

华为技术有限公司
深圳龙岗区坂田华为基地
电话: +86 755 28780808
邮编: 518129
www.huawei.com

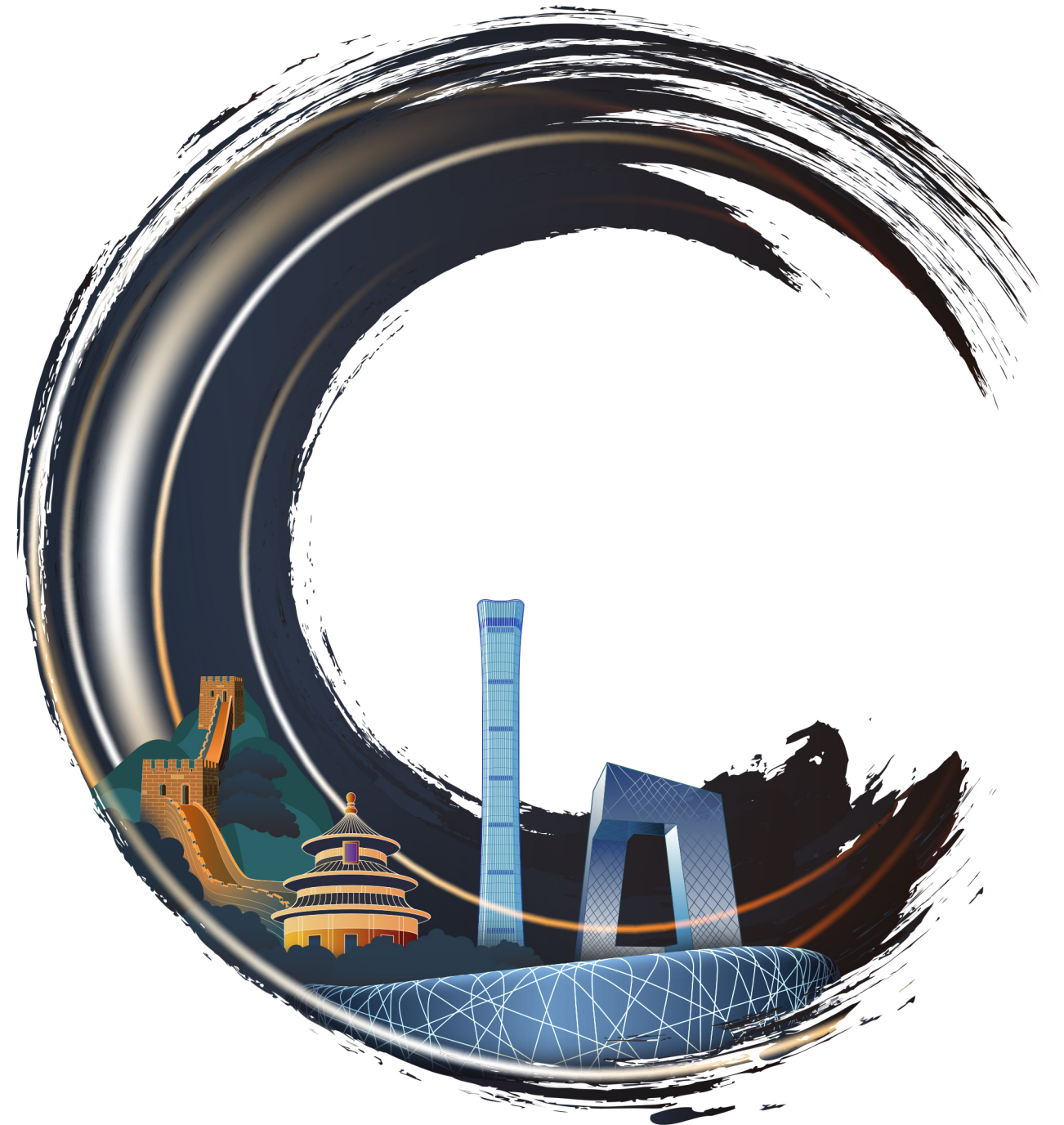


构建万物互联的智能世界

智能联接，共创行业新价值

Intelligent Connectivity, New Value Together

2020全球超宽带高峰论坛



商标声明

HUAWEI, HUAWEI 是华为技术有限公司商标或者注册商标，在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其它商标，产品名称，服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有© 华为技术有限公司 2020。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、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

Huawei is proud to be a member of
BROADBAND COMMISSION
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT





加强超宽带基础设施建设， 促进包容性恢复与繁荣

ITU秘书长&联合国宽带委员会副主席
赵厚麟

过去十年，ICT产业在扩大全球互联互通方面取得了长足进展，丰富了人们的生活。在全球合作抗击COVID-19疫情危机中，ICT宽带联接的重要性凸显，成为有效应对危机的关键一环。人们主动减少外出，基于超宽带网络实现生活采购、远程教育、在线办公等。家庭不仅作为生活中心，同时还具备了学校、医院、办公、影院等社会属性，超宽带网络让家庭成为了真正意义上的生产力中心。

同时，超宽带网络作为基础设施，加速行业数字化转型，促使传统产业实现变革和效率提升，进而成为国家竞争力构建的关键基础，及各国实现可持续发展的先决条件。

然而，巨大的数字鸿沟还没有消失。至今，全球仍然有36亿人未联网，互联网全球普及率只有50%左右，而且总体增长速度正在放缓。为了利用ICT促进可持续发展目标(SDG)的实现，国际电联出版了《实现全人类的互联互通—评估到2030年实现人人连接互联网所需投资》：在2030年前实现可负担的服务，达成普遍联接要铺设70万公里的主干光纤传输基础设施。

此外，宽带发展仍面临着一系列其他问题和挑战，

包括：缺乏对行业政策的有效指导；网络部署缓慢；地域不平衡；增长不足，投资回报周期长；缺乏明确的升级路径；需要让新的利益相关者参与网络基础设施建设。

面对这些挑战，需要全球产业界的协同合作，快速弥合宽带鸿沟。最近，联合国秘书长呼吁，2030年前实现可负担的服务，达成普遍联接的目标，这个目标对全世界而言意味着巨大挑战。我曾提到“4I”：基础设施、投资、创新和包容，并把它作为我们的战略。我们需要动员政府、运营商、设备制造商、投资商和垂直行业。只有整个宽带产业联合起来，才能应对挑战。首先，各行各业联合加强ICT投资；其次，政府协同制定ICT投资策略；另外，复苏进程中，合作和团结至关重要。

2020全球超宽带高峰论坛（UBBF 2020）给我们提供了一个非常好的机会，让我们共同达成产业共识，以技术创新和商业创新双轮驱动，促进宽带基础设施进一步发展，让普遍联接成为基石，实现可持续、包容性的全球经济复苏和社会进步，共同迎接智能时代的到来。在此，我呼吁：构建更普及和优质的ICT宽带基础设施，让必需服务成为可能、社会联系更紧密、弥合数字鸿沟、推进数字包容；让每个人在围绕SDG 2030目标发展中不掉队。

智能联接，共创行业新价值

Intelligent Connectivity, New Value Together

产业趋势/ INDUSTRY TREND

02 | 打造智能联接，共建智能世界



当前，人类社会正加速进入智能时代，个人、家庭和企业对联接都提出了新的需求，第五代联接技术建立了虚拟与物理世界的沟通桥梁，迎接智能社会的全面到来。

文/华为常务董事 汪涛

06 | 网络的云化、IPv6化和全光化



网络的全光化不仅是梦想，更是唯一靠谱的路！云网融合正成为主旋律，它有四大原则：网是基础、云为核心、网随云动、云网一体。

文/工信部科技委常务副主任、
中国电信集团科技委主任 韦乐平

10 | 打造高质量基础网络 开创工业互联网新时代



工业互联网是我国新基建的重要场景之一，是新型信息通信技术集合在工业领域应用的重要场景，也是我国工业完成智能化变革的技术底座。

文/中国信息通信研究院副院长 王志勤

13 | 对5G建设发展方向的思考



今天需明确的是现代通信网整体进入第五代，即5G时代，这个5G包括固定网5G（Fixed 5G）和移动网5G（Mobile 5G）。基于上述扩展的5G概念定义，才能更完整阐释信息社会迈入了全5G时代。

文/中国电信广西公司总经理 叶松华

商业实践/ BUSINESS PRACTICE

17 | + 智能体验，联行业价值



疫情的挑战重新定义了联接的价值，华为持续与运营商一起，在确定性体验、泛在千兆、超自动化的智能联接技术上不断创新，通过家庭、企业的这两大商业变现公式，打造万物互联的智能化体验，双轮驱动使能行业和社会数字化，释放行业的万亿价值。

文/华为常务董事&运营商BG总裁 丁耘

21 | 共享云网，高质量推进数字化转型



当前，新一轮科技革命和产业变革正在加速演进，未来数字化社会的雏形已初步形成。为顺应趋势，需要大力发展数字经济，加快新一代信息技术的商业化应用。其中，开放、互联、共享的云、网络及数据服务，有利于全社会低成本、高质量地建设新基建，赋能全社会的数字化转型。

文/中国电信集团董事 邵广禄

24 | 智慧，让“连”接成为“联”接

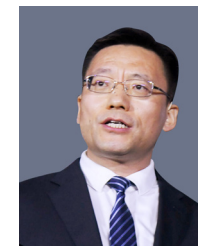


从“连”接到“联”接，一字之差体现出时代的滚滚浪潮，万物智联已经到来，与其坐而论道，不如起而行之。

文/中国移动集团副总经理 高同庆

技术展望/ TECHNOLOGY PROSPECT

29 | 以联接构筑城市智慧



技术正在重新定义社会，重新定义城市，智慧城市未来迫切需要一种更智能的联接。联接+数据+算法将彻底改变城市治理场景、治理模式和治理效果，推动城市治理的纵深发展。

文/国家信息中心信息化和产业发展部主任、
智慧城市发展研究中心主任 单志广

33 | F5G赋能千行百业，推动数字经济转型升级



“光联万物”的未来意味着巨大的发展潜力和广袤的市场空间，无所不在的F5G网络将成为人工智能、自动驾驶、云计算、区块链等新兴技术与应用的坚实支撑，赋能千行百业，推动数字经济转型升级，带动产业共荣。

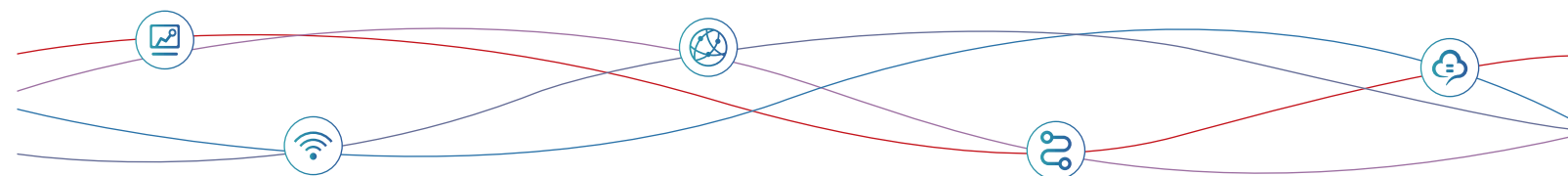
文/安永战略与交易咨询合伙人 叶亮

37 | 超级网络推动21世纪视觉数字工业化进程



中国将引领全球8K/4K/3D新体验，采用这些技术的影视作品及直播赛事和演出将达几百万G，在超级网络的跑道上将领跑更多精彩内容。

文/卡梅隆佩斯集团亚太及中国区总裁 程信森



产业趋势 INDUSTRY TREND



打造智能联接，共建智能世界

当前，人类社会正加速进入智能时代，个人、家庭和企业对联接都提出了新的需求，第五代联接技术建立了虚拟与物理世界的沟通桥梁，迎接智能社会的全面到来。

文/华为常务董事 汪涛

2020年，电信运营商在抗击新冠疫情中做出了重要贡献，网络价值得到了前所未有的凸显。回顾历史，联接方式的每一次升级，都给人类社会带来质的飞跃。

农耕时代，驿站将遥远的两个城市联接起来，丝绸之路作为建立在驿站系统之上的联接，促进了东西方物质的流通和信息的交融。工业时代，电报和电话打破了物理距离的限制，让人与人之间快速建立联接。信息时代，移动通信、光纤通信与数据通信，支撑了互联网的繁荣，让全球经济飞速发展。

当前，人类社会正加速进入智能时代，个人、家庭和企业对联接都提出了新的需求，云、AI等新技术也在加速与联接融合。

智能时代，联接产业迎来五大变化

从万物互联到万物智联，进一步走向万智互联

以人和家庭为主要对象的时代，“联起来”是主要目标，这是万物互联；随着全场景智慧生活及企业智能化升级的加快，要联接更多的物，物的联接需要更智能，这个阶段的目标是万物智联；在华为HC 2020上，全行业已形成共识，企业智能化升级就是要构建一个个不同的行业智能体，围绕智能体的联接，要实现万智互联。

家庭联接业务更多元，企业联接场景更多样

家庭网络从服务信息娱乐走向服务教育和办公；企业网络从服务办公走向服务于办公和生产的全场景。第三方数据显示，当前中国有1800万家企业支持家庭办公，有4.2亿在线教育用户。华为自身的数字化转型报告显示，数字化转型的重心，已从数字化办公转移到数字化作业、交易和运营。

