MWCS 2021
SHANGHAI 23-25 FEBRUARY

智能联接，云网融合

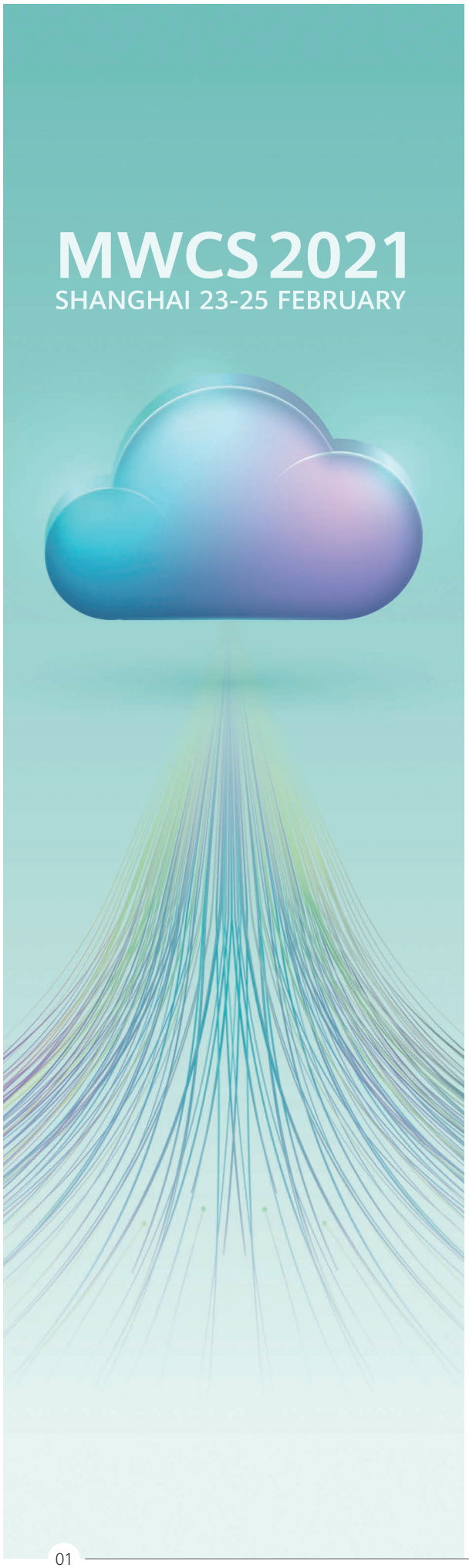
构建万物互联的智能世界

HUAWEI

MWCS 2021
SHANGHAI 23-25 FEBRUARY

2021华为Day0论坛

智能联接，云网融合



目 录

产业新动能 03

构筑智能云网，加速行业数字化转型 04

文/华为常务董事、ICT产品与解决方案总裁　汪涛

未来十年将是行业数字化转型的关键期，其中，云是核心、网是基础，网和云同等重要。华为将携手伙伴、统筹规划，打造具备任意云、确定性、超自动化、泛在安全的智能云网，加速行业数字化转型。 »

IPv6+赋能智能云网，加速行业数字化转型 08

文/推进IPv6规模部署专家委员会主任　邬贺铨院士

数字经济已经成为国家经济增长的新引擎，IPv6 作为数字经济的协议基础，现已实现规模部署。从 IPv6 到 IPv6+，在一跳入云、体验保障、应用感知网络等三个维度实现了重大创新，从而推动了行业数字化转型。在 IPv6+ 的发展道路上，希望产业各方携手，持续创新，共创行业新价值。 »

数智赋能行业，转型共创未来 10

文/上汽乘用车数据及信息系统部基础技术平台副总监　强斌

在数字化转型的浪潮下，上汽乘用车确定生产系统上云是必然趋势。但随着云间业务的交互越来越多，对网络的需求也不再是原来的简单互联、大带宽、低延时，而需要支持多系统、多业务、多场景上云。 »

商业新探索 13

云网融合，赋能城市数字化转型 14

文/中国电信上海公司总经理项目管理办公室主任　张杰俊

全面推进数字化转型是塑造未来城市核心竞争力的关键之举。数字化正在逐步成为推动经济社会发展的核心驱动力，深刻变革生产组织和贸易结构，重新定义生产力和生产关系，全面重塑城市治理模式和生活方式。上海电信基于业界领先的云网融合架构和服务框架，积极发挥“云、网、数、端、安”的综合优势，助力上海的城市数字化转型。 »

打造云网安一体服务，构筑数字宁夏底座 17

文/中国电信股份有限公司宁夏分公司总经理　拜英奇
中国电信股份有限公司宁夏分公司副总经理　罗锐

人工智能、云计算、大数据等正在改变传统行业的经营模式和生产模式，政企、医疗、教育、工业和金融等不同行业的数字化也呼唤着面向云网融合场景的智能联接。宁夏电信垂直整合不同行业的应用、云和网，实现全流程打通，在医疗、教育等行业积累了宝贵的成功经验，助力“数字宁夏”建设。 »

双5G战略引领，推进数字产业化和产业数字化 19

文/中国移动浙江公司副总经理　王顶

浙江作为中国的经济大省，其经济的可持续稳定发展得益于数字经济的蓬勃发展。2020 年，浙江省 GDP 同比增加 3.6%，数字经济相关的 GDP 占比达到 43%。同时，全社会对数字化服务和云服务的需求驱动通信服务需求逆势强劲增长，全省通信服务市场收入相比去年增加 6.27%。浙江移动聚焦“五纵”数字化转型，通过智慧运营，拥抱新机遇，积极推进数字产业化和产业数字化。 »

架构新发展 21

夯实云网融合，迈向算网一体 22

文/中国联通研究院首席科学家　唐雄燕

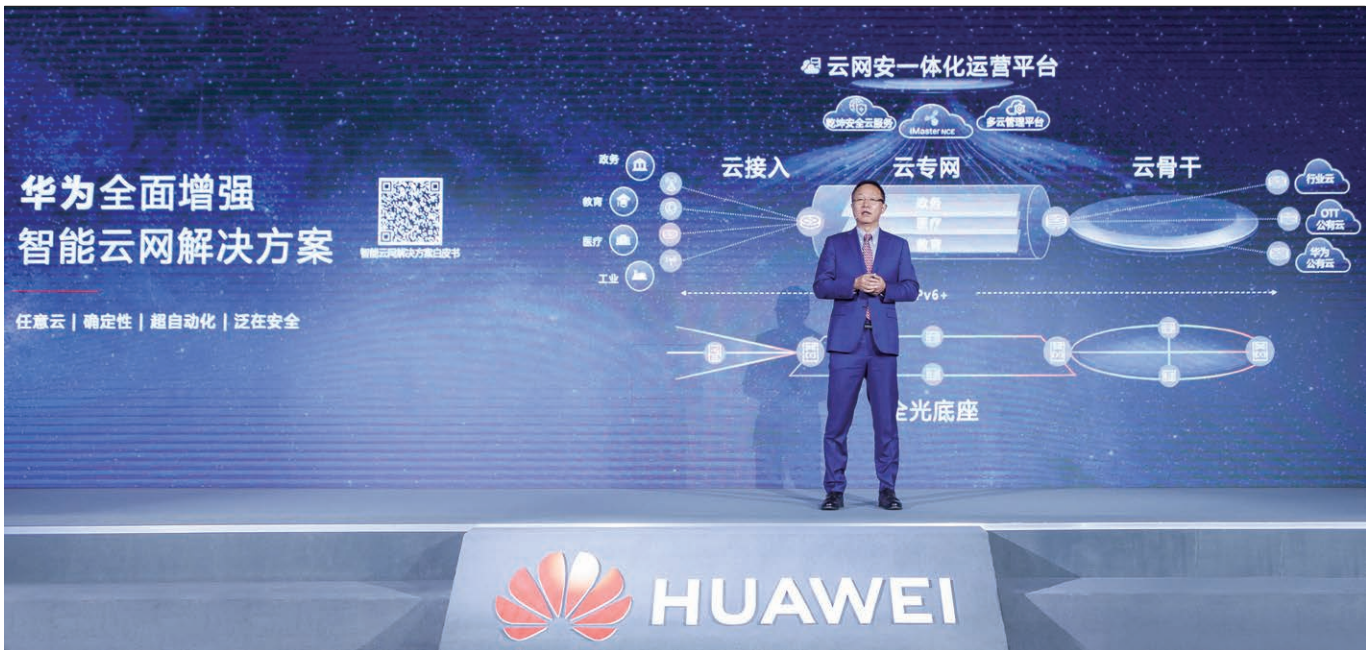
随着产业互联网时代的到来和人工智能的发展，计算资源已经无处不在，算力网络成为了信息通信网络发展的新热点。中国联通通过向用户提供多样化的算力和创新云业务应用等一体化服务，从管道运营商转型为新兴的综合信息服务提供商。 »

云网承载新架构，助力数字经济发展 25

文/中国信通院标准所互联网中心主任　田辉

预计到 2025 年，我国产业数字化经济的增加值将占 GDP 的 10% 以上，其中，云网新型基础设施将成为支撑数字经济发展的重要基石，随着网络与云的进一步融合，现有 ICT 基础设施将面临巨大挑战。鉴于此，中国信通院正式发布云网承载架构评估指数，希望在指导运营商、云服务商、运营企业、集成商等行业伙伴快速高效构建、使用云网基础设施的同时，为全行业的数字化转型保驾护航。 »

