产业的技术能力也取得了长足进步。面对日益猖獗、日益智能化的网络攻击，面对正在到来的万物互联、万物智能的时代，NGFW 的防控技术面临严峻挑战。

#### ● NGFW 难以面对快速变种

NGFW 相比之前的防火墙可以更为有效识别应用风险，但是其策略引擎仍然具有较大局限性。现有方案通常针对已确认的单个威胁生成单条签名，当威胁产生变种时，之前的签名也就不再适用。这要求 NGFW 不断更新升级签名特征库，需要人工给出签名方案更新。但是本地设备的签名库数量有限，无法持续应对新增变化，需要运维人员不断更新策略以维持企业的安全防控能力。技术储备越发先进的黑产分子依靠持续变种就可以让防火墙疲于追赶变化被动应对，策略更新不及时的时间窗口为不法分子提供了可乘之机。因此，针对事后反应的机制需要进行智能化变革，从依赖事后经验转变为依赖数据和背后的洞察，才能面对严峻的安全挑战。



网络攻击呈现多样化、复杂化、立体化趋势，攻击不但来自外部还来自内部，这给基于签名识别威胁的传统 NGFW 带来严峻挑战。>>





● **NGFW 难以应对立体化攻击**

网络攻击日渐立体化，多方位攻击呈快速上升趋势。但是 NGFW 仅能针对特征库内相对固定的协议或应用进行防护，面对特征库以外相同类别的协议、应用却无能为力。面对内网攻击，需要能够利用内网行为分析、异常流量检测等手段迅速发现威胁活动、定位失陷主机在此基础上快速补救、及时制止内部扩散，从而做到针对 APT 攻击链进行整体防御，布局跨越企业边界的检测网。

● **基于 NGFW 的安全运维工作日益繁重**

在 NGFW 部署实施后，日常的安全运维工作变得非常关键。为了应对不断变化的威胁，管理员需要不断更新策略。此外，多数 NGFW 缺乏有效的数据分析能力，这导致安全运维人员需要靠人工来分析海量安全日志。运维人员工作繁重、压力巨大，但是效果却难以保证。日志分析深度依赖安全人员的经验，这无疑增大了企业对安全运维的投入，也要面临人员流失导致的巨大潜在风险。

**人工智能技术带来重要契机**

人工智能技术以其更好的信息抽象能力将海量信息映射到高维空间，带来的泛化能力和推理能力都为安全防护带来了新的契机。

● **人工智能革新威胁防控能力**

威胁防控是防火墙要解决的首要问题。人工智能技术能够带来更精准的 APT 检测效果，更强大的威胁事件分析能力和更快速的威胁防御闭环，极大加强了防火墙面对威胁的防控能力。具体来说，人工智能能够：

- **有效应对新型威胁的防御能力。**基于签名或者规则的传统解决方案相对静态，面对不断升级的安全威胁处于疲于追赶的态势，难以做到主动防御。人工智能技术突破人类的低维度认知限制，从更深的层次“理解”威胁和攻击的行为模式。实践中，监督学习与非监督学习可以更为有效地检测频繁变种的恶意文件，发现失陷主机和远控肉鸡，侦测加密外发窃取，识别低频或分布式暴力破解等恶意行为。人工智能的学习模型可以充分利用海量数据，根据场景数据分析训练生成防御模型，并不断根据实时数据实现模型升级，实现自我进化。

- **加强安全事件的智能分析能力。**各种安全攻击会在安全日志中留下痕迹，但是从操作系统日志、主机威胁日志以及网络防护日志等海量日志中发现威胁攻击的蛛丝马迹，提炼洞察并不断提升防控能力则需要大量人力。人工智能可以为威胁事件分析带来变革。例如知识图谱技术可以沉淀全局攻防知识库和资产威胁事件等本地知识，结合环境数据图、行为数据图以及情报数据图，充分释放数据价值，更好的支持针对关键资产保护的攻击链识别和攻击态势呈现等任务。

- **缩短 APT 攻击的响应时间。**当侦测到入侵已经发生时，



迅速定位隔离问题并作出恰当的反应就显得尤为关键。基于人工智能的 APT 防护模型相比传统方案更为轻量级，可以集成于防火墙本地，相比之前需要联动外部检测的做法可以缩短 APT 攻击的暴露时间窗，帮助企业将损失降到最低。

### ● 人工智能助力一体化防护能力的实现

人工智能技术有效改善了安全数据分析能力，并提供超越静态策略引擎的风险识别和防控能力，可以大大提高企业防火墙防范外来攻击的能力。人工智能技术还可以联动全网设备实现联合机器学习，持续优化防御模型。

● **联邦学习持续优化防御效果。**受限行业敏感和部分国家的政策限制，很多企业对于相互之间深度共享安全数据仍然存有疑虑。联邦学习等技术可以在不移动数据的前提下，通过加密机制下的参数交换实现模型效果提升，从而进一步丰富人工智能所需的训练数据集，实现分布式 AI 联合防御，提升防御效果。与此同时，AI 防火墙还能够结合全网威胁情报，持续、快速地更新检测与响应模型，保持模型的防御能力。

● **布设内网防御，强化协同检测。**防火墙通过内置诱捕陷阱，构建企业内部威胁扩散防护网，并结合基于 AI 的恶意流量分析甄别恶意或违规扩散流量实现内网协同检测。

### ● 人工智能为提升安全运维效率提供必要工具

高级安全运维人才相对短缺已是业界共识。安全运维能力需要提高是现有防控技术在严峻安全形势中的重要挑战之一。人工智能对海量日志的高效分析能力可以解放运维人员的时间。人工智能还可以辅助安全策略降低冗余、智能调优，乃至自动生成策略，减轻运维人员维护庞大规则库的压力。

## 人工智能防火墙成为必然选择

在万物互联、万物智能的时代，NGFW 的防控技术面临日益复杂的安全形势面临严峻挑战，而人工智能技术为企业防火墙带来了全新契机。因此，NGFW 需要充分拥抱人工智能，进化为人工智能防火墙（AIFW），进一步加强威胁防控能力，建立一体化防护能力，提升安全运维效率。要充分发挥人工智能的能力、最大化人工智能防火墙的防控效果，还需要从专用的 AI 安全芯片、边缘云协同、安全生态系统多角度同时发力，完成防火墙技术的跃迁，促进全产业链共同进步，为企业提供坚强有力的安全保障。

### ● AI 芯片加持防御引擎实现本地 APT 防御

为了实现本地化防御 APT，AIFW 需要内置 AI 检测引擎，通过自我进化应对威胁变化。对于防火墙而言，加密解密、报文检测、流量转发已经需要消耗大量计算能力，AI 检测引擎所需的海

量数据处理以及人工智能推理等操作将会进一步消耗大量算力。因此，引入 AI 芯片，实现算力提升，才能在防火墙本地实现绝大多数的威胁检测、应急处理等功能，提供优于云端大数据方案的响应时间，达到更好的防护效果。事实上，多样性的计算任务客观上需要多样性的计算芯片，专用的安全芯片、协处理器以及 AI 芯片必将在 AIFW 中发挥越来越重要的作用。