从尽力而为到差异化服务+确定性保障

联接进入千行百业，多样性的业务场景导致差异化的联接需求，比如智慧城市要求海量联接，智慧工厂要求确定性时延。差异化服务是缺省项，确定性保障就是必选项。运营商做好这两个能力，才能拿到进入垂直市场的入场券。

接入技术能力从百兆到任意媒介千兆

联接领域存在多种接入技术，有的是基于蜂窝、Wi-Fi的无线技术，有的是基于光纤的有线技术，业务场景的多样性，决定了多种接入技术长期共存。对任何企业来说，单靠一种技术方案，都无法满足全部场景的超宽带联接需求。经过产业界的

共同努力，现在无论是基于4G、5G技术还是基于Wi-Fi、光纤接入，都可以实现泛在千兆的联接能力。

从人工运维到超自动化

5G、AI和云等新技术的引入，让网络能力越来越强大，但给网络运维带来了新挑战。比如，5G网络相对于4G网络，可以实现100倍以上的联接密度提升，同时网络配置参数也增加了1万多个。面对越来越复杂的网络，以人工为主的运维模式难以为继，必须引入大数据和AI来降低决策的复杂性，实现从人工运维到超自动化，把简单留给人工，把复杂交给智能。

从上述五大变化中可以看到，联接的价值不仅取决于联接的数量，还取决于联接的质量、更大的带宽、更低的时延和更小的网络切片等。对于金融交易，1毫秒时延的降低，能带来100万美元的收益；OTT云数据中心的实测数据显示，0.1%的网络丢包会带来50%的算力损失。传统联接时代，梅特卡夫定律诠释了联接的价值：联接的价值与联接数量的平方成正比。面向新联接，我们需要给“梅特卡夫定律”增加几个变量，包括带宽、时延、切片，来重新定义联接的价值，即“新梅特卡夫定律”。

$$V = \sum_{slice=1}^N \left(\frac{k \times Bw \times N^2}{T} \right)$$

K：价值系数、Bw：带宽、T：时延和抖动、N：联接对象数量、slice =1-N：网络切片数量

“新梅特卡夫定律”诠释了智能联接时代的联接力和生产力之间的新关系。

+AI，迈向智能联接

这五大变化也对联接提出了诸多新需求，要满足这些需求，让联接力释放更大的生产力，联接需要升级换代。首先，带宽能力是联接的基础。为满足家庭和企业场景下，超高清视频、VR/AR应用、AI摄像机、无人机等需求，需要无处不在、无缝覆盖的千兆联接；其次，为满足家庭场景下办公和学习等业务需求、企业场景下安全和可靠性生产的需求，联接网络要能做到确定性体验；第三，网络的规模和复杂性成倍增加，必须引入大数据和AI，实现超自动化。所以，新时期的联接需要具备泛在千兆、确定性体验和超自动化三大特征，这就是智能联接。

智能联接对运营商到底意味着什么？针对家庭宽带业务和企业业务，我们提出2个主张。

“1+3+X”，智能联接助力家庭宽带从人口红利走向体验红利。

“1”就是1根光纤，提供千兆宽带接入。“3”就是在1根光纤的基础上，还要做好3件事情：全屋真千兆覆盖、提升业务体验和精准运营规划。基于“1+3”的举措，帮助运营商发展更多的创新宽带业

务，比如办公宽带、教育宽带、电竞宽带、主播宽带、智慧家庭等，拓展出充满想象的市场空间，这就是“X”。

“向下做深、中间做精、向上做广”，智能联接助力运营商打开企业市场新空间。

“做深”是从WAN服务延伸到LAN服务。企业数字化转型必须基于一张高质量、高可靠的企业园区网络。运营商依托WAN网络优势和超自动化的技术优势，可以延伸到企业LAN网络，打开新的市场空间。

“做精”是企业分支之间的高品质互联。企业应用越来越多，分支互联不仅需要满足多样性业务需求，还需要提供确定性体验保证。运营商要利用网络覆盖和多样化联接的能力，提供高品质专线联接。

“做广”是构建更广泛的云端联接。抓住企业上云的巨大机遇，充分发挥运营商网络覆盖和集成的优势，为企业客户提供敏捷上云、安全上云的服务，实现运营商云网协同的战略目标。



帮助客户商业成功，华为聚焦打造全场景智能联接解决方案

面向家庭宽带场景，华为推出了智能分布式接入解决方案，以对家庭终端、局端和网管进行全面升级。通过FTTR建设家庭内的全光组网，实现千兆全屋Wi-Fi覆盖；集成AI到家庭终端上，实现业务的智能识别，保证高品质的业务体验；通过秒级数据采集和智能分析能力，实时感知用户体验，实现质差用户的精准识别。

面向中小企业园区场景，华为推出了智能园区网络解决方案，帮助运营商把服务扩展到园区内部，实现LAN&WAN统一管控、Gbps全无线接入和基于AI的智能运维。

源于“OTN品质专线”在金融行业、政府、电力、OTT等行业的成功实践，华为升级了智能品

质专线解决方案：通过全光交换降低时延，支持运营商打造1ms时延圈；通过Liquid OTN技术实现2M~100Gbps灵活带宽接入，把品质专线普惠到千行百业；通过捆绑波长或子波长的管道资源，为企业客户提供波长级专网。

应对不同行业上云的需求，华为推出了智能云网解决方案，以智能IP网络为基础，构筑一张高质量的云业务专网，提供企业上多云的服务。在云骨干场景，实现多云预联接，实现一条专线上多云服务；在云接入场景，通过网络切片为不同行业提供差异化SLA的上云联接服务；在云专线场景，利用移动承载网广覆盖的优势，让城区90%企业一天即可接入云。

不断推动联接产业的可持续发展

为支撑和推动智能联接产业的发展，华为坚持3个关键举措：一是持续投资基础研究及系统工程能力，打造领先产品和解决方案；二是与全行业共同努力，应对逆全球化的各种挑战，维护联接产业全球标准的统一；三是携手伙伴、围绕行业场景不断完善解决方案。全面参与IPv6专家委的工作，推动网络能力开放。深度参与NGOF、ONA等联盟，共建F5G场景化解决方案。

人类社会正处于从信息社会向智能社会演进的关键时期，智能将与人更加紧密地协同，从提供虚拟与现实浸入式的交互体验，到与人体的更紧密协同，突破人类的身体极限。以5G、F5G、IPv6+、Wi-Fi 6为代表的第五代联接技术，通过提供泛在千兆，确定性体验和超自动化能力，建立起虚拟与

物理世界的沟通桥梁，迎接智能社会的全面到来。

在更远的未来，第六代联接技术还将在空间、时间、规模等多维度上持续发展，提供百倍的带宽提升、更低的时延、更广阔的覆盖，将人类社会从智能社会带入充满想象的未来社会。华为将在迈向6G、F6G、下一代IP、Wi-Fi 7、Wi-Fi 8为代表的第六代联接技术征程中，不断挑战极限，做到网络性能最优，为世界提供最好的联接！站在更高更远的视角来看，联接的技术探索和产业发展永无止境！

关于联接技术的发展，任何假设可能都是保守的，预测未来的最好方式就是创造未来！让我们携手，共同迈向智能联接时代！



网络的云化、IPv6化和全光化

网络的全光化不仅是梦想，更是唯一靠谱的出路！云网融合正成为主旋律，它有四大原则：网是基础、云为核心、网随运动、云网一体。

文/工信部科技委常务副主任、中国电信集团科技委主任 韦乐平



天的网络处在一个关键变革时期，从用户侧看，随着大数据、5G、AI、云、AR/VR等新型应用的兴起，对网络提出了新的要求，同时也意味着更多的新市场、新机遇。从竞争上看，市场的格局在以惊人的速度发生转变，运营商仍然是最重要的网络服务提供商，但其传统的运营模式以及其地位都在遭受新玩家的挑战。从产业上看，传统的人口红利已经趋于饱和，传统的运营模式、收入结构也应该随之转型，并从粗放式经营走向精细化、精准化经营。

面对未来巨大的不确定性，运营商的网络中仍然存在很多有待探索的问题，其中有两个比较关键的问题：

1) 云和网应该如何协同？2) 承载一切业务的全光网应该如何演进？

网络的云化和IPv6化

在全球各行各业纷纷进入数字化转型和国内新基建战略的背景下，云网融合已经成为通信基础设施、新技术基础设施和算力基础设施之间的粘合剂。根据IDC预测，到2025年，中国90%以上的应用将迁移到云上，数据中心将全面云化。作为支撑应用的网络，实现网随云动就是云化的最大驱动力。同时，传统封闭刚性的网络只有通过云化才能

实现弹性资源分配、敏捷灵活组网、自动智能运行等目标。

目前云网融合正成为主旋律，为赋能数字化转型，中国电信致力于构建“网是基础，云为核心，网随云动，云网一体”的数字化基础设施，积极推进云网融合发展实践。

云网融合发展有三个阶段

- 第一阶段：云网协同（Coordination）**，即云和网基本彼此独立，通过两者功能层“对接”实现业务自动化开通和加载，向客户提供一站式服务。中国电信依托全国6000+的边缘机房、5万+综合接入局所，部署广泛覆盖的边缘基础设施，按需就近部署边缘计算节点和UPF设备，充分发挥云边各自优势，打造便捷可靠的边缘服务能力，协同提供综合数字化解决方案。
- 第二阶段：云网融合（Convergence）**，即云和网在逻辑架构和通用组件上逐渐趋同，在资源和能力上产生“物理反应”。中国电信通过Underlay和Overlay协同，依托天翼云广泛分布的云资源节点和中国电信通达全球的丰富网络资源，为用户提供快捷组网，专线入云、多云互联的云网融合服务，具有广覆盖、易接入、高性能、安全可靠、灵活组网、简便运维的特点。
- 第三阶段：云网一体（Integration）**，即在物理和逻辑层面均发生“化学反应”。从应用视角，不再看到计算、存储和网络三大资源的差异。中国电信基于运营商网络安全优势，以及推出了“云堤”抗DDOS产品等安全产品，正在力图打造涵盖终端安全、网络安全和云内安全的云网一体的安全能力。

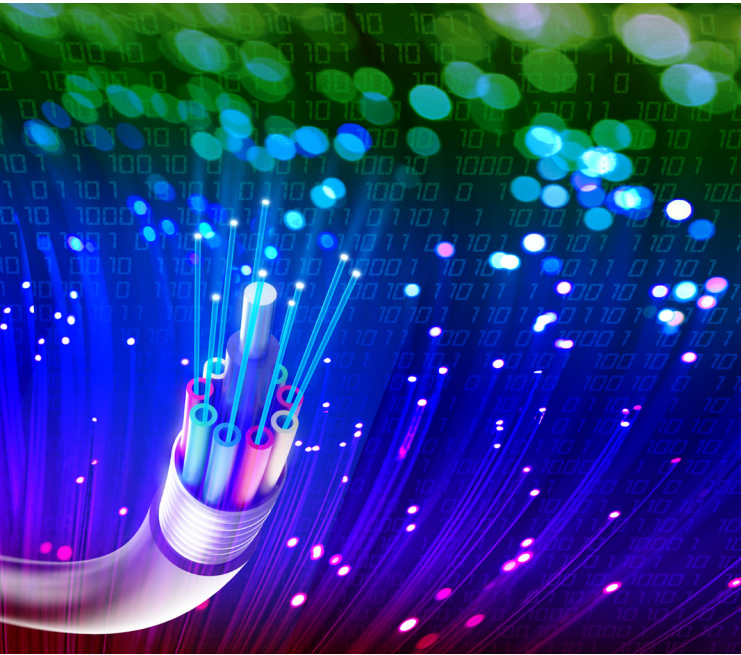
要实现云网融合的一项关键技术就是IPv6，中国运营商IPv6网络已经基本形成了端到端、互联互通的IPv6网络体系，然而IPv6的流量占比还是太低。流量占比上不去，谈网络IPv6化就是纸上谈兵。因此，网络IPv6化的关键在于流量的提升，流量提升的关键在于应用和网站的IPv6化。在IPv6网络之上，近年来围绕5G和云时代的创新业务诉求，产业各方通过充分发挥IPv6报文扩展空间大的巨大优势，催生了系列创新协议如SRv6、随流检测、APN6等创新技术，为众多商业模式和商业价值上的创新奠定了坚实的基础并提供了巨大的想象空间。

网络的全光化

容量是网络迈向全光的最大驱动力，容量的需求和提升永无止境，预计2023年中国电信传送网总容量将突破1.8P/s。在需求侧，视频成为第一流量，流量接近骨干网的三分之二，4K/8K超高清和VR/AR等大视频的崛起加剧对带宽需求；其他潜在新需求正在浮出水面，包括云计算、大数据、自动驾驶等，一旦形成规模不仅将对带宽提出更高要求，对于网络时延、可用性都将提出更加严格的要求。在供给侧，从1977年全球第一个速率为45Mbps的干线光传输系统在美国东北走廊开通商用起，到2020年48波400Gbps系统试商用为止，43年光通信容量提升了约42万倍，相当年增速35%。网络的全光化不仅是梦想，也是唯一靠谱的出路！