产业新动能



构筑智能云网，加速行业数字化转型

未来十年将是行业数字化转型的关键期，其中，云是核心、网是基础，网和云同等重要。华为将携手伙伴、统筹规划，打造具备任意云、确定性、超自动化、泛在安全的智能云网，加速行业数字化转型。

文/华为常务董事、ICT 产品与解决方案总裁　汪涛

2020 年是极其不平凡的一年，疫情对世界的发展产生了深远影响。在抗击疫情上，ICT 基础设施发挥了重要作用，也让全社会对数字经济和行业数字化转型有了更深刻的认识。

未来十年，行业数字化转型进程加速，云网价值凸显

当前，以数字产业化、产业数字化为核心的数字经济步伐正在加速。截止目前，超过 50 个国家制定了数字战略及规划，明确提出数字基础底座是云和网。比如中国提出“新基建”，围绕联接、计算、交互、安全展开，实现消费互联网向产业互联网升级；欧盟提出复兴计划，以绿色和数字孪生为主题，加强云、网、边缘计算等基础设施生态和数字生态构建。

与此同时，行业数字化转型进入第二波关键期，不同于第一波云原生行业数字化，第二波是把云上应用通过互联网向个人和家庭推进，重塑社交、娱乐和生活。当前金融行业、制造业、教育医疗行业等纷纷开展与新型信息技术的融合，以数据为处理对象，将生产管理系统向云迁移，打通数据全链条的流动。在这个阶段中，云网成为企业生产系统上云的关键，对企业可持续发展至关重要。

所谓云网，就是联接云、使能云的网。过去一段时间，全行业对计算和云保持了高度关注，但是，云是核心、网是基础，高质量发挥云的价值需要高性能的网，因此全行业也要同时重视网的发展。

做强云网，是运营商实现商业可持续发展的关键

全球领先运营商已将行业数字化转型作为重大战略机会，总体来说，其基本业务策略是立足网络、做强联接，其次是开展多云集成服务，最后是抓住入口、积极发展云网

> 在中国，企业上云将创造 3 万亿的市场空间，其中 1.3 万亿是以联接为主，运营商做好云网就能抓住；1.7 万亿是运营商基于云网向上探索和延展、可触及的新空间。

生态。比如 AT&T 的多云联接模式，提供上云专网体验；NTT 的云网集成，强化“网 + 多云”的一体化服务等。

在中国，企业上云将创造 3 万亿的市场空间，其中 1.3 万亿是以联接为主，运营商做好云网就能抓住；1.7 万亿是运营商基于云网向上探索和延展、可触及的新空间。

运营商发展云网，既服务于国家战略，又是推动行业数字化转型的必然，也是实现自身商业可持续发展的战略机会。

行业数字化转型进入新阶段，云网面临新挑战

行业数字化转型从以互联网企业为主扩展到千行百业，数字化的对象也从办公系统走向生产系统，这是一个全新阶段。在这个阶段中，不同的行业对云网提出了不同的要求，我们将分别从几个典型行业需求来诠释云网的挑战。

城市智能体：一朵云、一张网

智慧城市已成为全球城市发展的共识。2020 年，华为提出面向行业智能升级的参考架构——智能体，通过打造城市智能体，实现从“基础设施建设”到“智能应用探索”，再到“技术交融带动产业协同”。智能联接是城市智能体的躯干。当前，越来越多的城市启动了城市智能体打造，如上海、深圳、成都等。

根据德勤的统计，中国智慧城市的市场规模在最近几年均保持 30% 以上的增长。在“城市一朵云、算力一张网”的建设上，运营商成为核心建设主体，聚焦城市网络底座及部分信息化系统建设，用“一张网”聚合原有的物联、政务、交通等多张物理网，实现城市治理数据、行业数据、人的数据等逻辑隔离，构建城市智慧化的根基。

金融数字化：高品质专网

金融行业是智能升级的领跑者，其数字化转型通过分布式架构改造、资源统一纳管、平台化服务能力构建等，实现金融业务的敏捷创新。金融行业对网络的诉求具体表现在如下三个方面：

第一，服务平台化能力建设，数据中心由原来的两地三中心向多地多中心扁平化演进，需要联接规模扩大 10 倍的高可靠、高性能的数据中心互联网络。

第二，银行网点的智能化、无人化改造，大量引入 AI 客服、VTM、机器人自助服务等，联接数产生 10 倍裂变，对联接的品质产生更高的要求。

第三，开放银行推动金融与行业深度融合，需要金融系统外延到企业的客户端，对联接的安全提出了更高的要求。

因此，金融行业数字化对网络的要求，从传统专线走向扁平化、高品质专网。上海电信推出的金融专网业务成为 1600 多家企业的选择。

医疗数字化：片中片专网

医疗行业数字化的核心是医疗数据集中、共享、智能，助力打造医疗健康服务体系，当前主要围绕三个方面开展工作：

第一，构建医联体、医共体，实现分级诊疗，资源优化配置。这需要县乡镇多分支机构、多院到多云的联接，据沙利文报告，院间联接每年增长达 10%，上云联接增长达 30%。

第二，医疗数据上云和远程医疗。医患信息属于个人隐私，因此这需要切片专网保障信息安全无泄露。

第三，医疗信息系统全面云化。不同的医疗系统上云有不同的网络需求，如影像归档和通信系统 PACS，需要高达 1Gbps 的带宽；医院信息系统 HIS，需要低时延快速提供挂号、登记服务。这些不同的业务要求在切片专网上实现子切片以提供差异化服务保障。

医疗行业数字化需要网络具备多云联接和“片中片”的切片专网能力。广东联通的实践也证明了这一点，其建设的医疗行业切片专网，已支撑当地 300 多家医疗机构到三地医疗云的联接。

教育数字化：安全入多云

教育行业数字化转型的核心，是用 ICT 技术实现教育环境的全覆盖，解决教育资源不均衡等问题。当前有几种典型场景：

教学场景：在线教育、VR 教学、智慧课堂等新型教育模式的应用，需要网络保障业务体验的稳定、可靠。

考试场景：随着视频监考、考务视频会议的应用，海量考点和考办之间，需要至少 200Mbps 专线的安全接入。

安防场景：为应对校园安全事件频发，通过教育安防大数据平台上云，实现对学校统一监控管理、云上数据分析，需要广覆盖和有安全保障的专网。

与此同时，教育行业的多种应用系统，如线上教育系统、考务管理系统、安防大数据系统分布在多朵云，需要多点到多云的安全访问。宁夏电信建设云专网，覆盖全区的教育机构，满足安全入多云的需求，有效推动了宁夏教育行业数字化转型。

中小企业数字化：一站式电商云网服务

中小企业在数字化转型中，最主要的目标是提升效率。一方面，要求海量门店敏捷接入、极简交付，提供一站式电商订购服务；另一方面，针对企业应用多云部署，需要一线入多云的联接服务。2020 年，上海电信上线了中小企业智能云专线套餐，集上网、上云与智能服务于一体，取得了非常好的发展。

新时期，云网需要具备四大新能力

行业的差异带来云网需求的多样性，但整体来说，新时期的云网存在三大变化：**一是联接关系的变化，**多云是必然，从企业分支到总部的联接，走向企业分支、总部到多云的联接，联接规模扩大 100 倍；**二是联接属性的变化，**过去办公系统、生产系统在企业内网，由内网实现确定性和安全性保障，核心生产系统上云，意味着企业 LAN 网络和 WAN 网络边界打开，联接从尽力而为到保障确定性和安全；**三是联接体验的变化，**网络要实现与云同样的服务能力，调配一体化、体验一致性、防御一体化。

行业需要高质量的云，也需要高性能的网，智能云网是联接用户、打通云互联、支撑行业高质量上云的一张网，它需要聚焦四大新能力：

能力一：任意云

任意云是指满足企业从传统的单线接单云到一线入多云、以及多点到多云的智能灵活联接，让企业上云既简单又省心，真正做到任意云随心可达。

能力二：确定性

确定性是指当企业核心生产系统从“内云”即自建自有云，走向“外云”即托管公有云 / 专属云，网络能提供确定性体验和差异化服务能力，为企业核心生产系统上云保驾护航。

能力三：超自动化

超自动化体现在两个方面，一方面是运维的超自动化，随着网络的规模和复杂性成倍增加，通过超自动化，把简单留给人工，复杂留给智能；另一方面是运营的超自动化，让用户像用云一样用网，比如自助订购、分钟开通、快速调整、可视可管等。

能力四：泛在安全

泛在安全是指延伸安全边界，从感知、协防、安全服务化等方面建立“端、管、云、用”立体安全架构，构建无处不在的安全，让企业能够更放心、更安全的上云。

围绕四大能力，华为全面增强云网全场景解决方案

网络的能力决定了上云的效率和质量，网络服务能力的提升让企业真正上好云。在 MWC 2021 上海期间，华为发布全面增强的智能云网解决方案，包含云骨干、云专网、云接入、全光底座四大场景，通过云网安一体服务打造泛在安全，ADN 网络自动驾驶实现超自动化，从而构建起任意云、确定性体验、超自动化、泛在安全的云网新能力。