### ● 实现广泛协同，打造安全平台

物联网应用的爆发将会拉长企业的安全边界，对于防火墙的形态也会带来冲击。在企业内部，边缘侧加强安全防控能力需要利用 AIFW 实现联合检测，进而与其他 APT 设备以及云端实现联合检测。

长远来看，实现全面的安全防控还需要借助广泛的生态联盟，紧密协作，才有可能在猖獗的网络攻击中保持主动。这要求防火墙能够持续开放，交换、共享本地情报资源，为生态联盟作出贡献。企业也需要多多借助合作伙伴的力量，共享安全解决方案技术与经验。除此之外，安全技术和经验也可以反哺人工智能和物联网等相关新兴技术的进步，形成良性循环，通过多方协作的态势，才能在和不法分子的持续斗争中取得胜利。

## 战略建议

随着万物互联时代的来临，网络攻击比以往更为多样化、复杂化、立体化。Forrester 建议：

● **人工智能使能新一代 AIFW。**作为通用技术，人工智能将会广泛使能各业务场景，安全防控与攻击领域也不例外。面对已经由智能化武装的网络攻击，停留在策略引擎的防火墙类似于史前时代。企业要引入 AIFW，实现更全面的 APT 本地防御能力，积极采用 AI 芯片加速本地处理性能，与云端 AI 能力中心联合，不断更新模型能力，全方位保障企业安全。

● **拥抱智能化提高安全运维效率。**运维智能化和自动化是大势所趋。人工智能使能的流量分析、威胁识别以及行为识别等应用可以减轻运维人员的工作压力。人工智能驱动的安全策略智能调优有效解决手动维护策略库的弊端，进一步提高安全运维效率。随着针对未知威胁的检测准确率的不断提升，可以有效降低误告警数量，提高安全运维的质量。

● **拥抱广泛生态打造安全平台。**不法分子只需单点突破，而企业需要全面布防，天然处于劣势。面对日益猖獗的网络犯罪分子，企业必须联合起来，拥抱广泛的生态，共享自身安全情报，利用全网安全信息打造日益强大的安全防控模型，共同取得安全保卫战的胜利。■



# AI 防火墙， 激发边界防御的原动力

◎ 华为数据通信产品线 袁方 / 文

**数**字化浪潮正在席卷全球。前所未有的广泛连接、爆炸增长的数据以及蓬勃发展的智能应用将深刻改变人类的生活和工作方式。个人之间、个人和企业之间以及企业之间的交互会前所未有的频繁，各类数据交换并产生出的化学反应将会极大地推动经济和社会的发展。

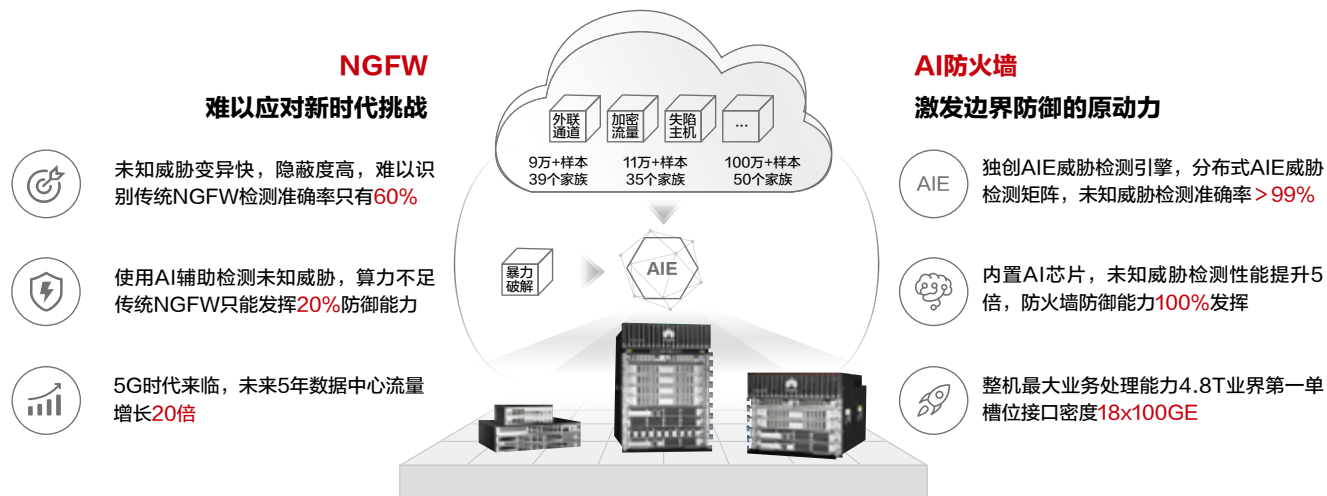
## NGFW 难以应对未知威胁和立体化攻击

在云计算、大数据技术的广泛应用下，企业数字化转型更加迅速。业务的智能化升级推动着企业网络的变革，同时为网络安全带来了更大的挑战。不法分子一直在尝试窃取个人隐私、企业机密乃至计算资源。我们在享受着数字化浪潮带来的便利，也不得不面对与之伴生的安全风险。

Gartner 在 2009 年定义了 NGFW，至今已经有十余年了。在这十余年里，我们一方面看到 NGFW 作为安全设备变得越来越重要，但另一方面 NGFW 也面临了很多挑战。首先，未知威

胁日益增多，很多已知威胁衍生出大量变种，变成了未知威胁。而基于签名进行威胁检测的 NGFW，对于这类变种很难及时有效应的应对。其次，随着 5G 和 IoT 的发展，越来越多的设备连接了互联网，黑客开始利用这些设备的漏洞来发起攻击，使得攻击变得更加立体。根据 Forrester 调研，有 49% 的企业都表示来自内网的威胁显著增加了。这说明攻击面在变宽，攻击不仅来自外部，还可能来自内部。黑客可以掌控从外部渗透、远程控制，到内部扩散、窃取破坏的全部过程，形成完整的攻击链。

传统 NGFW 无法有效解决这些问题，NGFW 需要再次换代。



HiSecEngine USG 系列 AI 防火墙，安全防护快而不漏

华为推出业界首款 AI 防火墙，解决了防火墙静态规则引擎的弊端，从而加强威胁检测能力，并通过自动化解决安全运维面临的挑战。

——华为安全产品领域总裁宋端智



### 人工智能加持安全网关，AI 防火墙成为解决之道

近年来，人工智能技术不断迭代发展。深度学习等新技术可以充分列用移动互联网时代的大数据积累，从而在学习准确度上获得了突破。AI 技术与千行百业的应用场景结合，极大的提升了生产生活效率。在网络安全领域，AI 技术的应用也逐渐增多。这些应用大多应用在基于大数据的安全威胁分析上。这类系统通常投资成本比较高，大多数客户难以部署。那么，能否将 AI 技术引入到防火墙，让更多的用户享受到 AI 技术带来的好处呢。