事实上，网络的全光化已经成为全球趋势，具体可以分为两个阶段：全光网1.0时代（全光纤网）和全光网2.0时代（全光自动调度）。

就全光网1.0而言，全球FTTH渗透率大约40%，还有很大的发展空间，而中国FTTH进展更加领先，家庭渗透率已经高达85%，更大的增长空间来自于从FTTH（Home）延伸至FTTR（Room）和FTTD（Desk）乃至FTTT（Thing），即从家门口或信息箱到屋子、桌面乃至各种终端，以及随着运营商的业务范围逐步从2C转向2B，光纤到园区从FTTO（Office）延伸至FTTC（Campus）和FTTF（Factory）乃至生产车间逐步成为未来重要的光网络新兴市场。



对于进入企业市场，工业光网，特别是工业PON技术将有非常广泛的应用。光网络从FTTH/O承载层向工业互联网应用层延伸，比特管道经适度改造正演变为业务管道。具体可以划分为三个阶段：

- 1.0阶段：**面向中小企业，适配多种工业接口进行一般性承载业务如：视频监控，办公网等；
- 2.0阶段：**基于网络切片功能实现多业务差异化承载，对关键业务进行安全隔离，适配多种工业协议；
- 3.0阶段：**采用新型全光网络架构，实现云边协同，大幅提升确定性、安全性，进入大企业的关键生产系统应用中；



在拓展全光网1.0边际的同时，我们今天也正在迈入全光网2.0时代，首先从长江中下游开启。2017年，中国电信首先在长江中下游地区的江苏、浙江、上海、湖北、安徽、江西6省市的21个节点，建成了一张规模空前的WDM ASON骨干网络，率先实现了中国骨干网络由全光1.0向全光2.0迈进的新时代。长江中下游全光骨干网络建成后，中国电信又相继建成了华北、华南、东北、西南、西北区域干线光网络，通过分大区ROADM网络实现了国内的光传送覆盖。今年7月，中国电信完成了长江中下游全光干线和华北区域全光干线的一体化合并和

验收工作，该网络合并后成为全球区域覆盖最广、节点数量最大、业务链路最多的全光智能WSON网络，大大提升跨区域业务发放效率和网络可靠性。

中国电信全光骨干网2.0的覆盖、规模和性能均位列全球之首。据介绍，中国电信五大区域骨干网系统总长达22万公里，包括470个ROADM节点、2357个OA节点，网络总容量达590T；5039条100G（10万兆），实现区域WSON控制，恢复时间小于2分钟，光层直达，时延小于30毫秒。

展望：不惧变革，团结产业，拥抱未来

过去40年间，中国运营商对于中国的网络做出了巨大贡献，为中国的经济腾飞提供了坚实的数字基座，是促进中国互联网繁荣的重要基石。2020年的疫情更加体现出中国网络基础设施的可靠和优越，这一切都是中国通信人的勋章。但同时，我们也应该看到，未来存在着大量的不确定性和挑战，

此时此刻，业界更有必要团结起来，主动拥抱变革，求同存异，统一诸如IPv6、F5G等产业代际节奏，共同构筑完整、健康的产业生态环境，推动中国网络产业健康发展，为中国未来40年的经济腾飞提供坚实保障。



打造高质量基础网络 开创工业互联网新时代

工业互联网是我国新基建的重要场景之一，是新型信息通信技术集合在工业领域应用的重要场景，也是我国工业完成智能化变革的技术底座。

文/中国信息通信研究院副院长 王志勤

在以数字化、网络化、智能化为特征的第四次工业革命中，信息通信网络成为重要的驱动力量。信息通信网络作为新型基础设施的核心，是数字化、网络化、智能化的关键支撑，是新一轮技术革命和产业变革的重要基石，将全面赋能各行业的数字化转型升级及经济的高质量发展。

信息技术的创新正在推动全球产业变革

从全球范围来看，信息通信技术正在加速产业变革：一方面信息通信技术创新活跃，5G、人工智能、区块链等新技术快速演进，互联网、云计算、大数据、工业互联网等加速融合；另一方面，信息通信技术向经济社会各领域加速渗透，深刻推动着各领域生产方式和发展模式的变革。

从国内范围看，当前我国的经济发展已进入新常态，大力发展信息通信技术，推动数字经济与实体经济深度融合，应该成为认识、把握、引领新常态并为经济发展提供新动能的重要抓手。

我国政府一直高度重视信息通信技术和产业的发展，党中央、国务院在十二五以来持续开展谋篇布局，发布了一系列重要的信息通信产业规划、战略以及政策。习近平总书记强调，工业互联网技术的突破为经济的创新发展注入了新动能，也为促进全球产业融合发展提供了新机遇。应该高度重视工业互联网的

创新发展，持续提升工业互联网的创新能力，推动工业化与信息化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展。

在国家政策的大力推动下，在全行业的共同努力下，我国信息通信产业在国际标准研究、关键技术研发、推进网络部署、探索新型应用等方面取得了长足的进步，信息通信产业支撑经济社会发展的作用进一步突显。

目前，我国在几个关键领域，如移动通信、数据通信、宽带通信、人工智能等方面，无论是关键技术、网络规模、核心企业、产业规模、还是用户应用均已取得了巨大突破，实现了从“跟随”到“并跑”甚至“领跑”的飞跃式发展。当然在信息通信领域，我国仍存在一些很明显的短板，特别是与集成电路相关的领域，这需要产业各界一起加速相关技术领域的研发，弥补我国在信息通信领域的不足。

工业互联网的五大关键技术

工业互联网是我国新基建的重要场景之一，是新型信息通信技术集合在工业领域应用的重要场景，也是我国工业完成智能化变革的技术底座。工业互联网通过无处不在的网络接入工业生产机器，并最终实现人、机器、云之间智能的联接。工业互联网结合云计算、大数据、AI等技术，最终可以有效提升我国的工业生产力，实现我国工业制造的重构。

未来，工业互联网采用的融合了感知、连接、存储、计算、处理、安全为一体的云-管-边-端网

络新架构，将呈现五大发展趋势：确定可靠、智能融合、泛在接入、安全可信及高速传输，以满足高质量的工业承载需求。

由于需要接入海量的工业节点，因此IPv6+是工业互联网必须支持的基础技术。由于一些工业应用对时延有非常严格的要求，所以TSN、DetNet等确定性时延的技术也是工业互联网必要的技术之一，目前国内的未来网络已经联合华为完成了3000km的确定性时延验证，实现了端到端±15us的确定性

抖动，这表明确定性技术已经从实验室开始逐步走向工业商用。

工业互联网提供了工业机器和算力的智能联接，基于5G MEC的边缘计算可以让算力延伸到工厂边缘，泛在的算力基础设施能为工业互联网不同的应用提供支撑。工业互联网最终的发展方向是算网一体，通过服务、感知、运营、维护的多维智能化，最终实现算力的智能分配，构建集感知、计算、存储、传输于一体的新型工业通信基础设施。

工业互联是万物互联的重要场景。5G、Wi-Fi 6、全光工业接入是工业互联网所需的三种重要接入场景。支持泛在接入的工业终端是工业网络的“起点”，由于室外和室内的部署限制，无线接入将成为未来工业互联网重要的部署场景。目前已经有很多诸如智慧矿山、智慧工厂这类基于5G的工业应用，未来通过5G、Wi-Fi 6和全光工业接入实现场景上的互补，最终能够实现无死角的工业终端接入。

F5G和IPv6+是工业互联网重要的技术底座

信息网络是工业互联网的基础，而信息网络由传输网络及IP网络构成。F5G是第五代光传输技术，以10G PON、200G/400G OTN等技术为代表，可以支撑部署简单、端到端安全可靠，端到端可视智能运维的工业传输网，是工业互联网的物理层底座。而IPv6+则是工业互联网的IP层底座，IPv6+作为IPv6的扩展，包括以SRv6、网络切片、随流检测、和应用感知为代表的协议创新，和以网络分析、自动调优、网络自愈等网络智能化为代表的技术创新。二者的结合将最终实现以工业应用感

对于工业网络来说，信息安全非常重要，工业互联网让信息安全的领域从个人信息延伸到了工业生产安全，而工业生产对安全的要求更高，因此工业互联网必须从设备安全、控制安全、网络安全、数据安全、应用安全5个维度保证工业网络的工厂内网及外部网络的安全。而内生安全、区块链和拟态安全等近年来提出的新型信息安全技术，是未来保障工业互联网安全所需要关注的重点技术。

未来，我们国家必须建设“工业高速公路”，以实现对全国范围工业应用的统一承载。一方面随着工业机器大规模密集的接入，接入侧的工业带宽已经从百兆提升到千兆；另一方面，很多工业应用也需要较高的带宽，例如工业视觉等方面的应用。因此，工业互联网需要高速的带宽来保证所有工业业务的畅通无阻，因此，IP层支持单端口400GE，以及传输层带宽从8T提升到48T可能会是未来工业互联网带宽发展的趋势。

知为目标、高度自治的工业网络。

工业互联网需要保障承载的工业流量可靠、高效地传输。在安全保障下，通过端到端、无阻塞、大带宽的工业网络，支撑泛在的工业节点和工业算力智能可靠的联接，实现工业互联网服务于整个工业业务，有效地提升工业生产力。通过网络通信技术与云、人工智能的结合，能够持续提升工业互联网的创新能力，在新基建场景下，最终实现我国工业制造的革新换代，开创工业互联网的新时代。



对5G建设发展方向的思考

今天需明确的是现代通信网整体进入第五代，即5G时代，这个5G包括固定网5G（Fixed 5G）和移动网5G（Mobile 5G）。基于上述扩展的5G概念定义，才能更完整阐释信息社会迈入了全5G时代。

文/中国电信广西公司总经理 叶松华

笔者身处通信行业30多年，经历通信行业技术多次迭代变迁，从铜缆到光纤，从模拟信号到数字信号，从2G到5G。作为行业发展的参与者和见证者，我们今天来到了5G发展中的重要节点上。

作为一名老通信人，笔者和很多同行一样，非常关心5G的发展，对一些实践中的现实问题进行了深入思考，也有一些粗浅的认识。5G经过将近两年高调推进，目前似乎进入一个尴尬局面，电信运营商巨额的建设与运营成本与所得的收入不成正比，运营商还在就电价与政府博弈，建设步伐似有放慢的趋势，而全社会对5G的期待与日俱增，这种现象如何解读？其中症结何在？困局又如何破解？下面就自己的一点思考看法与业界同行分享。

笔者认为，5G发展困局的根源是，社会需要的5G与运营商计划提供的5G出现了重大偏差！社会需要的是广义的满足个性化需求的成本合理的5G接入而不是单一的网，而运营商提供的是狭义的和运营成本巨大的单一5G网。

目前5G发展的尴尬局面需要破局者，F5G就是值得期待的、天然的担当者！



固定网络第五代国际上命名为F5G。2020年2月，国际标准组织ETSI正式发布固定网络的F5G代际标准，清晰定义了固定网络的代际演进和F5G时代的发展愿景，F5G同样面向万物互联。至此，固定网络与移动网络基本上同时进入第五代。今天需明确的是现代通信网整体进入第五代，即5G时代，这个5G包括固定网5G（Fixed 5G）和移动网5G（Mobile 5G）。基于上述扩展的5G概念定义，才能更完整阐释信息社会迈入了全5G时代。过去一段时间所称的5G概念仅只代表移动网5G，并不全面，导致的后果很严重，影响5G的发展，后面笔者再进行专述。为了避免概念混淆，张冠李戴，我在此将移动网5G称之为M5G，还5G独立身。5G是

更上层的技术上的概念，而不是指具体的网络。

第五代通信，也即5G技术，主要解决大带宽、低时延和广连接的通信问题，现在我们已经知道，5G技术运用于固定网就可以建成F5G，运用于移动网就可以建成M5G。F5G与M5G与均可以解决大带宽、低时延和广连接需求，但二者特点差异巨大，各自优劣势对比明显，单一使用均有缺陷。有趣的是，二者刚好是己之优就是彼之劣，己之劣就是彼之优，形成互补。

这里需要明确一点，F5G今天已经不是纯粹的有线固定网了，它通过末端的Wi-Fi 6等无线技术

大多数情况下已经实质上成为无线网了，也即固定网在末端进行了无线延伸。F5G在末端的这个无线网特点鲜明，在固定小范围区域提供无线信号，没有复杂的越区切换和漫游处理，技术简单，成本低廉。F5G适用于固定物体的连接和那些处于它无线信号覆盖区内小范围移动物体的连接。因为在现实应用场景中，固定物体和小范围移动物体的连接应该占绝大部分，这种价格便宜的F5G连接适用范围更广。F5G可以理解为区域5G网或定点5G网，连接的对象具有不可移动性或有限移动性。

而M5G与之相反，针对的对象主要是人和大范围移动的物体。为保证连接对象在移动过程中获取安全可靠的连接，M5G付出了巨大成本，连接代价昂贵。但是，对于需要这种特定连接服务的客户，其付出更容易觉得是值得的和易于接受的。

在现实的市场中，客户的连接需求更多时候是多元化的。比如一个生产制造型企业，车间内的各类定点传感器和数据收集设施、对固定设备的控制等，利用F5G就是合适的技术。而对公司的物流和车辆管理或者产出的商品需要在售后实时信息化管理，那M5G就是合适的技术。这个公司同时需要F5G和M5G进行协同，以获取性价比合理的大带宽、低时延、广连接的5G服务。