- **云骨干，为“云”而“生”，**基于 IPv6+ 技术底座，以 IDC 和云为中心，重新规划网络架构，通过 SRv6 云路径、ADN 智能分布式算路、智能云图算法等技术，实现多网多云灵活联接，打造入网即入云的服务能力；
- **云专网，为“质”而“改”，**为行业客户提供确定性体验和差异化服务。华为有两种解决方案：智享专线和品质专线。智享专线主要特征是分钟级弹性扩展，使用 FlexE 智能切片技术，面向医疗、教育等行业提供服务；品质专线主要特征是毫秒级超低时延，使用关键技术包括 Liquid OTN + OTSN 等关键技术，为金融、政府等行业服务；
- **云接入，为“连”而“增”，**此次发布了智能云端产品，可通过“一盒六线”功能实现多业务接入，上行通过 5G 和宽带融合入云专网；
- **智简全光网，构筑云网低时延底座，**通过全光接入“星光”CPE、全光“枢纽”OXC、全光“锚点”Edge OTN、以及全光智慧运营等技术，提供大带宽、低时延的超强运力。

此外，智能云网的构建需要上下游产业链的广泛协同合作，华为一直在携手伙伴打通产业断点、构建能力：

在运营系统方面，华为已经与 20 多家 O/B 域的主流厂家展开合作，2021 年将成立智能云网集成实验室，与超过 10 家云网 O/B 域厂家完成服务能力的预集成，支撑运营商实现网络服务化升级，从人派工单到电商化订购，到最终云网的电商化服务。

在探索产业合作模式方面，华为将聚焦关键行业和关键场景，摸索转型方法，沉淀能力，与运营商共同打造能满足企业上云节奏、数据和服务规划等需求，从技术、业务到运营结合的解决方案。■

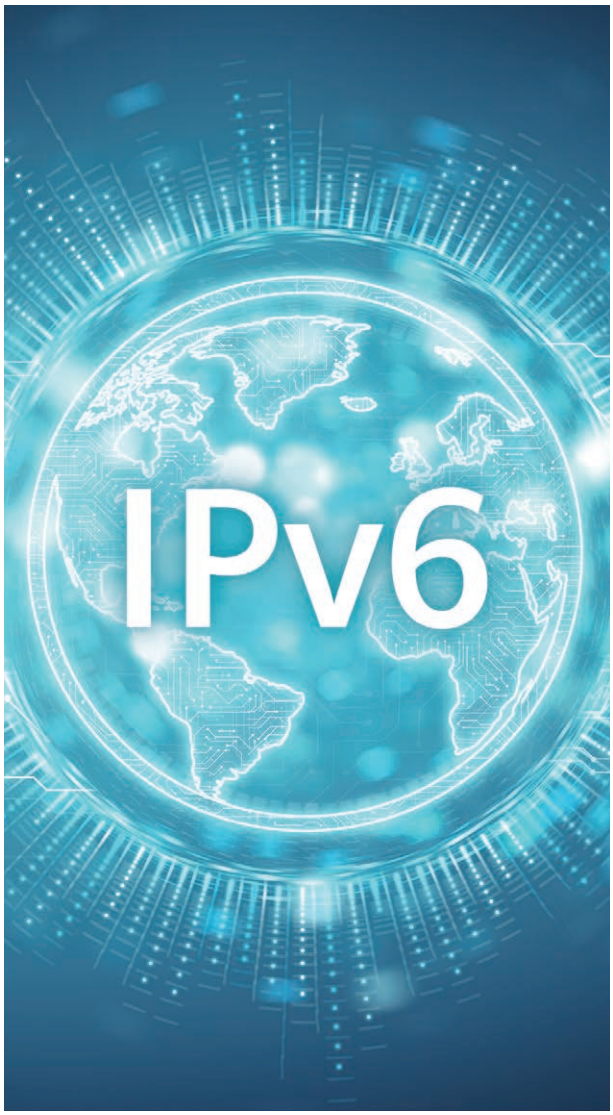
> **未来十年，行业数字化转型给产业上下游带来巨大机会。云网将给运营商带来全新价值空间，为行业带来智能化革新的保障。华为也将携手伙伴，全面构筑智能云网，加速行业数字化转型。**

IPv6+赋能智能云网，加速行业数字化转型

数字经济已经成为国家经济增长的新引擎，IPv6 作为数字经济的协议基础，现已实现规模部署。从 IPv6 到 IPv6+，在一跳入云、体验保障、应用感知网络等三个维度实现了重大创新，从而推动了行业数字化转型。在 IPv6+ 的发展道路上，希望产业各方携手，持续创新，共创行业新价值。

文/推进 IPv6 规模部署专家委员会主任　邬贺铨院士

近年来，我国数字经济处于快速发展阶段。今年政府工作报告明确提出：加快数字化发展，打造数字经济新优势，协同推进数字产业化和产业数字化转型，建设数字中国，充分体现出我国加快数字经济发展的决心。面向新时代的网络需求，IPv6 通过引入创新技术体系，持续增强，发展到 IPv6+ 阶段，可为行业数字化的转型提供有力保障。



数字经济已成为国家经济增长的新引擎

当前，数字经济已成为经济增长的新引擎，中国的数字经济规模正以 20% 的年均增速逐年增长，2019 年，数字经济占 GDP 的比重已经达到了 36%。数字经济的发展依赖于云计算、人工智能、物联网、区块链等信息技术的革新。数据已经成为生产要素，支撑了国家治理创新、作业经济运行和社会发展；而千行百业上云，更是加速了数据流动，为数字经济增长提供了新动能。

IPv6 是推动数字经济增长的重要基石

在数字经济发展过程中，IPv6 起到了至关重要的作用。2017 年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》。2019 年，IPv6 部署第一阶段目标已经完成，截至 2020 年底，我国 IPv6 活跃用户数已经超过 5 亿，占互联网用户的 50%；在 2021 年到 2025 年的第二、三阶段，我国 IPv6 的网络规模、用户规模以及流量规模都将实现持续发展，达到世界第一。

> 具备低时延、确定性、联接、超宽带、智能化和安全六大特征的 IPv6+ 智能网络，可以运用到医疗、零售、教育、交通、政府、金融等各个方面，使能千行百业的数字化转型。

IPv6 向 IPv6+ 演进，成为云时代必不可缺的基础设施

面向云时代，企业生产上云成为新的趋势，对 IP 网络的诉求更为苛刻。IPv6 通过引入创新技术体系，持续增强，发展到 IPv6+ 阶段。IPv6+ 是专门面向云的智能 IP 网络，通过 IPv6 的网络根基，叠加包括 SRv6、随流检测、网络切片、应用感知、网络安全等创新技术，可实现实时感知网络性能和确定性体验的安全联接，支撑企业快速上好云。

IPv6+ 发展的三个阶段及三个维度创新

IPv6+ 发展分为三个阶段，分别在一跳入云、体验保障、应用感知网络等三个维度实现了重大创新。

2020 ~ 2021 年是 IPv6+ 的 1.0 阶段，其主要支撑技术为 SRv6 分段路由，通过基于 SDN 和 IPv6 的网络可编程技术，可实现端到端业务的快速部署和灵活控制，使能企业快速一跳入多云。

SRv6 基于 SDN 技术，通过网络控制器生成并管理端到端的网络拓扑，以分段路由的形式，将路由信息承载在 IPv6 的扩展报头中，并发放到路由器首节点。在随后的转发过程中，中间路由器不需重新计算路由，只需简单执行 IPv6 包里的路由指示即可。SRv6 大大简化了协议，可实现一跳入云。此外，SRv6 技术还可以根据业务的需求来选择合适的路由，通过流量工程实现用户的低时延、高带宽、高可靠的路由保障。

2021 ~ 2023 年为 IPv6+ 的 2.0 阶段，主要目标是增强对用户体验的保障，其使能技术包括网络切片、随流检测、新型组播等，在实现确定性网络通信以及网络安全的基础上，为企业提供差异化的上云体验。

IPv6+ 的 2.0 阶段通过切片技术，不仅可实现一网多用及确定性的转发，还可将网络切片与灵活以太网相结合，通过对高带宽业务直接进行二层转发的方式，使用户获得确定性 SLA 体验的保障。

2023 ~ 2025 年是 IPv6+ 的 3.0 阶段，作为应用驱动网络阶段，其使能技术是应用感知网络，通过应用驱动网络的编程，在保障网络服务质量的同时，支撑精细化的运营能力。

IPv6+ 的 3.0 之所以可以实现网络对应用的感知，是由于传统的 IP 包只有源地址、目的地址，因此只能用于选路，却无法提供有针对性的服务质量保障；而现在 IPv6 地址中具有 128 比特的保留标签字段，可嵌入应用信息，运营商不仅能够从 IPv6 包中感知业务类型，还可以了解其对服务质量保证的要求，因而可针对性地提供精准服务。

随着业务和云的发展，IPv6+ 的智能网络，还需要一张具有“安全度、感知度、可靠度、响应度和便捷度”五星标准的下一代光承载网络，通过 IP 与光传输的协同，实现“好网保好云”。

从 IPv6 发展到 IPv6+，是联接智能化的过程，极大地促进了行业数字化的转型。具备低时延、确定性、联接、超宽带、智能化和安全六大特征的 IPv6+ 智能网络，可以运用到医疗、零售、教育、交通、政府、金融等各个方面，使能千行百业的数字化转型。随着数字经济的不断发展，更加丰富的新业务类型将会不断诞生，如车联网、物联网、工业互联网等，我们需要持续发展的 IPv6+ 来支撑云网的融合，实现意图驱动、体验保障、自动驾驶等，从而满足新业务的新诉求。在 IPv6+ 的发展道路上，未来依然有很大的发展空间和创新空间，希望产业各方携手前行，共同应对未来新挑战，持续创新，共创行业新价值。■

数智赋能行业，转型共创未来

在数字化转型的浪潮下，上汽乘用车确定生产系统上云是必然趋势。但随着云间业务的交互越来越多，对网络的需求也不再是原来的简单互联、大带宽、低延时，而需要支持多系统、多业务、多场景上云。