答案是肯定的。AI 技术以其更好的信息抽象能力将海量信息映射到高维空间，带来的泛化能力和推理能力都为安全防护带来了新的契机。AI 技术突破人类的低维度认知限制，从更深的层次“理解”威胁和攻击的行为模式。例如，监督学习与非监督学习可以更为有效地检测频繁变种的恶意文件，发现失陷主机和远控肉鸡，侦测加密外发窃取，识别低频或分布式暴力破解等恶意行为。人工智能的学习模型可以充分利用海量数据，根据场景数据分析训练生成防御模型，并不断根据现实数据实现模型升级，自我进化。因此，AI 技术能够解决传统 NGFW 静态规则引擎的弊端，从而加强威胁检测能力，并通过自动化的方式的对威胁进行处置。

此外，要想让 AI 技术发挥应有价值，需要大量算力来支撑。如果仅仅依靠防火墙的业务处理 CPU，一旦使能 AI，防火墙的转发能力会急剧下降。因此需要将 AI 芯片内嵌到防火墙中来解决算力问题。

经过研究和验证，华为研发了全新的 HiSecEngine USG6000E 系列和 USG12000 系列 AI 防火墙。它搭载了华为独创的 AIE 威胁检测引擎，在网络边缘实时处置威胁，未知威胁检测准确率高达 99% 以上。华为 HiSecEngine AI 防火墙内置了 AI 芯片，算力高达 8T，将未知威胁检测性能提升至 5 倍，在处理未知威胁的同时，仍然可以确保防火墙的转发能力不受影响，防火墙防御能力得到了 100% 的发挥。

### 通过权威机构测试，获得客户和市场认可

HiSecEngine USG6000E 系列 AI 防火墙于 2019 年 1 月正式上市。它经过了国内权威机构的测试，可以发现传统防火墙发现不了的威胁。AI 防火墙能够发现失陷主机通过 DGA 方式外联。经测试，41 类 DGA 家族 10 万个恶意域名，USG6000E 可以检出 99715 个，准确率达到 99.7%。另外，对于 38 类远控恶意木马家族的检出率达到了 100%。对于 34 类加密通信恶意行为家族的检出率也达到了 100%。

HiSecEngine USG6000E 系列 AI 防火墙 2019 年初上市以来，累计发货已经超过 5 万台，帮助各行各业用户发现并消除了很多新型威胁，产品的能力得到了市场的实际验证。

华为安全产品领域总裁宋端智表示：“通过加载 AI 芯片实现智能检测能力的大幅度提升，为人工智能技术在安全网关领域的落地奠定坚实的基础。此外，AI 技术能够助力设备和云间的协同，促进安全互动生态的发展，通过多方联动打造越发牢固的安全平台，为企业筑起安全防护的钢铁长城。” ■

# 智能 IP 网络， 为行业数字化转型 插上腾飞的翅膀

网络是行业和社会数字化转型的基石，是物理世界与数字世界之间的连接桥梁。智能 IP 网络通过稳定可靠的安全连接，智能敏捷的业务运维，为各行业注入动力，加快传统行业向数字化、智能化转型升级。

- 远程医疗：跨越时空鸿沟
- 智简电子政务网，构筑数字政府连接基石
- 华为边缘计算物联网助力深电能充电桩运营更高效





# 远程医疗： 跨越时空鸿沟

◎ 华为 ICT 数字营销部 许胜蓝 李启玮 / 文

**在**人口老龄化趋势和公众健康需求持续攀升的背景下，近年来，在线问诊、远程医疗等新模式诊疗服务有效促进了医疗资源的合理配置。过去以大医院为中心、需要病人等待服务的诊疗模式，正逐渐转变为以病人为中心、提供协同网络服务，从而促进优质医疗资源的共建共享、满足个性化的医疗需求。

2019年，中国远程医疗市场规模已突破百亿达到约114.5亿元人民币。郑州大学第一附属医院（简称“郑大一附院”）党委副书记、国家远程医疗中心主任赵杰表示，当前远程医疗已成为抗击“新型冠状病毒肺炎”疫情的重要手段和公共卫生领域的刚需。他强调，未来应该让远程医疗技术发挥更大潜力，让任何人在世界任何地方都能得到有质量、有价值的健康保健服务。

## 让远程医疗随处可见、无处不在

● 《ICT 新视界》：国家远程医疗中心成立的初衷和使命是什么？

赵杰：1996年我们成立了河南省远程会诊中心，2012年远程医疗真正实现规模化应用，在2014年升格为河南省远程医学中心后，建立了河南远程医学的综合服务平台，覆盖了河南省所



有的 108 个县级医疗机构。2014 年我们在 18 个地市建立了数据中心，2016 年，我们给 108 个县级医疗机构配备了病理扫描设备。从此，远程医疗平台的功能已经相对完善，具备了综合会诊、远程病理诊断、远程影像诊断、远程心电诊断、远程教育、手术指导以及远程监护等功能，实现了“省-市-县-乡-村”5 级联动的远程医疗综合服务体系。2018 年，国家远程医疗中心在郑大一附院揭牌成立，标志着依托该院建立的河南省远程医学中心正式升级为“国字号”，这也是首个落户河南的国家级远程医疗中心。

迄今为止，我们的远程医疗服务都是免费的，包括基层的终端设备、网络使用费、远程会诊和远程培训。通过实践证明，远程会诊系统切实提高了基层医务人员的诊疗水平，同时也优化了病人结构。通过会诊，真正实现了国家提倡的“小病不出县，90% 的会诊病人留在县级医疗单位”的目标。特别是在人口众多的河南省，基层医疗人员业务水平参差不齐，通过远程会诊和培训系统，极大的提升了基层医务人员的诊疗水平和基层医院的服务能力。

#### ●《ICT 新视界》：请分享下我国远程医疗的整体发展水平是什么样的？

赵杰：远程医学是随着计算机技术和通信技术发展形成的、将现代医学与计算机和通信技术紧密结合的一种新型医疗模式，可以满足跨医院、跨地域乃至跨国家的医疗求助或医疗协作需求，最大范围实现医疗卫生资源的共享。该医疗模式对于缓解当前我国医疗卫生领域存在的“看病难”、“看病贵”和“看病乱”等问题具有重要价值。国内远程医疗的发展先后经历了利用电话简单沟通、利用 QQ 等软件的“软视频”进行沟通、利用专业化的视讯系统进行沟通，以及利用先进视讯技术实现 1:1 现场沟通等阶段，但即便利用先进技术实现了 1:1 显示的视讯沟通，仍然不能及时采集和传输医疗诊断的核心数据。

河南省远程医学中心在此基础上迈出了关键一步，携手华为等合作伙伴建成了全国领先的远程医学服务系统，使之成为集远程教育、远程会诊、远程病理诊断、远程影像诊断、远程心电诊断与监护中心、远程门诊以及精准医学中心等多功能于一体的区域协同医疗综合服务平台，实现了医院间的无缝数据集成和交换，将传统基于视频会议的远程医疗活动，转化成为基于数据交换平台的远程医疗服务模式。

通过远程医疗平台的共享，可以推动河南全省优质医疗资源的下沉，主动帮扶和带教县级医院，有效缓解边远地区以及农村患者到上级医院看病难、看病贵等问题，推动河南省的“分级诊