今年十一月，中国电信已宣布5G走定制化路线，其他运营商也发出类似声音，这是正确的选择，是5G发展的必由之路。

但是，对5G网络定制的内涵需要扩展，针对客户多元化连接需求应统筹考虑三个层面的因素：一是是否需要F5G和M5G协同；二是基于安全性可靠性考虑，是适用5G公网、虚拟专网还是专网，或者以上网络的混搭；三是根据不同点位的特点考虑搭配不同类型的基站（主要是在基站的频段和功率中进行选择）。当然，网络定制还有其他专业的内

容，本文在这里就不再赘述了。这样为客户量身定做的网络能够极大满足客户多元化的个性需求，同时又有合理的性价比。如果仅将5G定制化狭义定义在5G SA网上，那将是有重大局限性的，将严重制约5G的发展。

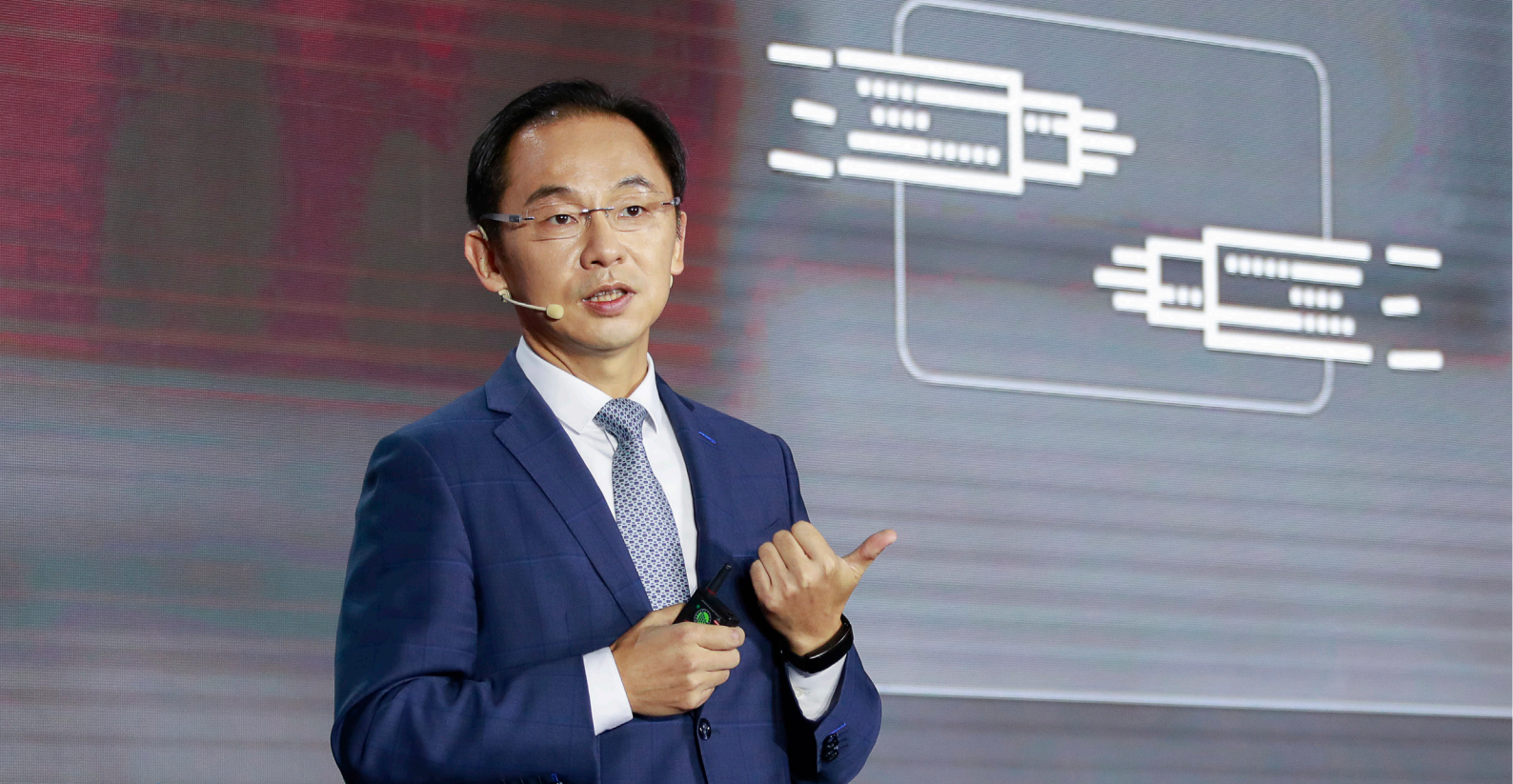
过去一段时间电信运营商延续4G及以前建网的思维，大规模上中频64T64R基站建设M5G网，投资和运行成本巨大，网络单一，满足不了客户个性化需求，价格昂贵，客户不买单，注定是得不偿失的。我们的思维和路径还停留在建设面向人的通信网的层面，面向人的网络只能满足人们共性需求，而且可靠性和安全性偏低。现在我们的思维应该及时转向面向万物互联的网络并建立新的路径了。满足客户连接的个性化需求，提供性价比合理的定制化5G网络是这个时代的需求。有了这样理性化思维，走出5G目前这个尴尬局面指日可待。

全社会正在快速信息化，信息化的三要素是数字化、网络化和智能化，缺一不可。电信运营商的主要职责就是要快速实现全社会的网络化，终极使命就是要让任何主体（人和机构）在任何时间任何地点，以合理的价格获取适合自己个性化需求的通信连接（最大的带宽/最低的时延/最广的连接）。作为市场主体的运营商，谁提供的网络服务更接近这一终极目标，谁就更具未来市场竞争优势。

最后，呼吁产业链重视F5G！建议标准组织持续完善F5G标准，制造商提供持续完善的商用设备，电信运营商对固网的认识应从家庭宽带转移到面向万物互联的F5G上，尽快形成一套从F5G的规划、设计、建设的成熟体系，等待F5G的必将是广阔的市场。

F5G与M5G的双轮驱动与珠联璧合，将是5G技术开启万物互联时代的“金钥匙”，也是放眼全球推动中国M5G适度超前发展的有效路径。

商业实践 BUSINESS PRACTICE



HOME+的三层体验升级，家庭数字变现公式开辟家庭多元化业务场景价值

“在线”融入社会的方方面面，在家办公、学习、贸易正成为人们的必选，从而要求网络稳定、安全、体验有保障。上半年，中国有4亿学生在线学习，清华大学搭建的教育扶贫网，帮助偏远地区儿童获得优秀教师的远程教学，极大解决了教育资源分布不均的问题。联接使教育有了更多可能性，而有质量的联接为可能性提供了想象的土壤。社会商业方面，直播让卖场不再有限制，中国有700万农民在家通过网络实时展示农产品的采摘、清洗、打包过程，让消费者身临其境、放心购买。直播视频的稳定、流畅不卡顿是线上消费体验的保证。联接家庭从128K出发，到十兆再到百兆，再到今天的千兆联接，再到未来的智能联接，更多的未来等待我们去挖掘。

为保障家庭多元化业务的智能体验，华为提出了家庭数字价值变现的公式：



家庭的数字价值 = 高速宽带联接 + 全覆盖的家庭网络 + 多业务SLA的体验保障。

- 打造高速宽带的体验，首先要做到光纤入户，实现F5G和5G的协同接入。
- 全覆盖的家庭网络，需要将联接从家庭做到用户侧，实现家庭网络改善的一小步，用户体验提升的一大步。
- 家庭业务的多样化，可以通过差异化的保障以实现竞争力的变现，促进家庭智能生态发展。

截止到2019年底，中国的宽带用户达到4.35亿，其中光纤用户占比91%，速率100M以上占比77%，成绩斐然。这得益于中国政府坚定的政策支持与运营商的持续战略投入。在中国的光改过程中，三大运营商在网络规划、建设、运营等方面总结出宝贵经验，对全球市场有着广泛的借鉴意义。

随着高速宽带市场的发展，5G与千兆的融合逐步发挥出强大的协同优势。广东移动为了更好地实现千兆战略，主推F5G与5G双融合，从建网协同、营销协同出发，实施5G与XG-PON同步建设、打造千兆价值小区、优化千兆套餐，以千兆提速包带动宽带的全方位升级。上半年千兆用户大幅度提

升，最重要的是保留了原有高价值的移动用户。

家庭网络是运营商增强用户体验感知的关键。据调研，中国约有60%的宽带问题来自于家庭Wi-Fi，把联接从家庭做到用户，建立全覆盖的体验，有不少运营商已推出相关的服务，比如英国BT的Complete Wi-Fi增值套餐，用户可通过APP输入家庭户型信息，选择室内合适的房间放置AP，待AP邮寄到后，自行安装，在线测试与验收。安徽电信将服务能力构筑在网络管理平台之上，通过平台向最终用户提供“组网定制”、“自助管理”、“网络自动优化”等服务，业务发展迅速，54%的新增宽带用户加订了Wi-Fi增值项。当然，家庭网络

+ 智能体验，联行业价值

疫情的挑战重新定义了联接的价值，华为持续与运营商一起，在确定性体验、泛在千兆、超自动化的智能联接技术上不断创新，通过家庭、企业的这两大商业变现公式，打造万物互联的智能化体验，双轮驱动使能行业和社会数字化，释放行业的万亿价值。

文/华为常务董事&运营商BG总裁 丁耘

2020年疫情的挑战重新定义了联接的价值，由于强大的ICT基础，中国充分利用大数据和网格化管理，实现了“网络不堵、性能不降、服务不断”，中国通讯网络在这场抗疫中表现突出。而固定宽带网络又进一步释放出了巨大的社会价值和经济价值，有效推动了复工、复产、复学，支撑了社会生产生活秩序的恢复。

无论是个人、家庭、企业，联接不仅仅是化危为机，更重要的是投资未来；中国提出了“新基建”帮助产业发展与转型，那么，超宽带产业如何提供智能体验，释放行业数字化价值？

回顾过去，华为联合产业共同定义了千兆宽带和品质宽带的两个发展阶段，区分了从带宽增长到带宽品质发展的理念。如今，智能联接上升至许多国家的战略，例如欧盟的下一代EU计划，韩国的10GiGA等；去年5月，中国提出要在300个大城市部署千兆宽带。短短一年多时间，运营商就纷纷发布了千兆套餐，激发大量创新涌现，中国率先进入了智能联接时代。

不会止步于Wi-Fi的覆盖，华为正与运营商一起尝试推动FTTR解决方案，实现光纤铺设到每个房间，意味着所有智能业务都可基于此蓬勃发展。

家庭体验的进一步提升，离不开对业务的智能感知。随着AI的发展，我们有了更多、更好的手段实现全场景差异化业务保障。VIPKID是中国提供英语在线教育的头部企业，为了更好地保障上课的学习体验，北京联通与VIPKID合作，使用华为eAI技术对其业务进行网络加速，从而实现了消费者、OTT、运营商的三方共赢。在泰国，3BB通过华为eAI识别热门游戏向最终用户推出游戏宽带套餐，以吸引广大

游戏爱好者，实现了1个月1万用户的发展。随着家居的智能化加速，中国电信的天翼看家、天翼高清等多款拳头产品深受用户认可，其中天翼看家达到了百万级用户。中国电信深耕数字化家庭，在家电控制、AI交互上发力，逐步开辟出智能家居的新天地。

家庭数字价值的释放依赖于智能联接的体验保证。华为将与运营商一起积极探索新业务的挖掘、孵化，紧紧抓住家庭功能多元化这个锚点，为最终消费者带来全新的Home+智能体验，从而获取差异化竞争力的变现。

企业+的三维度升级，企业商业变现公式释放企业数字化价值

企业的数字化，本质是打通企业的资金、人、物、信息、监管等工作流，联接则是企业数字化的血液。疫情期间，时间就是生命，而医生的资源是分散且稀缺的，郑州大学第一附属医院呼吸科张庆宪教授提到，借助远程会诊系统，每天每名医生可会诊81个病例，上云专线能早开通一天，就能够救治更多的病人。香港证券交易所，日成交额高达1千多亿港元，1ms = 300笔交易，可承诺的超低时延意味着更多的交易，在瞬息万变的金融市场里抢占先机，快人一步。汽车行业，安全是第一要务，云上全场景的车辆碰撞仿真模拟，是保障汽车安全行驶的关键。一汽集团单个车辆的模型碰撞仿真达到了几百个GB的数据量，需要超大带宽的专线来满足模型快速上传至云端，而闲时阶段的带宽需求又会降至忙时的百分之一，带宽弹性可调，收放自如将是最佳的选择。企业的数字化之旅，对联接的追求也在不断提升。

然而，当前企业联接的体验满足仍面临较大挑战：开通周期长、响应慢、定价方式单一、SLA 不可视等。为此，华为提出了企业联接价值变现的公式：



企业的数字价值 = 覆盖的密度 × 体验的深度 × 集成的广度

- 覆盖的密度是指通过综合业务区规划与智能建网，实现无缝的业务接入体验。
- 体验的深度是指通过弹性智能网络架构保证确定性的SLA体验。
- 集成的广度是指通过云网集成、云网融合，实现一跳入多云，用户定制化的体验。