文/上汽乘用车数据及信息系统部基础技术平台副总监　强斌

如今，数字化转型早已不是决策层面的纸上谈兵，而是各行业的实践开始渐入深水区，其中，产业链长、关联度高、综合性强、消费拉动大的汽车制造业转型尤为引人关注。

早在 2014 年末，上汽就提出了汽车行业将向智能网联化、国际化、共享化、电动化方向发展的理念。即汽车不再是 4 个轱辘加上 1 个车身的简单配置，而会作为一个承载服务平台，像手机一样演变成一个社交化工具。

基于此，汽车产业将从制造交通工具向制造移动智能终端转型。

同时，传统汽车制造业作为劳动密集型产业，对劳动力具有高度依赖性。随着数字化浪潮的不断推进，汽车制造业也将从劳动密集型产业向智能化生产及网络化协同快速演进。

“4+1”到“1+4”背后的数字化转型战略

随着数字化转型的不断深入，汽车产业对智能网联、云计算和大数据服务的依赖性越来越强，顺应这一趋势，上汽乘用车制定了“1+4”数字化转型战略：“1”代表数字化的产品，即智能的网联汽车；“4”分别代表以精准用户画像和重构用户体验为核心的数字营销，基于工业互联和数

> 上汽数字化研发中心的数字仿真平台作为第一个上公有云的应用，解决了业务对大带宽、动态资源灵活响应，以及对外场发布数据的有效安全管控等需求。

字化大数据支撑的智能制造，基于软件定义汽车战略下的数字化研发，以及以灵活协同工作为核心的智慧园区。

多云并行支撑数字化转型战略落地

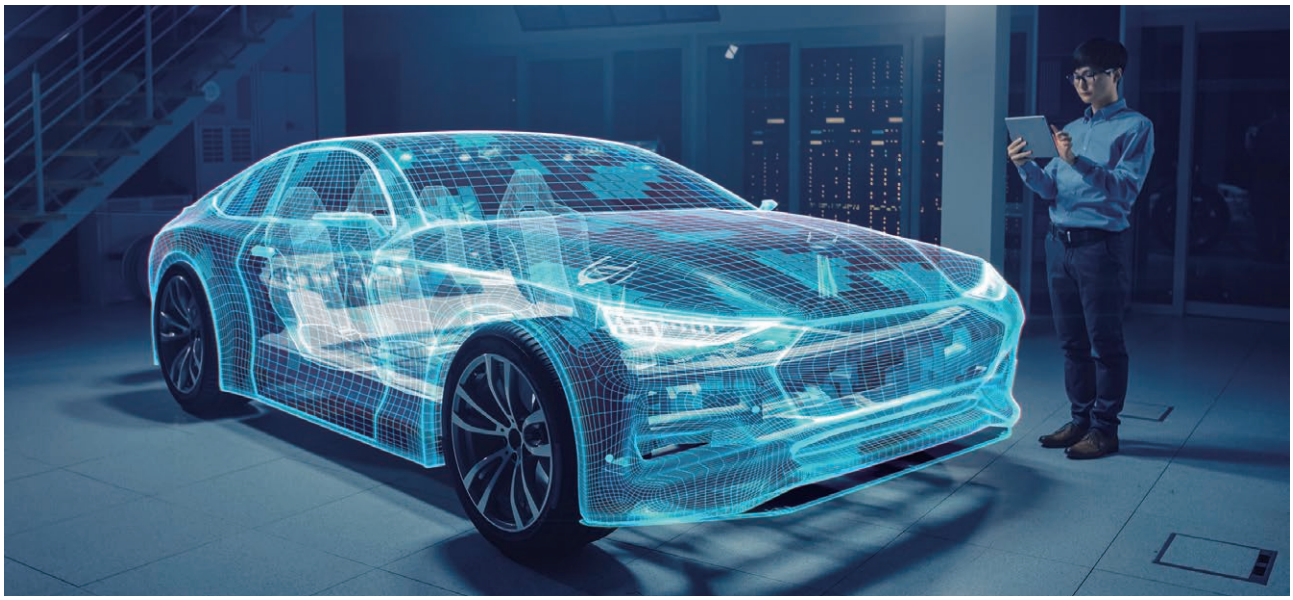
2017 年，在上汽乘用车信息系统部提出的“云计算 + 端智能”发展战略中，首次引入了混合云概念，并开始将应用往公有云上迁移。

企业的应用系统主要分为两大类：一种是稳态应用系统，即传统的制造系统，其不会经常迭代、更新；另一种是敏态应用系统，主要面向 C 端、车联网甚至一些大数据服务。出于效率及安全的考虑，稳态应用系统，如制造执行系统、仓库管理系统、质量管理系统和设备管理系统等业务系统大多部署在私有云上；而敏态应用系统则被部署在公有云上，公有云上承载的生产发布、运输管理等系统，通过物流、生产数据的交换来加强工厂与供应商之间的协同，从而降低成本、提升效率、提高质量。

近年来，在业务系统的建设过程中，根据业务系统的特性，上汽采用了不同的云来承载不同的业务，开始引入华为云、阿里云，甚至还有上汽自建的云计算中心。上汽数字化研发中心的数字仿真平台作为第一个上公有云的应用，解决了业务对大带宽、动态资源灵活响应，以及对外场发布数据的有效安全管控等需求。

场景化应用催生工业新云网，提出新需求

随着云间业务的交互越来越多，对网络要求也越来越高。它不再是原来的简单互联、大带宽、低延时，而是需要支



持多系统、多业务、多场景上云。

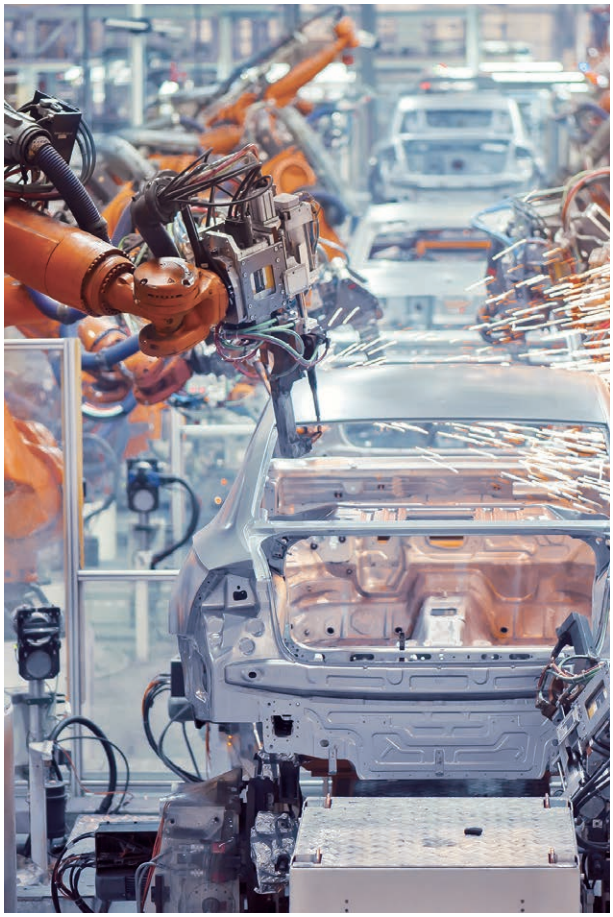
上汽生产基地云平台主要通过专线来实现业务的互通，但这种传统专线业务存在很多问题，例如，问题定位慢，疫情时期带宽扩容申请周期长，视频等业务设置 QoS（Quality of Service）比较复杂、运维人员消耗成本高等。因此，上汽迫切需要运营商提供一个完整的云网融合方案来解决现有的问题。

由于不同云网融合业务场景对网络的需求各不相同，因此上汽需要的云网方案不是仅实现简单的联接，而要网络能够根据业务的场景和属性去定制一个高可用的智能联接。

生产系统分级上云场景。上汽一直相信生产系统必将入云，以此使各个基地能够轻资产运行，降低各个基地的生产运行成本。但是，如果生产系统全部上云，点对点的专线联接是否能够满足这些生产系统对网络低延时、无抖动、可靠、智能等需求？因为几乎所有的上汽工厂都是 60 个 JPH（Jobs Per Hour），如果网络中断一分钟，便会损失一辆车的产能；如果生产系统中断 30 分钟，就不得不重新组织整个生产系统。另外，从云到生产基地的一些生产系统控制业务只能容忍小于 20 毫秒的抖动，如果网络抖动超过 20 毫秒，现场实施的产线管控及一些数据采集，就不能实时回传到中心，导致本部的生产控制系统无法很好地支持业务决策。因此，我们希望运营商能够提供专网服务，以满足大带宽、低时延、无抖动的网络需求。

仿真计算上混合云场景。上汽仿真计算云平台平均每天可完成 500 多个碰撞分析、结构刚度分析、流体分析、NVH（Noise，Vibration，Harshness）分析等多学科仿真计算作业，以及模拟整车、发动机的数百种工况。部署在私有云的本地计算集群可以提供较安全和稳定的仿真环境，部署在公有云的超级计算集群则能提供弹性和超强的计算资源。私有云 + 公有云提供的计算能力，可以帮助上汽实现工程开发仿真能力的升级，大大缩短了计算求解及用户作业的排队时间，仿真计算效率提升了 25%。目前，上汽在通过专线与超算中心进行联接过程中面临的问题是：计算脚本大多只在晚上运行，白天的带宽资源基本处于浪费状态，我们希望未来的网络联接是智能的，能够根据实际需求进行弹性伸缩。