疗”工作，切实为河南人民的健康保驾护航。

#### ●《ICT 新视界》：国家远程医疗中心的远期规划是怎样的？

赵杰：从国家成立远程医疗中心以后，我们现在实际上已经形成了一个“国际-国内-省-市-县-乡-村”的 7 级医疗服务体系，中心同时还与山东、新疆、山西、四川、福建和贵州等省市，以及美国、俄罗斯和赞比亚等国家开通了系统互联互通，承担了国家卫生援外远程医疗平台和“一带一路”健康丝路远程医疗平台的研究任务。目前，平台已接入省内外医疗机构 1300 多家；年在线会诊量达 40000+ 例，心电、病理和影像等专科诊断 50+ 万例；年远程授课 300+ 次（受众 50+ 万人次/年）。未来，我们致力于打造“一张专网、一个平台、一个数据中心”，将对全球提供服务。

#### 抗击病毒，助医护人员决胜千里之外

#### ●《ICT 新视界》：国家远程医疗中心在抗击新冠肺炎疫情中发挥了哪些作用？

赵杰：郑大一附院作为中国卫生信息学会远程医疗专委会的主委单位，暨国家远程医疗中心及互联网医疗系统应用国家工程实验室的依托单位，在疫情初期就敏锐意识到：一定要发挥远程医疗在抗击疫情中的基础作用。为应对疫情，我们一方面快速开展了疫情防控、远程医疗系统部署和技术方案的演练，另一方面也与省疫情防控指挥部和省卫健委领导进行了沟通汇报，开展提前布局，力争主动作为。在省疫情防控指挥部和省卫健委决定建设覆盖全省所有定点医疗机构的远程会商系统之后，远程医学中心全体工作人员优化方案、汇集物资、上下协调，连夜组建了 18 个应急分队，在华为等合作伙伴的配合下，仅用了不到 82 个小时就完成了第 1 批 130 家定点医疗机构的系统部署，克服重重困难建成了基于 5G SA 与固网融合的疫情防控与远程医疗综合服务体系，打通了远程会商系统。

随着疫情的变化，又用不到两天的时间完成了新增 17 家定点医疗机构和郑大一附院所有隔离病区会诊系统的部署，并在郑大一附院隔离病房完成了基于 5GSA 移动查房系统的部署，为全省疫情防控打下了坚实的信息化支撑平台。系统建成后，省新型冠状病毒感染肺炎防控指挥部可以监控全部 147 家定点医疗机构的隔离病区，通过移动查房掌握所有重症患者的动态情况，使全省所有重症病人都能通过该系统得到省级专家的会诊。

同时，河南省卫生厅组织的专家组可以每天对所有 147 家定点医疗机构的重症病人进行实时会诊，通过该系统，我们还可以对河南省所有医疗救治单位的医务人员进行救治方案讲解、提

华为与郑州大学第一附属医院、中国移动携手合作，采用 5G SPN 技术、5G SA 技术打造 5G 智慧医疗专网，用新技术加速智慧医疗创新和发展。通过远程医疗平台的共享，可以推动河南全省优质医疗资源的下沉，主动帮扶和带教县级医院，有效缓解边远地区以及农村患者到上级医院看病难、看病贵等问题，推动河南省的“分级诊疗”工作，切实为河南人民的健康保驾护航。

供技术指导，极大地提升了重症病人的会诊和抢救成功率、提高了基层医疗机构的疫情处置能力，最大限度提高了重症患者的救治成功率、降低了死亡率，为重症患者打造了一条生命防线，显著提升了河南全省的疫情防控质量。

● 《ICT 新视界》：此次疫情对远程医疗的未来发展将产生哪些深远影响？

赵杰：在抗击新冠病毒的过程中，如果河南省没有远程会诊系统作为基础支撑，基层医疗机构的治疗效果可能会面临很大的挑战。正是得益于这套系统，河南全省诊疗和救治方案实现了统一化和标准化，让新冠病患的救治效果得以显著提升。

未来医疗信息化的发展，由于智能手机等移动终端已经无处不在，基于视频会议的远程医疗应用将逐渐走向个人，通过移动端让每一个患者都能获取精准的服务资源。而云计算、物联网、大数据和 5G 等前沿技术的逐步成熟，也将为远程医疗的流程优化与效果提升创造更多的可能性。借助云平台，不同医疗机构之间将可以共享病例信息，及时添加或变更相关的诊疗数据，为医生全面了解患者病情并制定合理的治疗方案提供参考依据。下一代远程医疗系统将集成各类信息系统、网络技术、医疗影像设备和传统医疗体系等，向新一代集成远程医疗系统发展演变。

华为与国家远程医疗中心合作前景可期

● 《ICT 新视界》：5G 等新技术未来将如何助力远程医疗技术升级，普惠更多人？

赵杰：5G 在医疗领域的应用将推动公立医院的体制改革，加速公立医院的转型。通过“云医院”，未来的医院将可以实现跨界医疗、成为无国界医院；通过 5G 技术带来的 4K 高清视频

带宽，可以将优质的医疗资源共享给各个医疗单位，快速提升基层医疗人员的水平；5G 的应用还将助力大型公立医院临床科研走向聚变，以及实现医院管理系统的全面集成。

5G 的特点是大带宽、低时延和高可靠性，满足了医疗服务人机互联和实时数据共享的需求。例如在河南省任何一个地方发生突发急救事件，郑大一附院的应急指挥车和救护车都可以随时到达指定的位置和现场，进行全程的指挥和救治。

2019 年起，郑大一附院承担了全国首个 5G 医疗示范项目，联合华为公司等合作伙伴开展 5G 应急救援、远程 B 超、远程会诊、重症监护和 VR 等相关业务场景的分析、联调和网络测试；在 3 个院区开通了 30 个 5G 基站，完成了国内首个 5G NSA 医疗实验网及 5G SA 智慧医疗专网的建设，并在信阳光山开通了省内首个 5G 远程医疗农村试点。

● 《ICT 新视界》如何评价华为与国家远程医疗中心的合作，对未来有哪些期待？

赵杰：郑大一附院所建立的远程医疗综合服务平台，以及音/视频与数据双轮驱动的远程医疗体系，已经实现了数据共享，这在全国是独一无二的。我们双方在 2011 年签署了战略合作协议，在河南省每个县（市）分别选择了一家区域医疗协同医院；2015 年又合作建立了远程医疗大数据联合创新中心，此外，华为还深度参与国家远程医疗中心的建设，提供了包括双活数据中心、视讯终端设备和医疗大数据等产品 and 解决方案。下一步，我们将加大合作力度，以郑大一附院为枢纽，通过部署华为高清视讯终端作为核心平台，完成河南省所有二级以上医疗机构接入国家远程医疗中心，真正实现优质医疗资源共享，改变未来的医疗生态。■



# 智简电子政务网， 构筑数字政府连接基石

◎ 华为数据通信产品线 谭轲 / 文

当前，以数字化、网络化、智能化为特征的现代信息技术飞速发展，推动了数字经济的蓬勃兴起和网络社会的崛起，给经济、社会和政治发展带来了深刻变革，显著改变着人们的生产和生活方式。建设数字政府是基于信息时代背景下的政府变革回应，加强数字政府建设、完善数字政府治理体系已成为政府改革的主旋律之一。技术创新在数字中国建设中发挥着不可替代的作用，近年来，5G、人工智能、大数据、物联网等新技术不断发展，越来越多的城市通过提升电子政务服务水平，从而提升政府服务效能。截至2019年，中国已有10个省级地方政府出台并公开数字政府规划计划，多地统筹建成全省政务服务App，推进政府数据向社会开放，促进治理能力提升。通过创新政务服务，力争“让百姓办事像网购一样方便”。