3个维度协同释放企业的数字化价值，任何1个维度的缺失都将带来整网价值的下降。

首先是覆盖，企业的敏捷接入依赖于资源的快速可达。广东移动用一张光缆网就可满足多个企业的业务需求。一方面综合业务区规划有效推进光节点下沉，确保与企业的距离缩短到300米以内，保障企业光纤专线3天内可开通；另一方面对产品Offering进行重构，包含网络技术如5G和光、IP、PON的协同，智能随选，带宽可视。在服务支撑上，售前咨询快速响应、售中部署即插即用、售后主动运维、敏捷支撑产品销售，从而大幅度提升业务收入。上海电信借助“全光城市”的深度覆盖，用多合一政企网关替代传统的“光猫+多设备堆叠”的组网模式，可为大量中小企业提供一站式的业务采购，如上网、网络安全、视频会议、视频监控等，且企业内网可灵活组合，实现一根专线多种业务接入，大幅降低了中小企业的ICT建设与维护成本，运营商在提升了业务黏性的同时，也实现了收入增长。

其次是架构，一张无阻塞、永远在线、可扩展、极简的弹性智能网络架构是确保确定性SLA体验的基石。西欧某运营商构建覆盖其国内全境的媒资专网，采用媒资透传解决方案，提供动态带宽满足弹性需求，实现了套餐溢价6倍。上海电信通过光缆路由优化，快速升级传统业务，优化证券交易所时延从以往的4.6ms 到 0.63ms，实现7倍溢价，其推出的1ms、2ms、3ms时延圈专线产品获得市

场高度认可。印度尼西亚BRI银行是该国最大的银行之一，业务的发展及安全级别的进一步提升，数据中心的互联需要超高可靠性，Indosat打造的硬管道银行专网，实现了可靠性从3个9提升到5个9，套餐溢价50%。宁夏电信基于网络切片技术，打造的网络共享、租户专享业务，为3000多家医疗机构、2000多家教育机构提供了专网的敏捷部署，其中教育专网从过去的3个月缩减到2天完成交付，同时在联接、流量、SLA上创新商业模式，极大拓宽了行业需求，最大化网络价值。运营商通过对网络架构的持续调优，使其更敏捷适配企业的业务需求，从而实现了网络特性的价值变现。

最后是实现与云的广泛集成。随着AI技术的成熟，企业对算力的需求快速提升，如何用联接释放算力，加速全行业数字化是我们共同努力的方向。网络能力应逐步演化成平台底座，打破网络边界，支撑云网的充分融合，从而满足企业从购买到使用和管理的全流程自定义体验。在Offering方面，运营商将提供从当前的云+网套餐，到一跳入多云、入网即入云的承诺，最终提供差异化的云网服务。

商业与技术从来不是孤立存在的，一个产业的发展既需要技术的支撑，也需要商业的成功，从而实现投入和产出的正循环。华为将持续与运营商一起，在确定性体验、泛在千兆、超自动化的智能联接技术上不断创新，通过家庭、企业的这两大商业变现公式，打造万物互联的智能化体验，双轮驱动使能行业和社会数字化，释放行业的万亿价值。

行业在变化，新需求在不断涌现。
我们坚信：需求可以被创造，体验的追求永无止境。
让我们一起用智能预见体验，联接创造未来。

云+多网 的云网， 能化的基石



共享云网，高质量推进数字化转型

当前，新一轮科技革命和产业变革正在加速演进，未来数字化社会的雏形已初步形成。为顺应趋势，需要大力发展数字经济，加快新一代信息技术的商业化应用。其中，开放、互联、共享的云、网络及数据服务，有利于全社会低成本、高质量地建设新基建，赋能全社会的数字化转型。

文/中国电信集团董事 邵广禄

从长期来看，疫情将加速中国经济结构的分化趋势。疫情对零售门店、交通运输、商业地产等产业产生了较大冲击，而网上购物、在线教育、远程办公、视频会议等一系列线上需求则呈井喷式增长，整体的效率也不断提升。从中可以看出，与数字化、云化相关的产业在持续增长，而没有进行数字化转型的传统产业却在快速下滑，未来数字化社会的雏形已经初步显现。

中国在疫情期间表现优秀，除了政府的管理之外，背后有强大的超带宽和超算力作为支撑的数字经济也发挥了重要的作用。当前5G手机可达到千兆峰值，家庭带宽已具备千兆带宽，云的联接可以实现百G，万物的互联可以做到低时延大带宽，这些能力都基于拥有4G/5G网络、人工智能、大数据、云计算，物联网以及数据传输的系列化基础网络设施。

将视角扩展到全球，比较各个国家疫情后的情况，也会得出类似的结论。数字经济表现出强劲的发展态势，今后经济增长的新引擎将从传统的“铁公基”转变为5G、IOT、人工智能、大数据及云计算。全社会需要持续加快数字化转型，转得好、转得快就会进步，反之将会被淘汰。

对企业来说，虽然不同行业转型的重点不同，但整体上企业的数字化转型离不开五化：网络化、数字化、云化、智能化及电商化。对于电信运营商来说，网络化和数字化是其根本，具备较大的专业优势，当前需要重点推进云化、智能化和电商化。下面重点分享中国电信在云化及智能化方面的探索及思考。

加速云改，早上云、早主动、早受益

中国电信今年开展的“云改”工程，主要包括IT云改、网络CT云改、业务上云及工作上云等4个方面。根据中国电信的规划，新建的IT系统要实现百分之百上云，存量IT要在3年内完成云化改造。在此过程中，中国电信以业务为驱动，按照“关移并转”策略，使用集约化的云翼、云道、云眼、云桥等4个平台赋能IT上天翼云。通过提供PaaS/IaaS集成一体化服务的自助申请、分钟级开通能力，降低了上云使用PaaS组件的技术门槛；通过提供开发运营一体化的DevOps环境、立体化的监控和智能运维能力，

实现了全网DICT能力的统一开放、统一管理、统一运营，为31家省公司的IT系统上云保驾护航。在试点中，中国电信业务计费的出账从过去的2天缩短为8小时，IT的扩容周期从过去的月级降低为分钟级，同时通过BSS与OSS共享硬件，节省投资30%。

目前，IT上云的有益实践以使各行各业逐步取得了共识，即IT上云是一个大趋势，早上云晚上云，早晚要上云。而晚上云不如早上云，早上云、早主动、早受益。犹豫拖延，将造成“二次云改”的成本。

多网和多云开放共享，持续升级CN2网络

云网融合是多云与多网的融合，而不仅是运营商自己的云与自己网络的融合。基于此，中国电信倡议网络运营商及云服务商应加强开放，通过互联与共享，助力行业数字化转型实现低成本、高质量建设和运营。

基于多云和多网的共享思想，中国电信对CN2网络进行了升级改造，实现了五大特点：第一，面向

用户提供多网接入，5G、专线、SD-WAN均可实现；第二，提供多云接入服务，用户既可以接入天翼云，也可以接入第三方云，中国电信将对第三方公有云采用预先部署、互联的模式进行建设；第三，多云之间支持百G互联，AZ之间支持400GE；第四，云与网之间支持API开放及相互调用，即云调网、网调云；第五，在技术方面，端到端地采用SRv6及EVPN技术，以实现一跳入云，入网即入云。

云、网、边协同布局，强化热点区域

目前，中国电信已经拥有600多个IDC机房，并按照中央的区域发展战略，强化在京津冀、长三角、大湾区、川陕渝等热点地区的发展，形成了

“2+4+31+x”的云网边协同布局。中国电信认为，运营商需要转型成为新型运营商，作为新型运营商就需要在传统运营商的基础上增加公有云、行业云及

混合云服务。中国电信的天翼云目前正在构建3个能力：第一，云服务要成为中国电信的主业。传统运营商的主营业务都是网络服务，即有线网络及无线网络。未来，中国电信将把云服务作为一个重要的新主业；第二，开放中国电信的云能力及网络能力，加强

与软件供应商、硬件供应商、集成商以及第三方云服务商的合作，通过集成或被集成的模式为客户提供一站式集成服务；第三，吸纳更多的典型云应用，构建天翼云的云生态。

构建“一站式购齐+集成服务”云、网、应用聚合平台

从目前来看，用户上云大多采用的是多云策略。中国电信认为多云的形态会长期存在，为此，我们与合作伙伴共同开发了多云的聚合平台，以帮助用户实现一站式采购云网及应用。目前该平台已经实现了与主流公有云的互联，云服务商与网络服务商的API可相互调用、相互集成为客户提供服务。同时，与公有云之间实现了API级的对接，企业用户可以多云资源一站购齐，出一张账单。

开放、互联、共享的云服务、网络服务及数据服务，有利于全社会低成本、高质量地建设新基建，赋能全社会数字化转型。当前，新一轮科技革命和产业变革正在加速演进。为顺应趋势，关键在于大力发展数字经济，加快新一代信息技术的商业化应用。从国内来讲，我国的经济已经从高速增长阶段转向高质量发展阶段，数字化转型将带来效率的提升，为经济实现高质量发展提供有效的途径。而开放、互联、共享的云服务、网络服务及数据服务，将对高质量推进新基建具有重要意义。

对此，中国电信提出了4点倡议：第一，国家级互联网骨干直联点应从目前的13个扩展到31个省会城市，以降低新基建成本，优化用户的感知，希望每个省会城市都是智联点；第二，实现IDC开放运营商的三线接入，减少流量的绕转；第三，5G的边缘云、UPF，三家运营商应该相互开放；第四，公有云能够开放互通。共同的目标是用户可以更便捷地使用新基建，让全社会新基建用得起、用得好。



智慧，让“连”接成为“联”接

从“连”接到“联”接，一字之差体现出时代的滚滚浪潮，万物智联已经到来，与其坐而论道，不如起而行之。

文/中国移动集团副总经理 高同庆

随着新一代信息技术的快速发展，数字化、网络化、智能化成为整个智慧社会的基本特征，一个万物智联的全新时代正在开启。

早期的移动通信是为了满足“人与人”的通信需求，用户通过随身携带的移动设备，就可随时随地获取语音通话及互联网信息服务。逐渐地，我们开始解决人与物、物与物的连接问题，当泛在的连接拓展之后，人类开始迈入万物的互联时代。

近年来，随着 5G、人工智能等新技术的快速崛起，我们正进入为泛在连接赋能智慧的万物智联时代。

三大要素驱动，万物智联到来

技术进步是推动时代变革的强劲动力，经济社会的很多变革，均与技术发展有着非常密切的关系。万物智联不仅是技术演进的结果，更是历史发展的必然，其背后有三方面深层次的原因：

一是时代的呼唤。经济社会的数字化在呼唤着万物智联，数字经济是继农业、工业经济之后主要的经济形态。这个经济形态已经成长为推动经济社会转型，调整经济社会结构，引领经济社会增长的重要引擎。

从经济的高速增长向高质量发展加速转变的新阶段来看，中国高度重视数字经济的发展，通过积极推进数字产业化、产业数字化，充分释放数字对经济发展的放大、叠加、倍增效应，以推动经济发展的质量、效率及动力变革。中国信息通信研究院的数据显示，中国数字经济占GDP的比重已从2013年的23%提升到2018年的35%，预计到2030年将超过50%。数字经济的快速发展必然需要万物智联。

二是战略的驱动。2018年底，中央经济工作会议将5G、人工智能、工业互联网等定义为“新型基

础设施”。在2019年、2020年的政府工作报告中，党中央国务院均强调要加快5G、人工智能等新型基础设施的建设，从而全面推进网络强国、数字中国、智慧社会战略的实施。

5G作为新基建之“首”，云作为新基建之“基”，AI作为新基建之“智”，这些新型基础设施建设的提速，将夯实万物智联发展的基础，驱动万物智联的时代全面扑向我们的工作、生活及整个经济社会。

三是产业的变革。当今经济社会的数字化转型进程正在全面加速，特别是这一次疫情给整个经济社会带来了深远的影响，体现为“五纵三横”的新特征。

“五纵”即信息技术向经济社会加速渗透的五个典型场景，包括：基础设施数字化、社会治理数字化、生产方式数字化、工作方式数字化及生活方式数字化。“三横”则为经济社会数字化转型的三大共性需求，包括：线上化、智能化和云化。可以说“五纵三横”的新特征预示着各行各业的产业变革不断提速，进一步加速了万物智联时代的到来。

“连”“智”双轮驱动，加速万物智联

万物智联的关键在于“连”和“智”，在泛在“连接”的基础上，增加“智慧”赋能，双轮驱动，加速万物智联的到来。

我们可以通过一个简单的公式来进行阐述，即：连接+智能=万物智联。有了智慧，传统的“连

接”将演变为万物智联，为整个社会带来全新的生态。这不仅仅是针对运营商，事实上我们将从对连接的需求，走向某一个功能、某一个需要、某一个解决方案、某一个生活、某一个新型的社会，这是新型万物智联的结果，也是万物智联所呈现出来的全新生态。

历史的车轮滚滚向前，时代的潮流浩浩荡荡，中国移动将把握时代发展的机遇，以创世界一流“力量大厦”为战略指引，积极发挥网络强国、数字中国、智慧社会的主力军作用，深入实施“5G+”计划，一方面通过大力推动5G和光宽带的发展，打造更泛在、更宽带的“连接”；另一方面通过推进以5G+AICDE融合发展为基础的智慧中台建设，把智慧通过中台注入到连接中，为各行各业注智赋能，进而构筑“连”+“智”的双轮驱动引擎，加速推进万物智联时代的到来，以为人民群众带来更美好的服务。