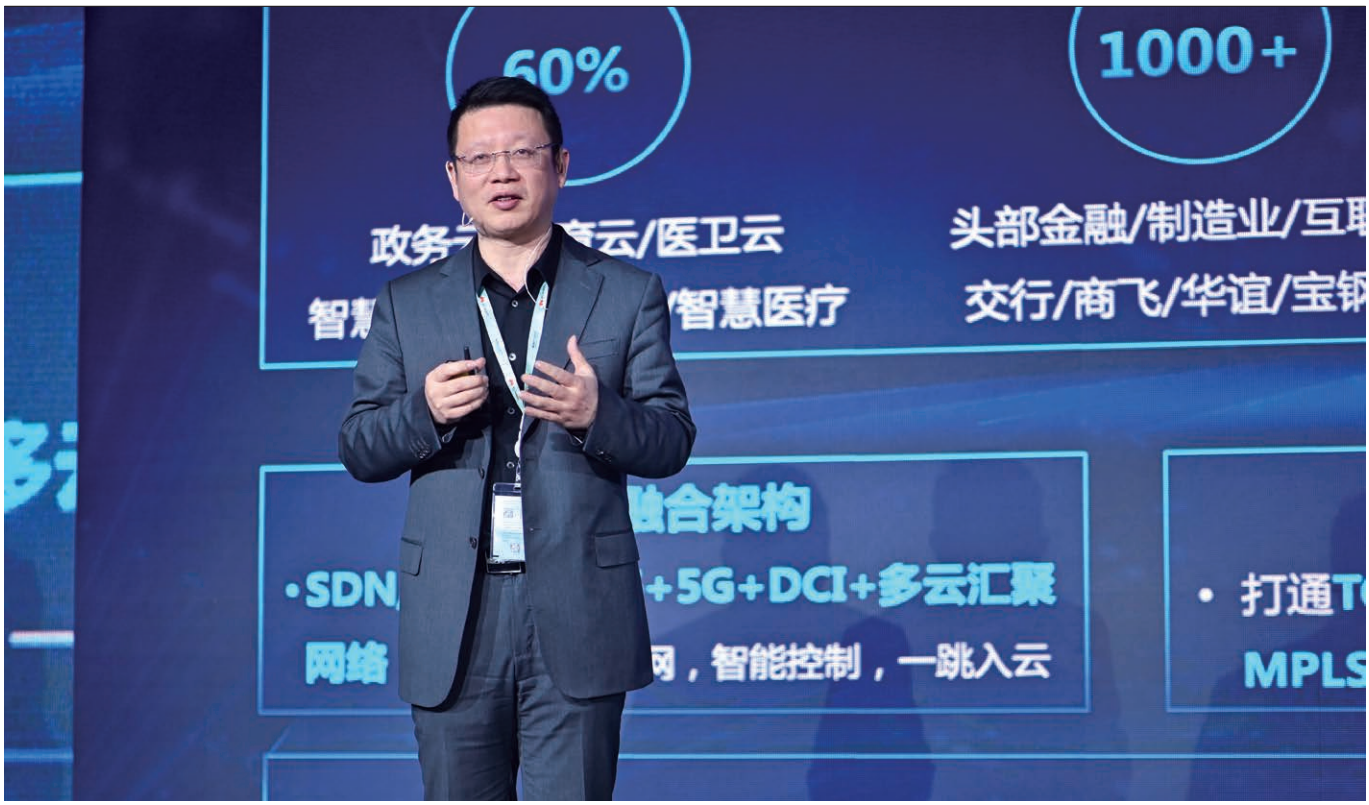
多云协同场景。为了更好地让生产线的汽车产品赋能营



销，上汽在生产线上布置了很多智能终端，如摄像头、传感器等。这些智能终端能将生产线上的实际数据回传给营销系统，再通过营销人员将车辆制造的情况分享给消费者，使消费者能实时了解订单的处理进程，缓解其在等车过程中的焦虑情绪，以此提升消费体验。 同时，上汽也会将用户定购车辆的排产信息、关键工艺过点时间、部分工位的装配过程推送给用户，用户可以在云端了解自己爱车的制造和运输过程，从而感知上汽智造的品质和实力。这是上汽今年开展的一个重要项目——透明工厂，在透明工厂的流程中，上汽需要将营销、制造、车辆物流及生产视频监控等系统的数据打通，以实现生产的边缘云、私有云及公有云之间的多云协同工作，而多云之间由于数据传输带来的安全问题将成为我们关注的重点。

总的来说，上汽在多云这条路上会坚持走下去，但需要一个智慧的云网方案来带动多云协同，并要求网络具备实时性和可靠性的特征，能够同时满足企业对数据安全和带宽的诉求。■

商业新探索



云网融合，赋能城市数字化转型

全面推进数字化转型是塑造未来城市核心竞争力的关键之举。数字化正在逐步成为推动经济社会发展的核心驱动力，深刻变革生产组织和贸易结构，重新定义生产力和生产关系，全面重塑城市治理模式和生活方式。上海电信基于业界领先的云网融合架构和服务框架，积极发挥“云、网、数、端、安”的综合优势，助力上海的城市数字化转型。

文/中国电信上海公司总经理项目管理办公室主任 张杰俊

城市作为人们生活、办公和娱乐的载体，其数字化转型的进程正在加速。随着智能家居、远程办公、VR云游戏等新应用的不断普及，传统的居住、工作、娱乐和交通方式开始逐步走向数字化。当前，各个国家都在积极拥抱数字化转型，希望通过城市的数字化转型，带动和加速数字经济的发展，塑造城市的新治理模式和生活方式。

上海作为国际化大都市，早在 2011 年便提出了智慧城市战略，积极建设信息化高速公路。近年来，上海十分重视智慧城市的发展，上海市委、市政府在 2020 年底公布的《关于全面推进上海城市数字化转型的意见》中，明确提出了城市数字化转型的总体要求，并指出布局经济数字化、生活数字化、治理数字化及全社会共建、共治、共享是影响转型的关键因素。上海电信践行国家战略，履行社会责任，紧跟上海智慧城市的建设进程，历经十年，已初步构筑起以云网融合为核心的数字化基础底座，以赋能城市的数字化转型。

践行云网融合战略，构筑端到端服务框架

对以服务为核心的运营商而言，城市行业数字化转型带来的新需求是机遇也是挑战，在此过程中，需要坚持“从客户的角度出发、以客户为中心、发现客户需求”的发展思

> 上海电信基于业界领先的云网融合架构和服务框架，积极发挥“云、网、数、端、安”的综合优势，广泛服务于政务、医疗、教育、工业、金融、中小企业和家庭用户，以助力上海的城市数字化转型。

路。尽管政府、行业、家庭等客户在信息化、数字化等方面的需求丰富多样，但底层需求均具有如下四大特征：

一、安全高速的云网联接，满足个人及海量企业“上云、上好云”的需求；
二、灵活敏捷的部署，帮助政府、中小企业及大型企业“好上云、快上云”；
三、丰富快捷的应用，满足行业和消费类客户的应用需求；
四、云网一体化的服务，面向客户实现云网业务的统一受理、统一交付、统一呈现，实现云网业务的深度融合。

上海电信在持续践行中国电信集团关于“网是基础、云为核心、网随云动、云网一体”云网融合战略基础上，构筑的端到端云网融合服务架构，主要包括以下三方面的内容：一是通过“SDN/NFV + SRv6 + 5G + DCI + 多云汇聚”网络构建云网融合架构，以云 /DC 为中心组网，构建一张新型城域网，通过 SRv6 技术实现了路径的灵活控制、一跳入云；二是通过“多云 + 多网”的融合，实现了多云接入，如通过与阿里云、腾讯云、华为云等 TOP 云服务商进行预连接，打通了多云服务接口，可支持 MPLS-VPN、IPRAN、SD-WAN 等多网的无缝联接；三是联合生态合作伙伴，面向行业、家庭用户提供“云网 + 应用”一体化解决方案，通过构建云网 MSP 服务，提供云网一体化属地运维服务，在贴近用户的同时，实现快速响应。

构筑云网融合能力，赋能城市数字化转型

上海电信基于业界领先的云网融合架构和服务框架，积极发挥“云、网、数、端、安”的综合优势，广泛服务于政务、医疗、教育、工业、金融、中小企业和家庭用户，以助力上海的城市数字化转型。

在泛政务领域，上海电信通过打造市区两级政务云，可为市区两级政府 60% 以上的业务系统提供政务云和政务外网服务，助力政务服务实现了全市的“一网通办”和“一网统管”；在教育领域，上海电信实现了中小学教材的云承载，全市平安校园服务的覆盖比率超过 50%；在医疗领域，上海电信完成了两级影像云的服务全覆盖及 6 个区的医卫云建设；在头部企业领域，上海电信为包括交通银行、中国商飞、宝武钢铁集团、上海华谊集团在内的一千多家各行业头部企业，提供了云网数字化底座及包括智慧语音、智慧工厂、智慧监控、云办公等在内的云网一体化服务，以助力企业的数字化转型和发展；在中小企业领域，上海电信已为超过 5 万家的企业提供了上云服务，包括云桌面、云办公、云安全等丰富的云应用；在家庭用户领域，上海电信服务了超过 400 万本地家庭宽带用户，其中 83% 以上的用户带宽超过百兆，并将智慧社区覆盖到了 60% 以上的街道。