## 电子政务网面临4大新挑战

2020年是中国电子政务外网全面启动建设应用十五周年，经过近十五年的建设，政务外网已经在全国32个省实现市、县级覆盖，对促进政务信息资源共享，加强一体化政务服务体系起到了至关重要的作用。

随着“互联网+政务”服务、互联网+监管、数字政府、智慧社会的建设以及物联网和工业互联网等新兴事物的不断发展，政府网络面临新挑战：

- 由于电子政务网采用分段建设，各委办局开通上云专线需电话求助多个部门分别开通网络，不具备统一协同调度能力，气象局等委办局用户单位使用不便，政数局等网络运营部门开通业务不便，无法支撑政务业务快速上线。

- 网络缺乏业务精细化服务能力，尤其对于视频会议等高质量要求的业务，当前网络缺乏严格的物理资源保障能力，导致视频会议卡顿、网速慢等问题，影响各委办局业务迁移上外网的积极性，同时，也限制了电子政务网的接入能力。

- 当前运维界面复杂，网络设备、安全设备和云平台无法统一运维，不能进行告警关联分析、快速定位故障，遇到问题只能靠人工逐段界定定位排查，容易在多个部门间造成推诿，效率十分低下。

- 安全防护不足，尚未形成全网上下统一的安全策略、技术保障、标准规范和管理制度。当前的信息安全保障措施，大多是

各类安全设备在网络边界处的简单叠加，没有进行有效的整合，虽然取得了一定的防护效果，但是对网络性能也造成了一定影响，且当需要开通新业务时，各个设备的策略就需要进行调整。发生故障也需要逐个排查，也增加了运维管理工作的复杂度。

## 智简政务网，使能政务全连接、服务零距离

建设云网安协同的新一代政务网络，实现政务园区、政务内外网、政务云之间的高效互访，支撑各级政务部门的数据共享和协同管理。

- 建设“一网多平面，专网级体验”的新一代国家电子政务网，实现视频、办公、生产、物联等多业务统一承载和智能运维

针对存在高质量、高安全等级要求的应用业务，网络需提供一物理资源独立的网络平面。通过独立的网络物理切片，实现音视频类等高SLA的应用业务，满足应急指挥和财政数据等需要高质量和高保密性委办局的诉求。通过分布式的智能器件，实时全方位感知网络状态，结合云端智能完成网络自动部署和主动运维。推动网络朝着自治自愈的方向发展，加速打造数字政府、智慧社会进程。

落实国家政策，实现IPv6网络改造一步到位，政务网络首当其冲，基于IPv6+SRv6技术大幅简化网络协议，降低维护难度。专网整合后，政务外网变的更加复杂，需支持端到端运维能力，可通过全网质量可视和随路检测技术，分钟级实现网络故障，大

大降低故障处理时间。

• **建设多级架构的政务云数据中心，实现私有云、公有云多云联动**

政务业务上云后，网络需要具备高吞吐、零丢包和低时延，云内实现云网安协同，自动为云服务分配网络、安全资源，保证业务自动快速开通。利用SDN、AI先进技术，分钟级实现业务发放，完成网络部署的自动化和智能化；省市政务云间通过动态调优，在链路拥塞时实现业务路径自动调整，充分利用网络承载能力从而保证各委办厅局业务。

• **完善运维体系，通过政务智能运营中心，打造全网态势一张图，实现网络可视可管可运营**

IOC 提供平台运营态势呈现，实现数字政府信息与管理可视化；提供全方位监测预警，实现数字政府运行的风险控制；提供跨部门联动应急，实现多主体协同共治；提供公共管理决策支撑，促进管理和决策的科学化与智能化。

支持政务外网、数据中心和园区端到端网络拓扑可视，业务路径可视。通过网络、业务和安全威胁健康度精细化评估网络质量状态。对于音视频等高质量保证要求的业务，需支持业务体验

可视，实现快速定位排障。

• **完善网络安全协同调度能力，建设全网纵深防御和态势感知体系**

基于电子政务外网各区域布局，建设覆盖中央 - 省 - 市 - 县四级监测体系，通过安全大脑的构建，实现安全资源的统一调度、策略统一编排、故障统一排查，全面实现安全资源池化，并通过网安的协同联动，实现威胁的快速闭环。

建立物理安全、网络安全、平台安全、数据安全、应用安全多层次技术体系框架，构建重点防护、流量监测、智能研判、快速响应和有效阻断的纵深防御系统。采集互联网出口、政务外网出口、城域网核心、广域网核心、数据中心边界、云边界、云内部等全网各要素状态和网络流量，通过动态分析、对比、关联等方式进行数据分析和异常检测，感知识别异常的事件和行为，支撑预警通报、快速响应、协同处置等能力。

华为将持续创新为数字政府提供领先的 ICT 基础架构，并与更多的生态伙伴合作和展开联合创新，推进“互联网+政务服务”的推进持续朝着更高的水平发展，加速打造“永不打烊”的“数字政府”，实现数据多跑路，市民少跑腿。■





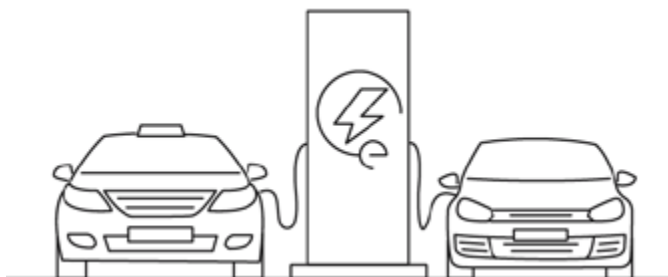
# 华为边缘计算物联网助力深电能充电桩运营更高效

◎ 华为数据通信产品线 黄伟 / 文

## 新基建驱动充电桩市场高速增长，预计 2030 年突破万亿规模

随着国内疫情逐步得到控制，如何对冲疫情对经济的影响，如何实现经济的稳定增长，已然成为了社会关注的首要问题。目前，从政府到企业，从专家到媒体，纷纷对以 5G 基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等为代表的新型基础设施（“新基建”）寄予厚望。新能源汽车充电桩作为新基建的重要建设内容，借助新基建带来的机遇，将有望实现快速增长。

根据有关统计数据，截止到 2019 年 12 月，我国充电桩保有量达到 121.9 万台，车桩比已由 2015 年的 7.8 : 1 提高至 3.5 : 1。预计到 2030 年，我国电动汽车数量将达到 6480 万辆，如果根据国务院印发的《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》中车桩比 1:1 的建设目标，至 2030 年，我国将存在高达 6300 万台的充电桩缺口，将形成超万亿级的充电桩基础设施建设市场。