在5G建设方面，中国移动已建成覆盖全国、技术先进、品质优良、全球最大的5G精品网络。截至目前，已向全国9800多万用户提供了5G套餐服务，每月5G手机套餐及接触5G服务套餐的用户平均增长1000万以上。预计到2020年底，中国移动将建成超过35万个5G基站，实现全国340个城市的5G信号覆盖。与此同时，中国移动将积极推动5G SA的全面商用，在5G网络上使用全新的架构设计，引入全新的技术基础，以提供全新的服务能力。

在大力开展5G网络建设的同时，中国移动通过与整个产业链共同合作，不断推进5G标准的演进和技术的发展，以进一步提升5G网络的能力。目前，R15标准已完成5G的基本能力构建，R16、R17正在进一步推动5G网络向着纵深方向发展。R16阶段，标准从运营优化、降本增效及拓展5G行业能力两方面入手，以构建更稳定、更完善、更丰富的5G网络。中国移动在其中积极发挥引领作用，取得了全球运营商立项数第一、提交文稿数第一的好成绩。在R17阶段，一方面5G将更加深入垂直行业需求，构建服务行业的专属能力；另一方面将加速与OT、IT和AI的深度融合，促进多领域的协同发展。

在光宽带方面，中国移动全面推进基础网络的升级及服务质量的提升。通过接入网的逐步升级，推进全千兆时代的到来。为了更好地满足高价值专线业务的需求，中国移动建设了一张“高可靠、高安全、高效率及低时延”的政企专网，目前已经覆盖全国超95个城市和7个国际城市，其采用200G技术可提供超大带宽，通过全面引入SDN实现了专线业务的灵活调度和快速入云服务。

在5G和光宽带发展的基础上，中国移动推出了“全千兆”的服务理念，即千兆5G、千兆宽带、千兆Wi-Fi、千兆应用及千兆服务，旨在满足用户对速度、应用、服务等方面的“千兆”需求，为用户带来“全千兆”的卓越体验，为智慧生活保驾护航，为产业数字化转型筑牢基础。

在智能方面，重点是赋智，中国移动将大力构建“业务中台+数据中台+技术中台”的AaaS（能力即服务）智慧中台体系，全面实现“积淀能力、支撑发展、注智赋能”的目标，以为合作伙伴、为用户及为自身赋能。三个中台之间，技术、数据和业务是相互促进和强关联的关系。基础性的是技术和数据，业务性的是使能我们对客户的服务。我们将智慧中台作为一个重要的抓手，连接+智慧中台的注入，将形成中国移动整体新的联接，驱动万物智联时代的到来。

人工智能是智慧中台的核心能力，中国移动历时七年时间打磨出中移“九天”人工智能平台。在九天人工智能平台的基础上叠加移动云，使得移动云成为智能云，目前，该平台已累计上线100多项应用、服务超9亿用户。通过开放的九天体系架构，运用人工智能可以对整个社会提供全方位的服务。

加速万物智联，赋能创新价值

“连”与“智”的双轮驱动，不仅将加速万物智联时代的到来，也将为个人、政企及家庭市场的创新应用带来巨大价值。

中国移动将业务市场分为四类：一是To C，即传统的以连接为主要特点的个人市场；二是To B，面向政企市场；三是To H，面向家庭市场；四是N，即New，面向新兴市场。CHBN这四轮共同构架起中国移动的四驾马车，基础都在连接，但当连接增加了智能，便将呈现出全新的生态，成为“联接”！

首先，在To C个人市场，中国移动不断丰富“五新”业务，通过“新看法、新听法、新玩法、新拍法、新用法”，让广大个人用户畅享沉浸式娱乐新体验。在“新看法”方面，通过5G+真4K直播及5G+VR打造全新体验，实现了用户从看视频到玩视频的转变；在“新听法”方面，首创了视、听、触三位一体的全面屏视频彩铃；在“新玩法”方面，推出了云游戏平台“咪咕快游”，为用户提供即点即玩的超高清互动云游戏；在“新拍法”方面，通过5G+AR技术，推出了虚拟现实同屏互动、明星合拍等一系列创新应用场景；在“新用法”方面，升级了5G智慧云盘“彩云”服务，推出了“5G消息”，以为用户提供更高品质、更丰富多彩的富媒体服务。

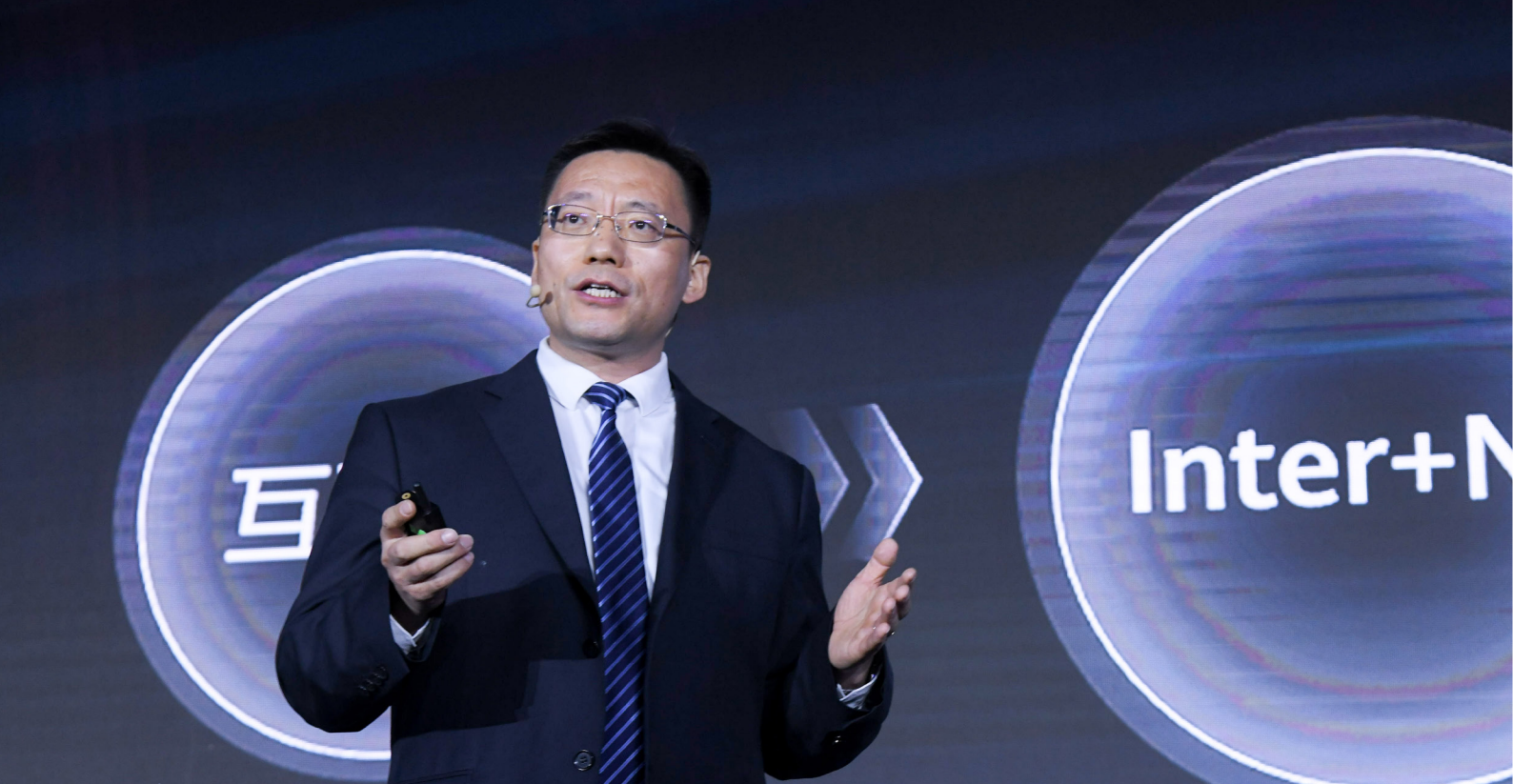
其次，To B是中移动战略中很重要的一环。面向垂直行业，中国移动基于5G SA网络，全力为行业客户打造5G行业专网服务，近期向产业发布的5G专网启航计划，详细说明了中国移动5G专网的产品、技术及运营体系。在产品方面，为客户设计

了按需定制的优享、专享、尊享三类组网模式，可分别满足客户的广域切片需求、局域专用需求及本地按需定制需求；在技术方面，设计了基础组网、部署能力、服务支撑三大领域的九大能力，包括：端到端切片、边缘计算、超级上行、QoS增强、频率协同、对外服务能力开放等；在运营方面，已经形成一支了解各行业的专家队伍，正在打造一站式运营平台和售前/售中/售后全流程的一次交付流程。通过与客户充分合作，目前，中移动已打磨出了100个行业龙头项目和1000个省级示范项目，其中不少项目均是业界首创，具备了行业规模复制可行性，真实地推动了万物智联新时代的到来。

此外，在To H的家庭市场，中国移动依托“全千兆”和“家庭云”，持续丰富“三全三智”智慧家庭服务体系。一是“全网智连”，提供千兆家庭网络及设备互联管控解决方案；二是“全家智享”，通过多屏互动、权益应用等方式实现家庭的共享生活；三是“全屋智能”，提供全住宅、场景化、智能化家居设备和服务。以充分满足客户多样化的应用需求，推动智慧家庭业务规模化、高质量地发展，助力亿万家庭迈入万物智联时代。

从“连”接到“联”接，这一字之差给中国移动带来全新的责任，也带来全新的机会。从“连”接到“联”接的过程，是技术的进步，也有待全产业链共同努力共创繁荣。“独行快，众行远”，中国移动将继续秉持“创新、合作、开放、共赢”的发展理念，与各领域合作伙伴携手并肩、砥砺前行，携手共创万物智联的美好未来。

技术展望 TECHNOLOGY PROSPECT



以联接构筑城市智慧

技术正在重新定义社会，重新定义城市，智慧城市未来迫切需要一种更智能的联接。联接+数据+算法将彻底改变城市治理场景、治理模式和治理效果，推动城市治理的纵深发展。

文/国家信息中心信息化和产业发展部主任、智慧城市发展研究中心主任 单志广



网的出现，最初就是实现可靠地连接。互联网在研发之初，通过路由、交换等技术，以不同的路径来保障连接的可靠性和不中断性。而从过去的信息互联网走到今天的价值互联网和产业互联网，连接的品质和特征也发生了深刻的变化。正如碳原子的不同排列组合可以变成金刚石，也可以变成石墨一样，其本质的区别在原子的连接不同，如今的联接是把过去社会的品质和重要特征进行了升华。

技术正在重新定义社会，重新定义城市，智慧城市未来迫切需要一种更智能的联接。联接不仅需要智能化，未来所有的智能场景，包括智慧城市、智慧社会、智慧家居等，智能本身也需要联接化，所以智慧城市的关键在于联接的智能化和智能的联接化。

智慧城市是三元世界的互联和融合

信息时代正在重塑和再造，信息时代的社会结构相比工业时代已经发生了深刻变化。人工智能成为新的生产力，区块链成为新的生产关系，大数据成为生产资料，云计算成为生产工具，而物联网、互联网、通信网络所定义的联接则构成了信息社会无处不在的自然环境。联接是构建信息社会底座的一个重要基础和单元，是信息时代自然环境的一个“化学键”。

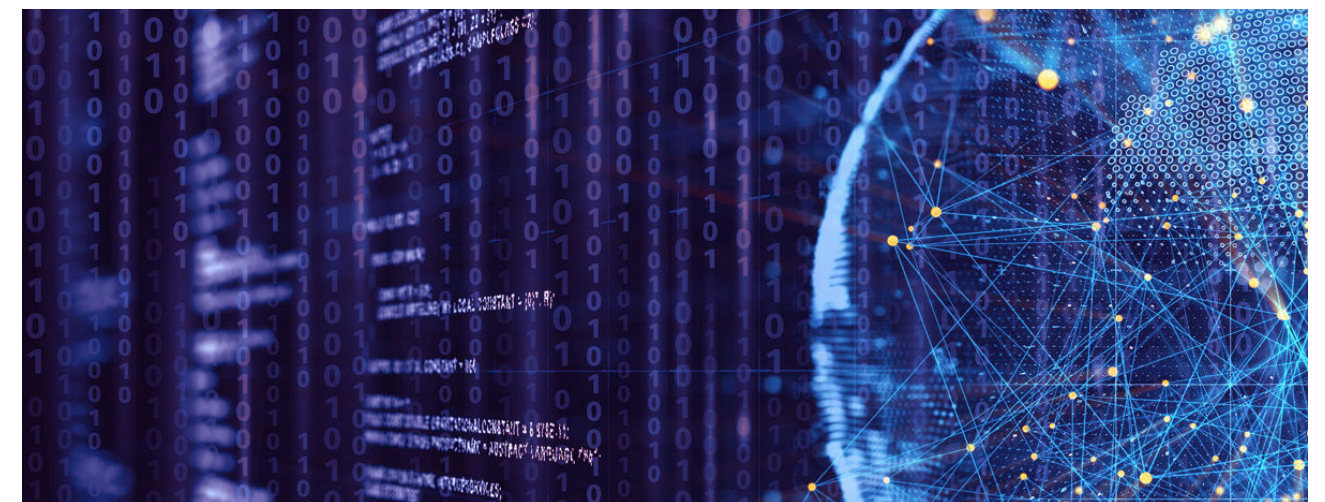
技术的发展是一个螺旋式上升、波浪式前进的过程。过去的信息系统一开始是大型主机，后来演进到分布式系统、分布式计算，现在又集中起来变成云计算，集中之后面向各种应用场景又走向了边缘计算、边缘智能。所以信息系统的发展是从集中到分布，再到集中再分布的螺旋式发展的过程。而网络最早是基于双绞线的固定连接，后来网络需要移动以更好地支撑场景延展，所以有了无线通信。但是随着应用和需求的发展演进，这一过程又出现了螺旋，网络将走向新的高品质固定联接。