云网融合 @ 数字政务：基于“云网融合、云数联动”的总体目标，上海电信探索出了全栈智能可信的电子政务云网一体化技术框架，并构建了“市区政务云 + 新型政务外网”的云网融合运营体系。目前，上海电信建设的覆盖 11 个区的区级政务云，已服务了超过五千家政务单位，通过“一网双平面（数据平面和视频平面）”接入，助力上海平安城市和雪亮工程的建设。当前，该体系承载的网络流量已超过 300Gbps，市政务云承载的市级委办应用系统已经超过 1000 个，云资源的规模已经超过了 5 万核，该体系确立了上海电信在上海数字政务信息化竞争格局中的龙头优势，助力上海市政府在数据采集和数据治理方面构建核心的数字底座。

云网融合 @ 智慧医疗：目前，上海电信已经完成了上海市医疗影像云平台的建设，实现了医疗信息互联互通，助力智慧医疗发展。2019 年，上海卫健委发文要求全市各个医疗机构实现医疗影像及检查结果的互联互通互认。由于医疗影像的资料上传往往需要上百兆，甚至是 2~3Gbps 以上的带宽，因此，要让医生像本地访问一样快速调阅网上影像资料为患者进行医疗诊断绝非易事。2020 年底，上

海电信搭建的“1+16 边缘计算医疗影像云平台”，通过大带宽、高可用、广覆盖的网络，可为全市 400 多家医疗机构提供 1Gbps 以上的大带宽，助其实现了秒级影像调阅。当前，各医疗机构每月上传的医疗影像数据超过 35 万份，通过互联互通互认，每月帮助患者避免重复检查超过两万次，预计节省医疗费用超百万。综上所述，云网融合技术为行业赋能并不仅仅是一个口号，而是让每一个人都切实享受到了云网融合带来的生活便利，在降低生活成本的同时，助力实现普惠医疗。

云网融合 @ 智能工厂：在工业制造领域，上海电信联合汇众汽车打造了创新智能工厂。汇众汽车是上汽集团下属的子公司，也是国内最大的乘用车底盘系统研发制造企业之一。汽车底盘行业不仅零件种类繁多，每个底盘制造涉及多达 400~500 个零件，而且制造过程极为复杂，因此在仓储和场内物流管理方面存在诸多痛点：一是零件众多，体积大小不一，平地仓库堆放物料占用面积大，导致整个厂房的利用率较低；二是人工巡线模式配送上线，效率低下，且零件搬运耗时，容易导致整条产线的生产速度缓慢。

为此，上海电信打造了“固移融合 + 云边混合”方案。其全场景上云的网络环境满足了制造执行系统的上云要求，而低时延及大带宽能力，则满足了仓储管理系统接收下料的海量数据承载及远程控制 AGV（Automated Guided Vehicle）自动导引运输车的需求。汇众汽车通过落地智能工厂项目，打造了全新的物料自动化配送上线生产车间，通过产线物料先进先出模式，有效地降低了库龄；车间通道采用 5G 货架搬运机器人，用 AGV 自动导引运输车替代了传统人工物料配送和上料，不仅大幅提升了效率，且可将单位产值能耗降低 16.9%，物流成本每年节省 400 万，1.3 年内就可以收回投资。云网融合使能智能工厂，将有效帮助企业提升竞争力，助力工业互联网实现创新发展。

聚焦三大领域持续发力，夯实云网竞争优势

面向未来，上海电信将在以下三大领域持续发力，构筑新型云网融合基础设施，不断夯实云网竞争优势：

- **多边协同：**通过“云、网、边、5G、端”协同，构筑国家级云网融合基础设施，夯实网络硬能力；
- **智能融合：**以多云统管实现国内 Top 云商平台的统一管理，在提供 SDN 化管理调度能力的基础上，通过智能承载打造面向业务与应用智能化的云网承载体系；
- **生态开放：**加强构筑服务化原子能力，继续扩展当前 10 大类 100 多项原子能力；加强产业合作，致力于“运营商 + 合作伙伴 + 用户”的三方共赢。

未来，上海电信将携手产业伙伴，持续构筑云网融合的竞争力，赋能城市数字化转型。首先，上海电信将与业界领先的设备供应商共同打造云网融合解决方案，构筑行业数字化转型的数字底座。其次，上海电信将与新技术合作伙伴一起，融合区块链、人工智能等新技术，为广大用户提供更加优质的创新型服务，让普通大众能够享受到技术创新和科技进步所带来的红利。在此基础上，上海电信将联合云网 MSP（Managed Service Provider）管理服务提供商，持续优化云网一体化服务，为用户提供更加专业便捷的云网服务。最后，上海电信将联合行业应用合作伙伴，不断孵化催生创新型行业应用，努力成为行业数字化转型的先锋。

未来，上海电信将持续践行国家战略，履行社会责任，勇当上海城市数字化转型的主力军，通过携手产业伙伴，持续提升云网融合竞争力，赋能城市数字化转型，力争为国民经济发展和网络强国建设做出更大贡献！■

打造云网安一体服务，构筑数字宁夏底座

人工智能、云计算、大数据等正在改变传统行业的经营模式和生产模式，政企、医疗、教育、工业和金融等不同行业的数字化也呼唤着面向云网融合场景的智能联接。宁夏电信垂直整合不同行业的应用、云和网，实现全流程打通，在医疗、教育等行业积累了宝贵的成功经验，助力“数字宁夏”建设。

文/中国电信股份有限公司宁夏分公司总经理　拜英奇
中国电信股份有限公司宁夏分公司副总经理　罗锐

2019 年以来，宁夏电信在落实中国电信集团公司“云改数转”战略中，紧紧围绕“网是基础、云为核心、网随云动、云网一体”的架构，构建“大平台、大数据、大系统、大服务”，全力推进“数字宁夏”建设。

伴随着行业数字化转型进程的加速，各行各业对云网的要求也逐步提高。为了满足服务快速开通、多云灵活访问、入云差异化保障以及业务安全可靠等多样化诉求，宁夏电信通过 NCE 与省份 BSS/OSS 系统对接，基于网络原子能力开放的理念，构建云网安一体的数字底座，以“四调 + 安全”为主要能力来助力行业的数字化转型。

四调即“云调网、网调云、云调云、网调网”。其中，“云调网”实现面向天翼云和其他云的专线入云服务的能力；“网调云”实现购买云专线的同时可根据需求订购不同云池资源的能力；“云调云”通过多云管理平台纳管多云，实现混合云的服务能力；“网调网”实现行业切片专网与现有网络（如宽带城域网、MSTP 等）的业务协同及多网络混合组网的能力。另外，宁夏电信还构建了“云 + 网 + 应用”融合的端到端立体化安全防护体系，用于保障业务安全。

基于“四调 + 安全”五大能力，宁夏电信以应用为切入口，垂直整合应用、云和网，实现全流程打通，在医疗、教育等行业积累了宝贵的成功经验，助力“数字宁夏”建设。

宁夏电信的行业切片专网提供“医疗健康云网”、“教育云网”等产品，为宁夏的“互联网 +”战略的实现提供最强的网络底座，助力宁夏打造国家互联网 + 医疗健康、互联网 + 教育示范省（区）。在疫情期间，宁夏电信发挥行业切片专网带宽随选价值，根据需求及时调整教育云网的保障能力，为全自治区教育“空中课堂”200 万师生提供统一的保障；为“自治区远程会诊”及“抗疫调度指挥”部署了独立医疗云网平台，保障医院视频会议、远程会诊等重要业务的稳定可靠，确保自治区抗疫工作取得胜利，被纳入到宁夏自治区民生工程，实现了商业价值和社会价值的统一。

> 基于“四调 + 安全”五大能力，宁夏电信以应用为切入口，垂直整合应用、云和网，实现全流程打通，在医疗、教育等行业积累了宝贵的成功经验，助力“数字宁夏”建设。

这些成功的实践，得益于宁夏电信联合华为进行的“云网安一体化”解决方案创新探索，总结起来是：一网多行业、一盒多业务、安全云服务和电商化体验。

一网多行业：打造高品质行业切片专网，加速行业信息化升级

为提升运营商原有政企网络的网络质量和网络服务能力，宁夏电信联合华为设计智能云网解决方案，打造了业界首个全网部署切片和 SRv6 技术的政企专网。该方案具备几大特点：

- **一网多用：**通过切片技术将一张物理网络分隔成医疗、教育、政务等多个行业专网，各行业专网间严格隔离，互不影响；
- **一网多云：**实现与天翼云、政务云等多个云打通，基于 SRv6 实现业务路径灵活调度，企业一点接入，多云通达；
- **自动化服务：**打通 BSS/OSS 端到端全流程，实现云网一站式服务能力，行业客户可在线自助、按需购买丰富的云网产品。

一盒多业务：业务接入更方便、维护更简单

在传统模式下，企业的不同业务分别通过单独的设备接入到不同的网络以提供相应的服务，客户侧设备繁多，维护管理复杂，成本较高。为了解决上述问题，宁夏电信基于智能化的 U 设备，可为客户提供一盒多业务的服务，所有业务通过一个盒子、一根光纤即可承载，大大降低企业采购和运维成本，同时该设备还可支持 5G 无线接入作为业务备份链路，可靠性更高。

安全云服务：让企业一站式安全上云，省钱又省心

宁夏电信还针对用户安全需求，推出了“云 + 网络 + 安全”的统一服务，通过安全大脑实时刷新威胁情报和攻击特征，通过智能化威胁关联检测将安全事件检出率从 60% 提升到 96%，云端安全分析对告警降噪比例超过 90%，并可实现安全事件处置策略分钟级下发，在极大提升政企业务安全水平的同时，降低安全服务成本。