## 如何根据电网负荷实现电动汽车的“有序充电”，成为充电桩运营的首要问题

随着海量新能源汽车充电桩的大规模接入电网，电动汽车充电对电网的影响不容忽视。据不完全统计，80% 的新能源汽车用

户在所住小区的充电场站进行充电。一般小区的用电高峰时刻是在晚上 8~10 点，小区变压器将接近满载状态，而此时间段也正是新能源汽车充电的高峰期。此时，如果不对汽车充电进行引导，将会出现“峰上加峰”的现象，导致变压器超容，威胁电网的安全稳定运行。

以某 400 住户、400 车位的小区为例，在当初建设小区变压器时，如果按照每住户用电量 5kW，用电同步系数 0.3，安全系数 1.2 来进行设计，小区峰值用电量为 720kW（每住户用电量 × 用电同步系数 × 安全系数），考虑到变压器的常用规格和建设成本，该小区一般选用 800kW 规格的变压器。因此，理论上可供新能源汽车充电的剩余容量仅为 80kW（变压器容量 - 小区峰值用电量），大约可以支持 10 个交流充电桩的部署。根据《住房城乡建设部关于加强城市电动汽车充电设施规划建设工作的通知》，具有充电设施的停车位应不少于总停车位的 10%，那么该小区需要至少部署 40 个充电桩，当前小区的剩余容量是远远不能满足 40 个充电桩同时充电的需求。所以，需要实时采集小区居民用电量数据，根据变压器的负荷，有效地引导、控制新能源汽车的充电量，实现有序充电，保证新能源汽车与电网的协调互动发展。

## 华为智慧充电桩物联网解决方案，助力深电能充电桩运营更高效

新能源汽车充电运营商通过建设充电桩物联网，实现海量充电桩设施的管理、监控和维护，并通过充电运营平台向新能源汽车用户提供导航、充电、计费等服务。深圳市深电能售电有限公司（以下简称：深电能）是全国首家工商注册的售电公司，主营电能销售、配电服务、新能源应用等业务。旗下品牌“绿侠快充”是比亚迪指定的充电建设运营服务商。当前，深电能共管理充电场站约 400 个，充电桩 10000+ 台，预计每年新建或接入

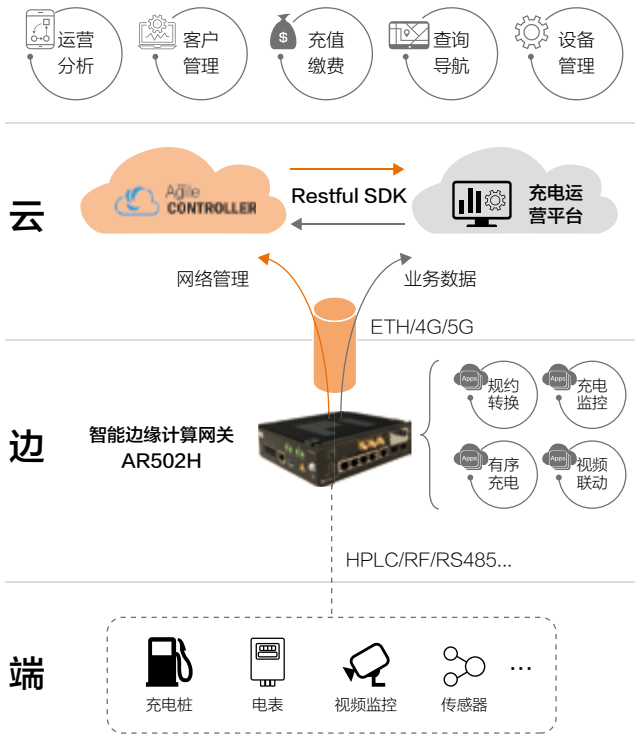


图 1：华为智慧充电桩物联网解决方案架构

5000~10000 台充电桩。

深电能提供充电服务的过程中，存在海量充电设施管理运维难、有序充电等应用扩展难等问题。华为基于“云-边-端”的物联网架构，提出边缘计算+5G 加持的智慧充电桩物联网解决方案。在云端提供百万终端管理能力的电力物联网平台，实现海量终端设备的远程可视化管理和运维；在边缘侧提供新一代智能边缘计算网关 AR502H，按需部署有序充电、充电监控、视频联动等 APP 应用，支持新业务的快速上线；在终端侧通过有线 HPLC+ 无线 RF 技术，实现终端设备的全场景物联，有效提升充电桩在线率。

#### ● 边缘智能，有序充电更高效

智能边缘计算网关 AR502H 与充电运营平台采用边-云协同方式，在边缘侧充电场站，实时采集变压器和充电桩负荷数据，动态调整充电桩的充电量和充电时间；并在充电场站满负荷时，根据实时电价和运营策略，通过云端充电运营平台，引导新能源汽车用户前往其他低负荷充电场站进行充电。同时，AR502H 可

开放软硬件资源，支持多容器，可像智能手机一样，按需开发或加载规约转换、视频联动地锁等 APP 应用，解决多厂家充电桩接入、燃油车占位等问题，实现一机多用，避免硬件系统的重复开发。

#### ● 工业网关，桩云通信更可靠

智能边缘计算网关 AR502H 采用工业级一体化设计，集 5G 上行+边缘计算+物联接入功能于一体，成功替换深电能现网 Zigbee 模块+工控机+4G 路由器的组合方案，大幅提升充电桩至云端充电运营平台的通信可靠性，降低多点故障，有效提升了充电桩的在线率。深圳国银民生金融大厦地下充电场站已实现 18 个月无通信中断运营。

#### ● 网随电通，HPLC 物联更便捷

华为提供 IP 化 HPLC (宽带电力线载波通信) 技术，利用电力线回传充电桩数据，节省通信布线成本。支持 IPv6 寻址，实现即插即用，免停电安装，提升部署效率。尤其是在地下充电场站等场景，如果使用 ZigBee、LoRa 等无线物联技术，网关需就近部署，难以稳定连接运营商公网；而采用 HPLC 可实现网关拉远，网关可灵活部署在地面等公网稳定覆盖区域。



图 2：深圳国银民生金融大厦地下充电场站样板点

## 结束语

华为将持续创新为充电运营商提供领先的 ICT 解决方案，并与更多地的生态伙伴合作和展开联合创新，共同推进新能源充电桩市场的快速发展！

# IAB 委员是如何炼成的

◎ 华为数据通信产品线 IETF IAB 委员，首席标准专家 李振斌 / 文



2019年初，我荣幸地当选为 IETF 互联网架构委员会（IAB）委员。IETF 的全称是互联网工程任务组，是负责制订互联网协议标准的组织，相当于 IP 产业的 3GPP，而 IAB 委员则大致相当于 3GPP 的项目协调组（PCG）副主席。从 2000 年加入华为从事 IP 协议研发工作，到 2009 年开始参与 IP 创新研究和 IETF 标准推动，再到如今当选 IAB 委员，这 20 年的曲折与艰辛，与华为路由器产品从籍籍无名到运营商市场全球份额登顶的历程基本同步，也是华为 IP 长征道路的一个缩影。