同时联接的对象正在进一步延伸，过去Internet主要连接的是计算机网络，而现在则演变成了人的网络、物的网络、机器的网络，构成了一个网络无

处不在的社会。Internet也在重新定义，其本质都是由联接演化所带来的。联接的进一步演化，技术的螺旋式上升，未来将构建一个人、机、物三元融合的社会。从二元到三元，未来还会有更多元的时空出现，在持续演化联接技术的支撑下，人类社会将变成一个数字化的智能社会、虚实融合的社会、线上线下相结合的社会。

智慧城市正是三元世界互联和融合后的城市形态，可以更好地满足人的需求，更好地对现实物理世界进行改造，以数字孪生来承载虚拟网络空间，实现人、机、物有机协同。智慧城市、智慧社会是由场景驱动和数据驱动的，这对物理层的联接能力有了更高的要求。基于现有的光网络基础设施，可以实现带宽足够宽且固定，同时时延抖动也能有效匹配用户需求，以保障QoS（Quality of Service，服务质量）。然而面向智慧城市的各类场景，需要IQoS（Intelligent Quality of Service，智能化服务质量），以更好地为数据赋能。

只有构建一个完整的城市发展全链条体系，才能进一步支撑城市应用层面的繁荣，赋能城市治理、产业经济和社会发展。



联接支撑城市数据融合和智慧提升

智慧城市是通过一个逆向的过程把各个行业、各个系统中孤立分散的数据汇聚起来，其核心挑战在于对海量数据的有效处理，而解决数据关联性被割裂的关键则是通过更高品质的联接来打通。过去的连接技术主要是为电信运营商服务的，未来则要为智慧城市运营商服务。

智慧城市是多种信息的高度融合，物联网、人工智能、边缘计算等多种技术融合支撑数据、算力和算法，进而提升城市的诊断能力、预测能力、决策能力和控制能力。包括在疫情期间所产生的“宅经济”，正是用信息网络空间的联接对物理社会的隔离进行了非常重要的补偿，使得人们依然可以正常地工作、生活。

基于联接来支撑城市数据的融合，实现城市智能化能力的提升，已经成为智慧城市发展的主流趋势。就像习总书记提到的“未来让城市更智慧一些”，“实现收放自如、进退裕如”，联接在其中起到了极其重要的基础单元作用。基于更广泛的行业入口方案，打通城市动脉联接体系，构建城市的智能体，将进一步加速智慧城市的演进。

- 构建全光城市夯实智慧城市的联接底座。以1ms城市时延圈实现联接品质的提升，推动个人、家庭、企业业务的体验提升，以城市基础设施的能力提升来推动城市应用体验的升华，赋能城市数字经济。
- 构建统一的电子政务外网让城市运行更智能。基于联接品质的提升，可以重新定义政务外网，打造一个真正统一的政务“高速公路”，改变现有一主多辅的局面。基于智能联接时代的切片等技术创新，可以推动城市向数字治理的演进。

从互联网时代的“尽力而为”，走向智能联接时代的“确定性服务”，这将是智慧城市的新能力。基于城市智能体，配合超大带宽、超低时延的智能联接，整合数据模型、知识模型、经验模型，将带来城管、环保、应急、交通等各个体系的能力重塑，以智能联接释放数据的能力，构筑城市智慧。



数字技术驱动智慧城市深化发展

智慧城市的建设需要引入了大量的数据技术创新来提升城市数据的处理能力，而数字技术+联接的组合则进一步加速了智慧城市的演进过程。

大数据+联接驱动了城市治理的科学化演进。当前互联网+政务服务进一步提升了城市的治理能力，很多城市已经推出了“一号一窗一网”，“最多跑一次”，“一次都不跑”等网上办业务，这都是城市应用层面的结果，而其背后则是更好的联接赋能了更好的数据处理，进而构建了城市的数据资产，形成了城市应用的新业务。

联接将促进城市智能能力的释放，以运力带来算力的提升。联接+数据+算法将彻底改变城市的治理场景、治理模式和治理效果，推动城市治理的纵深发展。目前，人工智能已经在城市各个领域有了广泛应用，包括机器人、人脸识别以及城市大脑等。新的联接技术将推动“人工智能+”的更好呈现。

区块链+智能联接将带来更好的城市可信机制。区块链与智能联接是异曲同工，都是为了改变传统联接的品质。区块链核心是弥补互联网的不足，构建安全的网络体系和数据可信体系，是下一代的互联网新协议。未来的联接不只是一要联接机器、联接系统，还要联接不同的区块链，以及不同链所支持的应用体系，也就是说，未来联接需要支撑上网、上云和上链。

以固定通信+、移动通信+、人工智能+、大数据+、区块链+为代表的新一代信息技术的发展，将为智慧城市、智慧社会构建新的能力，并形成新的赋能、新的价值。今天的联接将不仅仅是简单的网络联接，更是数据的联接、智能的联接，以及未来服务的联接，上下游产业需要携手打造智能的联接，共同构筑网络强国、数字中国和智慧社会。





F5G赋能千行百业，推动数字经济转型升级

“光联万物”的未来意味着巨大的发展潜力和广袤的市场空间，无所不在的F5G网络将成为人工智能、自动驾驶、云计算、区块链等新兴技术与应用的坚实支撑，赋能千行百业，推动数字经济转型升级，带动产业共荣。

文/安永战略与交易咨询合伙人 叶亮

全球数字化进程的5大趋势

纵观人类信息化和全球数字化的进程，此刻的我们正处在新一轮变革的风口之上，数据、通信与算力的可获得性正在呈指数级增长；于此同时，企业、机构和消费者对于数字化世界的要求也在以前所未有的速度提升。我们认为，未来人类社会及数字世界将共同受到五大趋势的综合影响，催生新的技术、场景与基础设施：

- 趋势一：联接场景化——越来越多的场景从线下转为线上，人们足不出户即可实现各类场景的远程交互；
- 趋势二：泛智能化——身边越来越多的电子设备正持续变得更加智能，且能够实现更广泛的功能；
- 趋势三：感官极限化——随着技术的革新，消费者追求感官极限的现实制约因素正在被逐渐消除；
- 趋势四：网络需求波动化——消费狂欢节与全民直播的出现让网络需求的波动性尤为凸显；
- 趋势五：网络两极化——全球网络部署升级进度存在较大鸿沟，不同场景下对于网络的需求呈两极化分布。

光网络是数字经济的基石

2019年12月，欧洲电信标准协会（ETSI）成立F5G行业规范工作组（Industry Specification Group, ISG），进一步定义了第五代固定网络技术（ISG F5G），明确了F5G的三大特征：增强型固定宽带（eFBB）、全光纤连接（FFC）和保证可靠体验（GRE）。

F5G以全光网络为目标，以10G PON、Wi-Fi 6、200G/400G、下一代OTN等为代表技术，以千兆光纤为技术支撑，将推动人类文明驶向“极速互联”与“光联万物”的崭新时代。

与此同时，F5G与5G互为协同，共同构成光联时代天上与地上的双网并行。5G对于移动网络的推动作用毋庸置疑，而F5G则承担着默默付出数据运力载体幕后英雄的角色。作为数字化的主干线与重要支撑，F5G不仅是通信的基础，更是“新基建”的重要组成部分之一，是毋庸置疑的“数字底座”。如果将云、AI等新兴应用比作新时代的人类文明之花，那么F5G则是滋养这朵鲜花的根茎，支撑其发展、推动其进步，为众多新兴场景提供了落地的可能，从而驱动“万物互联”的加速实现。

F5G将带来3.2万亿的应用市场，投资空间广阔

“光联万物”的未来意味着巨大的发展潜力和广袤的市场空间，无所不在的F5G网络将成为人工智能、自动驾驶、云计算、区块链等新兴技术与应用的坚实支撑，赋能千行百业，推动数字经济转型升级，带动产业共荣。我们认为，F5G所具备的高带宽、低延时、传输稳定和抗干扰等特性为诸多行

业的智能化、数字化提供了可能，促成了各类新兴应用场景的落地与蓬勃发展。

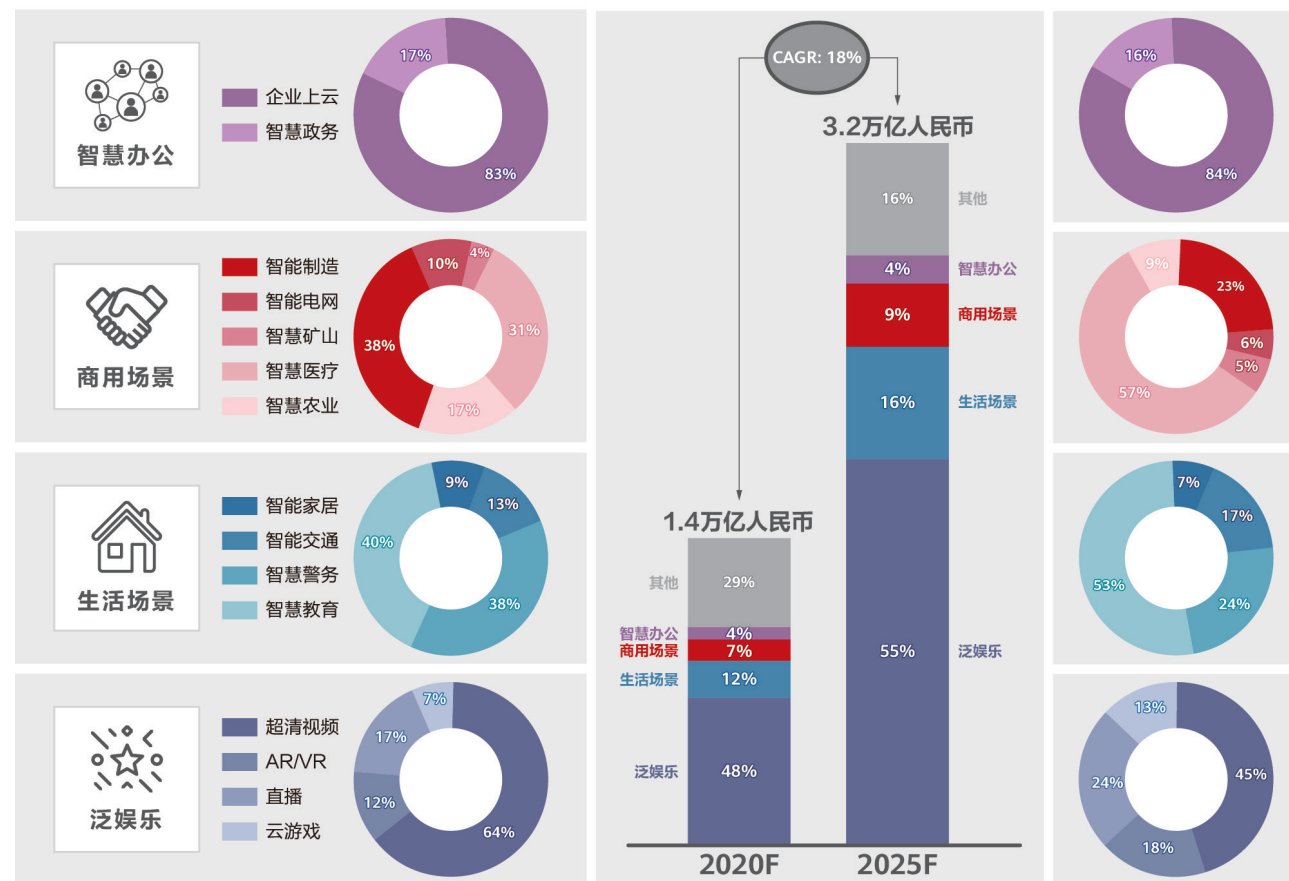
根据其成熟时间及对通信能力的要求，F5G赋能的应用场景主要分为四大类：



- 泛娱乐的持续赋能（如超清视频、AR/VR、云游戏、直播等）
- 商用场景的智能与网联化（如智能制造、智能电网、智慧矿山、智慧医疗、智慧农业等）
- 智慧办公场景的蓬勃发展（如企业上云、智慧政务等）
- 生活化场景的逐步落地（如智能家居、智慧交通、智能警务/安防、智慧教育等）

基于对全球运营商及光局域网建设商在光通信上收入的统计与分析，安永预测，2020年光通信下游市场收入规模将达到1.4万亿人民币，并将以每年平均约18%的增速保持高速增长，到2025年有望创造约3.2万亿人民币的下游应用市场空间。