电商化体验：打造数字世界的智能算力“物流体系”

宁夏电信在为客户提供高质量、高安全的云网业务的同时，还致力于为用户提供电商化的云网服务体验，让云网服务像快递公司所提供的物流服务那样便捷、高效，行业客户足不出户即可享受到源源不断的智能算力。当前宁夏电信的政企业务门户已经上线云网融合相关产品，行业切片专网用户可以线上完成一站式产品订购，在物理资源具备情况下可以实现分钟级业务开通；业务开通后，带宽、时延、丢包等网络的运行状态可以做到实时可视，让用户用着更放心；网络发生故障时，用户可在线申告，并能够实时看到故障处理进展，让用户更省心。

面向未来，宁夏电信将基于“1 个平台”即数字化能力平台和“3 层能力”即行业智慧大脑、业务保障能力、资源随选能力，扩广度，实现云网从教育、医疗、政务向工业、家庭场景的延伸，挖深度，深入行业业务流程，为行业提供“云网安 + 行业应用”的一体化服务，在业务形态、商业模式等方面升级服务能力，为千行百业提供数字化应用和解决方案，助力“数字宁夏”建设。■

双5G战略引领，推进数字产业化和产业数字化

浙江作为中国的经济大省，其经济的可持续稳定发展得益于数字经济的蓬勃发展。2020 年，浙江省 GDP 同比增加 3.6%，数字经济相关的 GDP 占比达到 43%。同时，全社会对数字化服务和云服务的需求驱动通信服务需求逆势强劲增长，全省通信服务市场收入相比去年增加 6.27%。浙江移动聚焦“五纵”数字化转型，通过智慧运营，拥抱新机遇，积极推进数字产业化和产业数字化。

文/中国移动浙江公司副总经理　王顶

浙江移动作为浙江通信领域的排头兵，争做“数字浙江”的主力军。2020 年，浙江移动通过“以移促固”和“以固保移”的双 5G 战略引领，实现 5G 无线网络和 F5G 千兆宽带网络协同发展，助力产业新增长，积极推进数字产业化和产业数字化，促进各行各业的数字化转型升级。以产品创新促进管理，重点聚焦保持 5G 持续领先、家庭千兆宽带经营、云网融合和信息化服务等四个领域，实现体验经营跃升，有效支撑浙江数字经济战略落地。

在移动、家宽和政企领域，夯实行业领先位置，实现数字产业化

在数字产业化方面，浙江移动在移动、宽带和政企市场均处于行业领先地位。其中，5G 终端发展位列集团第一，收入占比达 70%；家宽用户数居集团第一，市场份额占比达 60%；企业市场 IoT 物联网收入居集团第一，DICT 份额占比 30%。

5G 领域：面对 2020 年的疫情险阻，浙江移动众志成城，

> 在产业数字化方面，浙江移动聚焦社会信息化转型和构建“五纵”数字化转型，即基础设施数字化、社会治理数字化、生产方式数字化、工作方式数字化和生活方式数字化，共打造了 33 个云网设施和 4000 多个数字化应用。

在 5 · 17 电信日前就已经完成了 2.8 万个 5G 基站的建设，5G 网络规模位列全国第一。到 2020 年底，累计开通 5G 基站超过 3.9 万个，实现镇以上区域完全覆盖，构筑 5G 精品网。5G 终端用户达到 741 万，5G 资费用户达到 763 万，核心城区 SA 驻留比超过 90%。

家庭领域：浙江移动打造“全面覆盖、灵活高效”的千兆承载能力，支撑千兆业务发展，到 2020 年底，已覆盖了 600 多万千兆用户。浙江移动通过设备的改造升级来提高千兆网络的覆盖能力，实现了从光纤入户到光纤入屋的延伸，在加持千兆 Wi-Fi 后实现每个房间千兆信号无死角的全覆盖。在宽带业务套餐方面，加强了场景化建设，针对教育、娱乐和直播三个重点场景，通过业务差异化承载，在丢包、时延等性能上进行优化，实现面向体验的价值客户经营。

聚焦“五纵”数字化转型，创造新价值，实现产业数字化

在产业数字化方面，浙江移动聚焦社会信息化转型和构建“五纵”数字化转型，即基础设施数字化、社会治理数字化、生产方式数字化、工作方式数字化和生活方式数字化，共打造了 33 个云网设施和 4000 多个数字化应用。

在基础设施数字化方面，浙江移动通过云网融合、云网一体打造泛在接入、泛在联接、泛在算力的信息高速公路，实现数据畅通，并聚焦“三云三网”，形成云网一体化服务优势。三云即移动云、共享边缘云和入驻边缘云；三网即接入网、承载网和核心网。通过双 5G 建设，浙江移动把无线接入网、有线接入网与云进行整合，在浙江省分别打造 1ms、3ms 和 5ms 时延的接入区。通过对云和网的智能化改造，完成云网一体化编排和一体化调度，使云和网融合协同，实现客户按需接入，数据和算力等要素的自由流动，网络能力高效聚合，使服务能力裂变升级。

在生产方式数字化方面，浙江移动借助双 5G 网络加速智能制造转型。在服装制造场景，联合汉帛服饰探索服装业柔性制造模式，借助领先的“5G MEC + F5G 全光网”为大量缝纫机提供稳定的联接和上云的大宽带保障，促进了企业订单快速分发，推动工人技能和生产效率提升。

在社会治理数字化方面，杭州移动在 2020 年完成了 187 个雪亮工程项目，17 万路视频监控及 13 个区县（市）的平台建设，其中在核心交通枢纽区域升级 F5G 视频监控，基于 F5G 品质专线实现了视频“不丢包、不卡顿、不模糊”。

智慧运营是经营管理的核心

数字产业化和产业数字化离不开高效的经营管理。浙江移动以智慧运营作为整个经营管理的核心，涵盖了精准运营、精细服务、精益运维和精确管理。浙江移动通过智慧中台建设赋能网络运维、市场营销和精确管理，通过智慧化管理实现业务自动开通、故障自愈、性能自优等网络运维能力，提高劳动生产率；通过市场营销实现“千人千面”的针对性营销，将广告的效益发挥到更大；通过精确管理，以数据驱动流程改造，端到端构造高效的财务、投资和供应链等融合管理能力。

目前，浙江移动在家庭宽带领域开展了卓有成效的智慧运营实践。为了改善部分市场的家庭宽带用户质差识别准确率低和市场营销成功率低等问题，浙江移动和华为启动了基于智能分布式接入网的联合创新，构建了围绕体验管理的智能运营系统，打造“体验可度量、根因可定位、策略可制定、执行可闭环”的客户感知提升闭环体系，将质差识别准确率提升到 95%，营销成功率提升到 30%，实现用户增收。

云数融合，智慧运营，拥抱数字化转型新机遇

面对产业数字化的浪潮，浙江移动通过云数融合创新来塑造差异化服务体验，实现体验经营的转型；结合智慧运营创新提高工作精准性和劳动生产率，促进数字经济的高质量发展；借助云数融合与智慧运营的持续创新来拥抱新机遇，支撑体验经营转型和实现新的跃升。■

架构新发展 »

夯实云网融合，迈向算网一体

随着产业互联网时代的到来和人工智能的发展，计算资源已经无处不在，算力网络成为了信息通信网络发展的新热点。中国联通通过向用户提供多样化的算力和创新云业务应用等一体化服务，从管道运营商转型为新兴的综合信息服务提供商。

文/中国联通研究院首席科学家 唐雄燕

近年来，企业数字化转型的步伐逐渐加快，大量的企业云端应用让算力成为刚需。此时，云对网络性能的要求不仅仅局限于带宽、时延，而是开始侧重于如何提供更灵活的算力配置。随着企业上云的不断推进，云对网络架构的需求也日益增加。

CUBE-NET 2.0 推进云网融合

2015 年，中国联通认识到云对网络发展的重大意义，在《CUBE-Net 2.0 新一代网络架构白皮书》中，首次提出了面向云端双中心的解耦集约型网络架构，希望基于 SDN/NFV 来构建弹性超宽网络，为客户提供云网一体化的服务，并打造开放的产业生态。CUBE-Net 2.0 不仅是中国联通网络转型的顶层设计，同时也推动了中国联通网络向 SDN/NFV 化、云化和智能化的四化转型。

在 CUBE-Net 2.0 的总体指引下，中国联通基于云网融合开展了一系列的实践工作。其中，最重要的是在 2016 年将面向政企客户的 IP 网络发展成为基于 SDN 的云联网（CloudBond），即中国联通产业互联网（CUII）。同时，中国联通在城域网领域也通过推动 SDN 应用来建设智能城域网。智能城域网是基于 SDN 和分段路由 SR（Segment Routing）技术构建的新一代城域 IP 基础设施。广域的云联网加上智能城域网可为用户提供端到端的云网一体化服务，帮助用户实现便捷入云、云间互联及弹性云网业务。

目前，中国联通的云联网已覆盖全国 300 多个城市，其网络包括 200 多个自有四星级、五星级数据中心。云联网不

> 今天，随着人工智能的发展及产业互联网时代的到来，计算资源已经无处不在，运营商需要为端、边、云等不同的算力设施提供更加智能、融合的服务。

但服务于中国联通自有云，同时也服务于包括 Top 10 在内的国内外 50 家云商，使用户在使用联通云联网服务同时，也可以自由选择其他云服务提供商。

泛在算力，推动计算与网络深度融合

与此同时，互联网自身也在不停地向前发展演进。目前，中国联通已经从消费互联网进入到了产业互联网的发展阶段。在消费互联网阶段，运营商主要提供基础的管道联接和流量服务，实现云端之间内容服务的连接。今天，随着人工智能的发展及产业互联网时代的到来，计算资源已经无处不在，运营商需要为端、边、云等不同的算力设施提供更加智能、融合的服务。此时，整个算力服务的发展就从以中心云为主的云计算阶段进入到一个提供泛在算力服务的新阶段。