## 积累：从幼稚到成熟

2005 年产品线开始加强 MPLS 解决方案的研发，我负责设计和研发了一系列 MPLS 特性。快速重路由（FRR）特性快要开发完成时，才发现一个重大缺陷：链路出现故障后，流量切换到备用链路没有问题，可以保证在 50 毫秒内完成，但链路恢复时，流量切换回原链路却要 1 秒钟才能完成。原来，我们在设计过程中根本没有考虑流量回切的业务逻辑，导致整个特性不可用，必须重新设计。2006 年，我们开发的 MPLS-TE 主备保护特性又被严厉投诉，原因是没有考虑二次保护的场景，主、备路径连续中断时，VPN 流量就会持续中断。在十年多的 MPLS 研发经历中，我负责开发了无数的特性，这两次投诉最为刻骨铭心。我常常自嘲，“人在江湖飘，哪能不挨刀”。

就这样，一次次地掉进“泥坑”，然后再努力爬起来。我们逐渐补齐特性，逐渐加深对网络的理解，进而能够了解客户痛点、并有所创新。我们提出“永不中断的 MPLS 隧道”这一极具挑战的目标，以此为指引，专门增加了 MPLS TE 隧道的逃生路径特性，在隧道策略里面增加了指定多条 MPLS TE 隧道负载均衡、MPLS TE 隧道中断后回落到 MPLS LDP 隧道的设计。在 MPLS TE FRR 方案中，我们又增加了链路故障恢复时的流量慢回切特性，保证了零丢包。这些特性在西班牙某跨国运营商的重大

项目拓展中发挥了重要作用，客户一致认为我们的设计比友商方案更加完备、更加好用，而且简单、直观。

成长的过程中一定会有苦、有累、有挫折。正是这些点滴的积累，让我们从幼稚转为成熟，能够深刻地理解业务场景和技术本质。如今在 SRv6 等新的技术发展机遇出现时，我们已经胸有成竹，能够拨云见日，并快速展开创新和标准布局，引领新一代 IP 技术的发展。

长期的积累是创新的基础。无论是个人和组织，一定要持续提升自己，做好准备。

## 战略：从布朗运动到愿景驱动

华为人的奋斗精神在业界是有目共睹的，克服一切困难向前冲，是我们成功的重要基础。但是，IP 产业的技术创新总是众说纷纭，技术路线的选择至关重要。以前我们习惯的套路，要么是等着 RFC 出来，快速交付跟上，要么是市场项目驱动研发，承接大量的需求。这都导致技术路线发展呈现出布朗运动，研发面临巨大的交付压力。当我们经过长期的积累，有能力理解网络本质、理解客户痛点的时候，必须学会做策略性的努力。

2017 年 SRv6 技术发展伊始，只有 00 版的 IETF 个人草案，技术还没有成型，产品线内部也面临着技术路线选择的分歧。2017 年我们花了大



在华为工作久了，我感觉我们的工作很多时候就像一个玻璃杯，上帝把这个玻璃杯砸碎摆在我们的面前，我们就一块一块儿地重新拼接起来，直到最后一刻，这个玻璃杯才终于能够拼接完成，亮丽光鲜地展现在世人眼前。>>



量的时间讨论，是选择 SR-MPLS6 技术还是新提出不久的 SRv6 技术？在激烈的观点交锋中，大家逐渐明确了 SRv6 的战略意义。SRv6 可以基于 Native IP 转发，配置工作量不随网络跳数线性增加，可以快速建立海量联接，并根据网络状态变化进行实时按需调整，这就可以更好地支持自动驾驶网络，为客户创造巨大价值。更重要的是，SRv6 基于 IPv6 扩展头机制可以支持网络服务化，利用 IPv6 这个天然的媒介，IP 网络协议创新将跨过承载和应用的鸿沟，构建可感知应用的新协议体系，优化企业网络的用户体验，提升运营商网络的商业价值。因此，投资 SR-MPLS6 只是 MPLS 特性的一个完善，而基于 SRv6 才能构建面向 5G 和云的智能 IP 网络战略。于是，大家形成共识，全力做好 SRv6。

对于这样的新兴技术，研发交付的难度不言而喻，更加挑战的是市场拓展和产业牵引。IP 产业以前都是 C 公司先行引导，其他人参加跟上，这是华为第一次自己领衔主演一场技术变革的大戏，定义应用场景、对齐客户战略、构建产业生态，很多工作我们都是零经验起步，摸着石头过河，充满了惊险刺激。

更关键的是，我们和客户联合开展技术创新，让 SRv6 真正在客户层面产生价值和得到认可，2019 年我们完成了将近 20 个 SRv6 商用网络的部署，并在推进 IPv6 规模部署专家委员会下推动设立了 IPv6+ 技术创新组，将 SRv6 等新技术创新融入中国 IPv6 产业战略。

为了进一步推动产业共识，我们还筹办了多次 SRv6 产业论坛。由于一些特殊原因，第二次论坛的会期临时提前了一周，我们在会期前两天才拿到宣讲嘉宾的胶片初稿，只能夜以继日地进行对齐和沟通。因为劳累过度，我的嗓子在会期前一天晚上变得嘶哑，此时会务组负责人的电话又打了过来，需要最后确定嘉宾的座位顺序。我第二天还有发言，为了保护嗓子，只能由她来描述相关安排，我用“是”和“否”来简单回应。论坛活动成功举办之后，那种熟悉的感觉再次涌上心头：在华为工作久了，我感觉我们的工作很多

时候就像一个玻璃杯，上帝把这个玻璃杯砸碎摆在我们的面前，我们就一块一块儿地重新拼接起来，直到最后一刻，这个玻璃杯才终于能够拼接完成，亮丽光鲜地展现在世人眼前。你以为轻轻一碰它，一切努力就会化为乌有，然而它就是神奇地屹立不倒。

### 团队：从单兵作战到全营一杆枪

2006 年底左右，MPLS 特性在市场上开始大规模应用。由于组织变化带来的调整，MPLS 开发团队里只剩下两名老员工，还要补齐大量特性，我只能四处救火，疲于应付，甚至一度有点儿垂头丧气。当时在产品线的民主生活会上，我终于忍不住生气了，抱怨我们的组织变化给 MPLS 带来的困难。陈杰安慰我说：“我非常理解 Robin，因为 Robin 是热爱 MPLS 的，所以他才会有这样的情绪”。一直被负面情绪笼罩的我猛然被“热爱”这个词撞击了一下。曾几何时，在高强度的工作中，面对的技术和产品看起来都是冰冷的，带给我们的麻烦和痛苦仿佛也是无穷无尽。现在，我突然产生了一种温暖和感动。后来的日子里，这种感动的力量一直支持着我。我们努力重新造就了一个新的 MPLS 团队。后来，我又转战解决方案、大 T 拓展、规划、架构、标准、研究、产业等不同的岗位，每到一个新的岗位，我也更加重视团队的培养了，如今这些团队的成员已经成长为华为 IP 的中坚力量。

2010 年推动 IP 协议创新的时候，曾经跟美研的业界前辈交流，他对我说：“C 公司的成功，得益于产品、标准、市场三个方面紧密结合。反观当年的 NT 公司，虽然提了很多好的创新理念，但是产品跟不上，所以失败了。AL 的产品和解决方案做得很好，但是标准上建树有限，影响力不足。”这句话给我留下了深刻的印象。如何将我们的产品、标准、市场有机地结合起来？后来汪总担任网络产品线总裁，也指出了 IP 标准创新的不足。痛定思痛，产品线加强了 IPSSC 的运作，成立了 SRv6、Telemetry、5G 承载等重点标准项目组，成员包含预研、标准、产品、解决方案、营销、