不同新兴场景对于光通信下游收入的带动作用



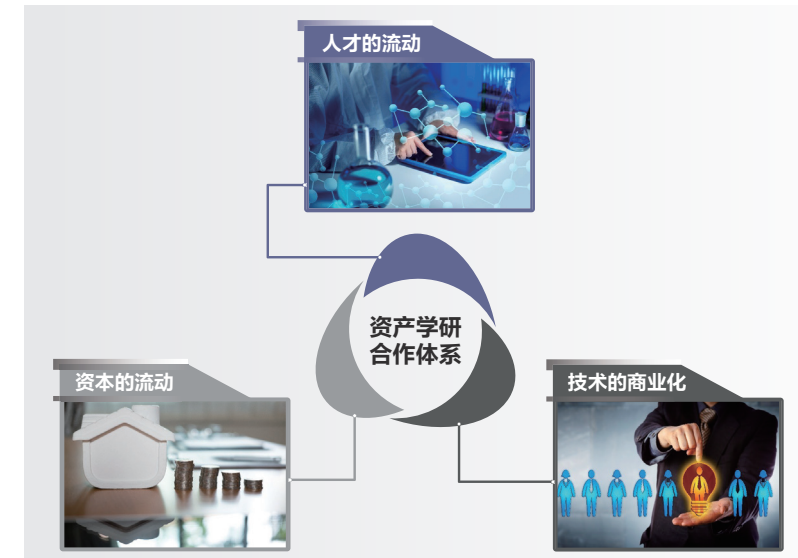
资料来源：安永分析

这一万亿级的市场同时也给资本注入了信心。随着F5G带动光通信全产业链的升级与发展，在光芯片、光模块、光通信设备等领域的投资与进一步并购整合将助推产业加速繁荣。纵观光通信产业链上下游，得益于光纤资产的收益稳定、投资周期较长、切换成本高，光纤和通信铁塔等资产具有较高的投资价值，投资空间广阔，也因此受到了大量资本的追逐。

资产学研的紧密结合将有助于产业携手发展，实现共赢

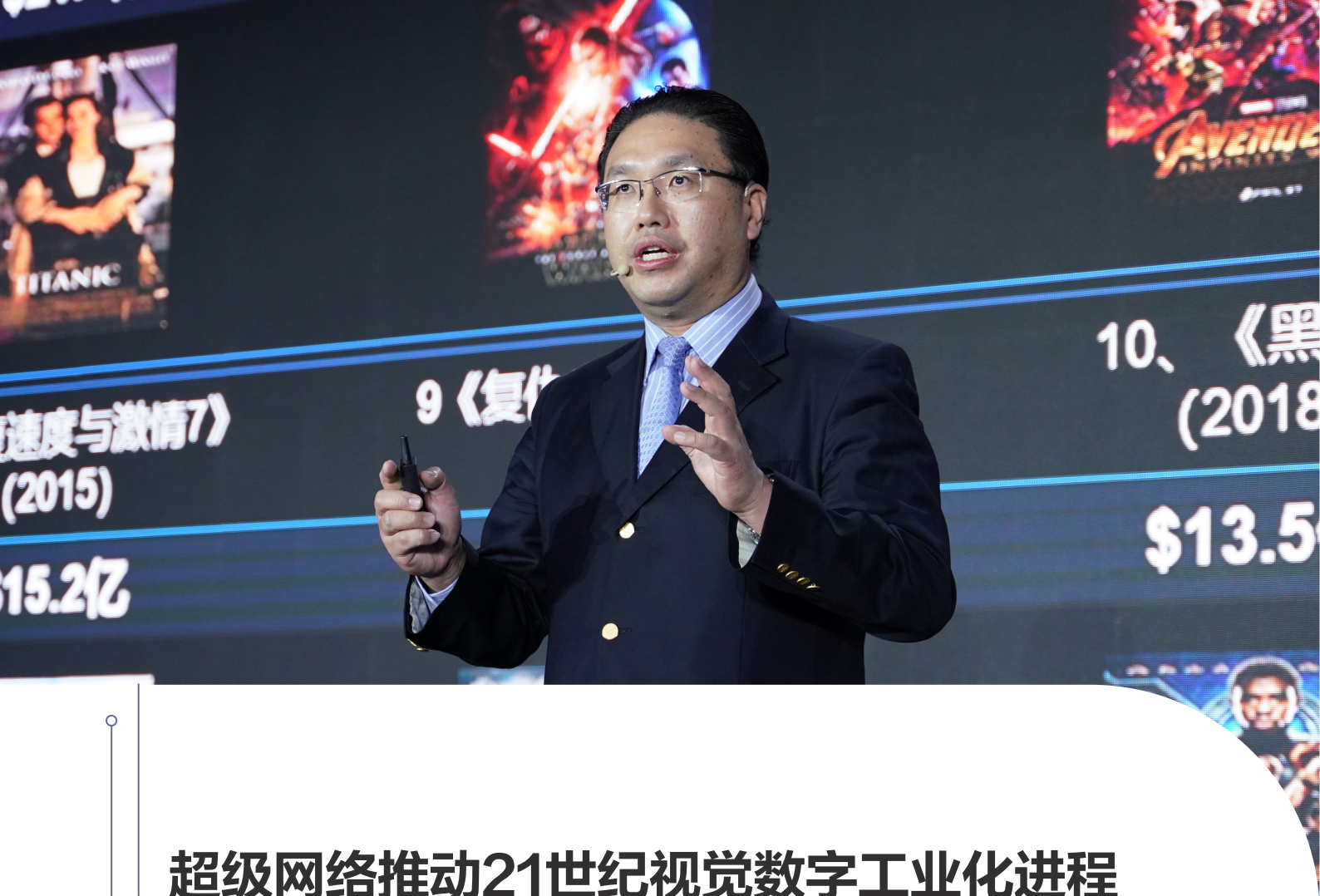
面对市场和新基建等政策的双重利好，光通信产业也正迎来最佳的产业机遇期。但产业的茁壮成长还需要资、产、学、研紧密结合形成的生态系统为产业的发展持续供血。

对标海外成功案例，如“硅谷”的创新生态系统闭环，就是通过企业、高等院校、研究机构和风险资本的紧密合作促进了高端人才、科学技术和资本的灵活流动，激发了各方的创新潜力和创新热情，从而驱动了整个区域产业的高速发展。



相同的，未来光通信产业的发展也需要上下游企业的合力，共同推动标准的统一、加强跨厂商之间的创新协作、形成资产学研联动的产业生态，从而加速F5G技术落地，推动数字经济转型升级，实现产业携手共赢。





超级网络推动21世纪视觉数字工业化进程

中国将引领全球8K/4K/3D新体验，采用这些技术的影视作品及直播赛事和演出将达几百万G，在超级网络的跑道上将领跑更多精彩内容。

文/卡梅隆佩斯集团亚太及中国区总裁 程信森

2009年12月，好莱坞科幻大片《阿凡达》全球上映，在斩获全球票房桂冠的同时，这部影片也掀起了一场视觉革命，大导演詹姆斯·卡梅隆那些极具想象力的画面，通过3D呈现出了让人惊叹的效果，进而打破了人们的观影习惯，自此电影正式进入了3D时代。大导演詹姆斯·卡梅隆和顶级工程师摄影师文斯·佩斯联合创立的卡梅隆佩斯集团，多年来一直致力于推动全球顶级数字电影工业的研发，在立体视觉等前沿领域，做出了大量贡献。卡梅隆佩斯集团承接视觉特效的电影创造了超过120亿美元票房收入，获得10个奥斯卡奖和艾美奖。

全球和中国视效和影视市场蓬勃发展

影视数字工业化在上世纪70/80年代在美国已经开始。进入21世纪的中国，随着观众的年轻化和内容的多元化，也正开始进入到内容新时代。年轻的观众除了要看到好的故事外，还希望有更多精彩的视觉作品，无论是2小时的电影、20分钟的短视频、甚至20秒的广告。内容新时代也同时促进了影视市场和视觉效果市场的双重繁荣，全球视觉内容相关市场空间预计从2018年7000亿美金增长到2020年1.1万亿美金；中国的超高清视频产业市场规模更将从2019年的1万亿元爆发到2022年的4万亿元，年复合增长59%。中国电影银幕数2009年到2019十年间增长了14倍，已经是全球拥有最多银幕数的国家；年观影人数从2亿人次达到17亿人次，随着数字工业化进程的推进，未来视觉效果和电影相关产业发展前景广阔。

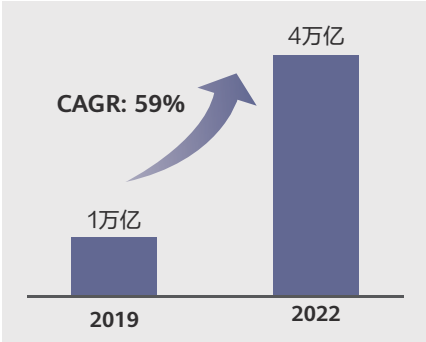


图1：中国超高清视频产业规模

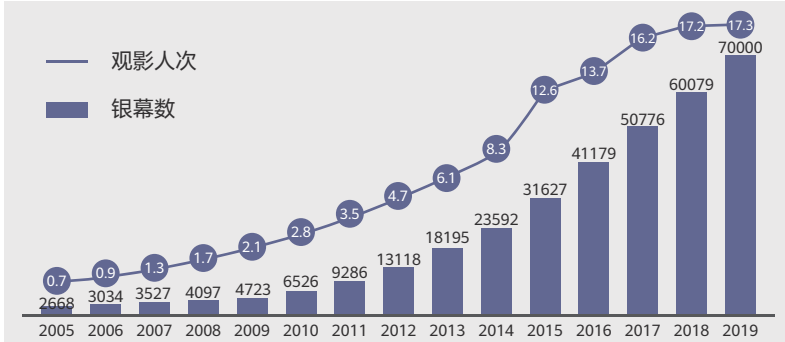


图2：中国银幕数和观影人次

视觉数字工业化的演进过程与立体科技领域的创新

当今的数字制作，已经从传统的实景拍摄，向室内数字化拍摄演进，在新的阿凡达电影中，很多镜头甚至使用水下拍摄等前沿技术。在未来2-3年内，卡梅隆集团计划在中国打造同样的全数字化平台，以最有效的方式制作出更多、更高质量、更富有中国特色的内容。通过阿凡达的推动，把世界最顶级的视觉工业和数字化制作方式带到中国，结合中国的超级宽带、AI、云、边缘计算和存储等优势，创造出富有中国特色的内容，与中国和世界观众分享。

在未来，前沿实时的电影技术也将应用在直播领域，未来类似阿凡达的电影直拍技术将用在顶级赛事及演出的直播，让观众无论从6寸的手机屏幕、到60寸的电视屏幕，甚至到600寸的电影银幕都可以获得极佳的观赏效果，沉浸感也特别强。

在立体科技领域，随着光栅技术、激光技术、光场技术的发展，未来裸眼3D观影将成为现实，人们不需要再带上3D眼镜观影，但同时能获取更加沉浸式的体验。



超级宽带、AI和云不断推动视觉数字工业化的演进

从2D到3D+8K的时代，视觉数字工业化对网络需求越来越明显。3D+8K未压缩的速率达到60Gbps，压缩之后也接近500Mbps，如果没有超级宽带和5G，未来观众就欣赏不到如此优质体验的内容；另一方面，高端内容制作对视觉的存储和渲染需求也非常之大。举例来说，从2009年的阿凡达到2019年的阿丽塔，无论是单帧渲染时间、总渲染时间和存储量都呈现数倍增长；这就需要通过AI、云和存储等方案，将数字制作的流程自动化，不断提升效率。在没有AI和云的时代，传统的视觉效果制作流程是相当复杂的，前期，中期，后期需要20多个制作流程，例如：建模，材质纹理，外观设计，绑定，光线渲染，抠图和特效合成等等；AI和云的技术使能后，70%的流程在未来都可以通过AI和云的技术进行自动化处理，卡梅隆集团通过研究和探索，将整个自动化分为三个阶段：第一个阶

段将渲染，特效和抠图作自动化，第二个阶段在设计，纹理和调色方面进行自动化，第三个阶段，总体调色，外观设计等方面进行自动化，从而大大的提高了生产效率，传统视觉效果工业中需要1-2年才能完成的工作，现在只需要1-2个月即可完成；在AI和云的时代，通过技术的不断使能，未来五年的数字化制作人工成本将节约30%-70%，传输效率提升20%-50%；未来的数字制作不再靠人力密集去制作，而是通过AI、云、存储、边缘计算等更多的高科技推动，让内容制作变的更有效，更高速，更快捷。未来当先进的视效技术越来越多的应用到直播领域，需求即时的渲染能力存储能力会更大，运营商的传输网络对内容制作方也至关重要。中国运营商在网络、存储、AI等先进基础建设上的领先也将同时推动中国视觉数字工业引领全球。

视觉数字工业化在未来改变人们的生活

卡梅隆佩斯集团未来计划把更多尖端技术进行普及化及微小化，让未来更多的小企业，甚至个人，都能够以更低的成本享受到这些最新的技术所带来的成果，让他们更有效地去完成更高质量的视频创作与制作。我们深信随着网络、云、物联网和AI等技术的日益发达，我们将把最新的视觉新技术不断向普通企业和消费者提供，最终让每一个人从现在的摄影师提升为导演，因为他们每一人在不久

的将来都可以通过实时先进拍摄和数字制作技术，更高效地去创作出高质量的精彩内容，与更多的观众进行分享。

卡梅隆佩斯中国集团愿意和华为、运营商及行业伙伴携手合作，让更多更精彩的内容可以更快更便宜地制作出来，也可以得到更广泛的传播与分享，也让观众得到更新更深刻的体验。