行销等关键人员，形成创新的合力。后来产品线又进一步构建了 NetCity 机制，和关键客户展开联合创新，通过快速迭代，构建产品和解决方案的竞争力。2019 年又启动全球 IP 专家咨询委员会（Global IP Advisor Board）机制，安排产品管理、解决方案架构、标准等各领域专家与关键客户开展面向场景、面向未来的战略研讨。这些机制使得我们的工作更加组织有序，队型更加具有战斗力。

在推动 SRv6 创新的过程中，我们团队的成员贡献了网络切片、随路检测、DetNet、SFC、BIER6、APN6 等很多新兴领域的创新思路。在与团队成员碰撞交流的过程中，我常常为他们精妙的创新思路而激动不已。这些不同领域的创新构想，已经超越了 SRv6 的范畴，一个关于 IPv6+ 的战略蓝图逐渐清晰，面向 5G 和云时代的一个巨大机会浮现在我们眼前。与之相比，我深深地体会到了个人力量的渺小，进而无比庆幸我们拥有一个强大的团队，为未来的创新和发展提供了最坚实的基础。

### 自信：从心怀忐忑到挺直腰杆

2008 年我离开驾轻就熟的 SE 岗位，前往欧洲参与大 T 拓展，心中充满了忐忑。在与客户交流的过程中，客户很真诚地说：“你们不要小看自己，我们的关系不是简单的‘我们讲需求、你们听完去开发’。事实上，我们看重华为是一家跨国公司，希望能够借助你们这个平台获取业界的经验，给我们更好的指导”。在参与 IETF 标准的工作时，加拿大研究所的一位业界前辈也跟我讲：“华为就要把最懂 IGP、BGP 的专家派来 IETF，英语弱没问题，最重要的是技术。华为支持着世界上不计其数的大型网络，这种经验是很多其他人不具备、也不可能具备的。”正是因为这些鼓励，我们在协议创新的道路上完成了一个又一个“Mission

Impossible”。

IETF 会议上，一般一个人至多宣讲 3-5 个议题。为了打开 IP 标准创新的局面，我在 2013 年的 IETF 88 次会议上独自上场完成了 15 个宣讲，内容覆盖了路由域几乎所有重要的工作组，和各个领域的专家进行技术交锋。由于我们集中推出多篇文稿、发表宣讲，参加 IETF 88 会议的同行反馈说，华为在创新趋于平淡的路由域“像是引爆了原子弹一样”。这些年来，华为在 SDN Transition、SRv6、Telemetry 等多个领域的标准工作中做出了重要的贡献，得到同行们的认可，我也在 2019 年初荣幸地当选为 IETF 互联网架构委员会（IAB）委员，成为华为土生土长的第一位 IAB 委员，也是来自亚洲企业界的第一位 IAB 委员。与此同时，来自华为的一大批标准专家参与了 SRv6 关键特性标准的制定，并在网络切片、确定性时延、BIER6、APN6 等面向 5G 和云的 IPv6+ 创新方向上发挥了主导作用，IPv6+ 标准创新的整体贡献度达到了 80% 以上。我们在 IETF 的工作也得到了客户的瞩目，特别是我们在 IPv6+ 战略方向上的创新引领，让客户耳目一新，感慨“华为跟以前不一样了！”

2019 年，华为在运营商 IP 市场连续保持全球份额第一，IPv6+ 的创新和标准布局也如火如荼地展开，SRv6 的商用部署远远超过友商。我们正大步走在创新引领的路上，承担起推动 IP 技术创新、为 IP 标准社区持续贡献的重大责任。由弱小走向强大，由失败走向成功，艰难爬坡的过程也造就了无数的 IP 英雄。他们从幼稚走向成熟，从心怀忐忑走向坚定自信，从徘徊犹疑走向胸有成竹。也许还有一些年轻的同事像当年的我一样心中充满忐忑，但我确信，他们当中一定会涌现出新一代的 IP 英雄。

现在，我们面临着历史上最好的发展机遇。让我们挺直腰杆，满怀自信，奋然前行！■



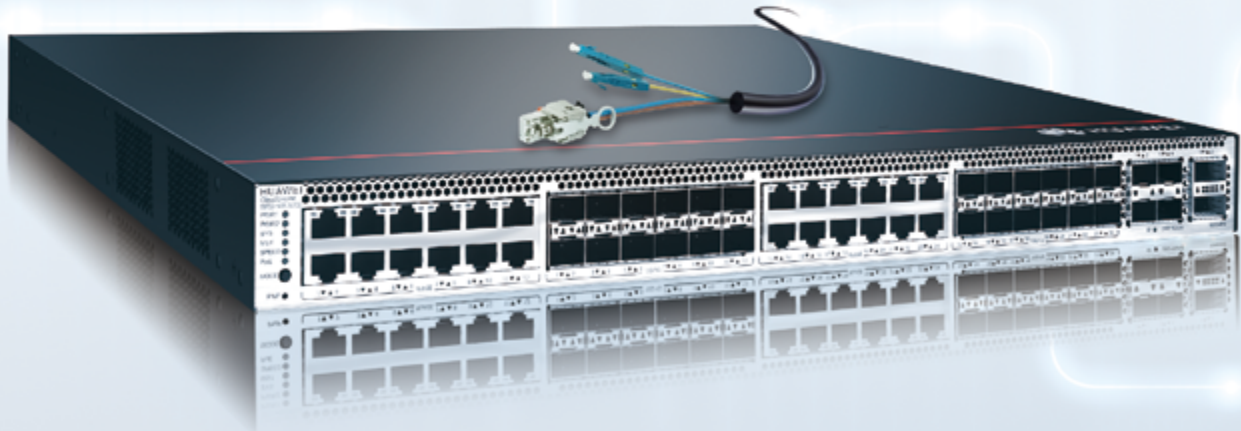
李振斌（右三）和他的研发团队

# CloudEngine

## S系列全万兆光电混合交换机

荣获2020 Gartner Peer Insights “客户之选”  
荣誉称号，评分排名第一

- 10Gbps极速接入，全面释放Wi-Fi 6潜能
- 独家300米PoE++，Wi-Fi 6部署随心所欲
- 首创随板AC，管理1024台AP，5倍于业界



CloudEngine S5732-H48XUM2CC

引领智能IP网络

—— 国之重器出版工程 ——

# 华为数据通信系列丛书



《云数据中心网络架构与技术》



《园区网络架构与技术》



《企业WLAN架构与技术》



《SD-WAN架构与技术》



《金融数据中心网络架构与技术》



《SRv6网络编程》

- **6**个华为数通主力解决方案架构与技术详解
- **6**位华为数通首席架构师、首席IP研究专家、IETF互联网架构委员会（IAB）委员 主编
- **100+**项目成功部署经验
- **50+**合作伙伴和客户评审
- **9**位业界和学界大咖推荐