当前，中国正在积极推进新基建的发展，这是推动数字经济发展的新动力。新基建包括 3 个方面的内容，即：信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施。对于运营商而言，最关心的是信息基础设施，包括通信网络基础设施、算力基础设施和新技术基础设施。

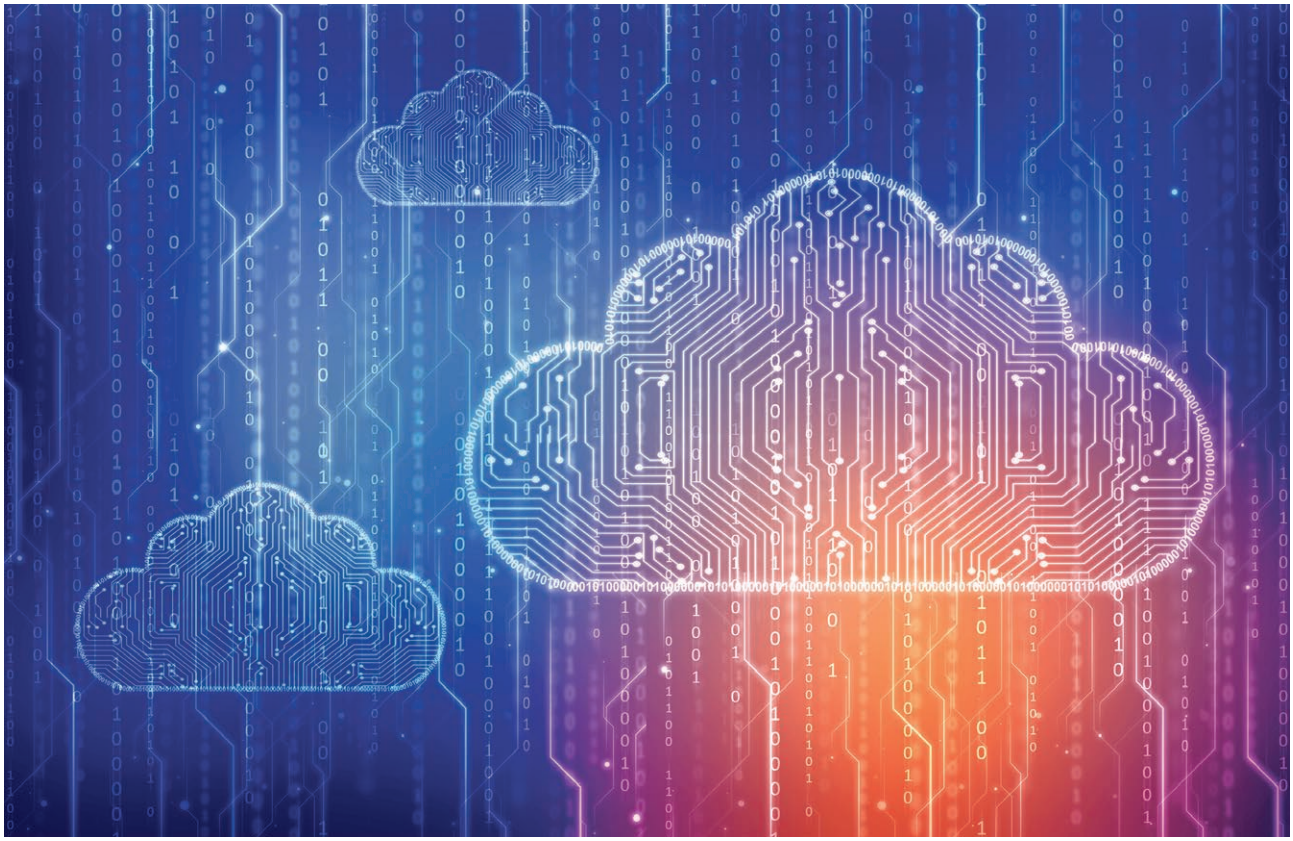
随着云计算向边缘计算方向的发展，云、边、端算力会进一步协同，泛在计算时代即将到来，计算及网络也会进入到一个深度融合的阶段。泛在计算有两大优势：降低时延及成本。所谓降低时延，即用户和应用可以就近获得相应的算力服务，如一些应用不需上到中心云就可以在端或边获得算力服务；另一方面，随着端、边算力应用的增加，实际上物理传输的距离在缩短，传输的成本就会下降。中国联通可以为不同的应用配备不同的算力资源，在提升算力资源利用率的同时，进一步降低算力成本。泛在算力服务需要算力网络的支撑，以实现智能的算力调度及高效的算力传送，因此，算力网络也成为了今天整个信息通信网络发展的一个新热点。

社会上存在着各种各样的算力资源。从技术上看，有 CPU、GPU、ASIC 等不同的算力技术；从整个算力的分布来看，有中心云、边缘计算以及端侧的算力；从技术的服务的形态来看，有云计算、超级计算。如何把多样化的算力提供给用户和应用？运营商在其中可以发挥重要的作用。很多的应用服务商需要不同的算力资源，运营商正好可以成为算力和应用的中介，把算力和应用资源提供给用户，把服务进行串联，真正向用户提供算力加应用的一体化服务，使得运营商从传统的管道运营商，转型为新兴的综合信息服务提供商。

算力服务的底层技术实际上是网络，因此，运营商需要增强网络能力来实现感知算力调度和确定性的连接。要实现算力网络，网络首先要能够感知应用及算力。具体而言，运营商可以利用 IPv6 扩展头，将应用信息提示需求传递给网络，通过业务的部署和资源的调整来保证应用的 SLA 要求。为了提供确定性的连接，运营商可以发展确定性网络，通过避免拥塞及冗余传输、指定流量传输路径、控制端到端的时延等方式，来保证端到端的传输质量。其中非常关键的一点是，网络要能感知计算资源，才能实现算力的灵活匹配及动态调度，将任务路由到合适的目标计算节点。

算力网络技术的发展

要真正实现算力的智能调度和确定性服务，算力网络需要具备以下三大使能元素，即过去的联网元素、云网元素，及当前新的算网元素。首先，联网技术需要进一步发展，过去的网络连接，更多是关注端到端的带宽，当前，还需要关注端到端的确定性，以保证实现网络的无损传输；在



网络的云化方面，过去主要发展 SDN/NFV，当前则需要把 SDN/NFV 做更紧密的集成，尤其是需要引入智能化技术，发展网络人工智能，并引入 SR 技术，来实现网络更加灵活集中的控制和调度；最后，还需要加入新的算网元素，也就是要实现算力的交易、算力的路由，最终要达到感知算力的调度和确定性连接这两个重要的特征。

中国联通这几年高度重视算力网络的发展，一直在积极推动算力网络技术的进步和研发工作。2019 年，中国联通率先发布了国内第一本算力网络白皮书，2020 年发布了《算力网络架构与关键技术白皮书》。这些白皮书系统地阐述了算力网络的架构、技术标准和生态合作等方面的现状和展望。2020 年底，中国联通又发起成立了算力网络产业联盟，希望进一步推动算力网络技术向前发展。

“云网融合”迈向 2.0 阶段

今天，社会还处在云网融合的 1.0 阶段，中国联通的云联网就属此类。在云网融合 1.0 阶段，云计算和网络服务虽然是一体化的提供，但网络服务更多是服务于中心云，云和网相对是独立的。中国联通认为下一个阶段将会是“算网一体”阶段，即云网融合的 2.0 阶段。在此阶段，随着边缘计算及人工智能等技术的深入发展，算力已经无处不在，网络需要为云、边、端算力的高效协同，提供更加智能的服务，计算将与网络深度融合。在算网一体阶段，我们要实现可感知算力的调度和确定性的连接。

为了推动网络的发展，中国联通将在 2021 年开展一系列的网络创新工作，主要体现在以下三方面：第一是在算力网络中，实现算网一体化服务；第二是在确定性网络方面，面向行业应用和视频业务，提供确定性的定制服务；第三要打造全光底座，为云网业务提供最佳的基础网络服务。

为了推动整个网络的持续演进和发展，中国联通决定把 CUBE-Net 2.0 升级为 CUBE-Net 3.0。CUBE-Net 2.0 主要是基于 SDN/NFV 的新一代网络，而 CUBE-Net 3.0 则被定义为新一代的、算网一体的新型数字基础设施。通过 CUBE-Net 3.0，中国联通希望与千行百业的合作伙伴携手，共同推动构建面向未来的新一代数字基础设施，更好地服务于数字经济，推动国家网络强国战略的发展。■

云网承载新架构，助力数字经济发展

预计到 2025 年，我国产业数字化经济的增加值将占 GDP 的 10% 以上，其中，云网新型基础设施将成为支撑数字经济发展的重要基石，随着网络与云的进一步融合，现有 ICT 基础设施将面临巨大挑战。鉴于此，中国信通院正式发布云网承载架构评估指数，希望在指导运营商、云服务商、运营企业、集成商等行业伙伴快速高效构建、使用云网基础设施的同时，为全行业的数字化转型保驾护航。

文/中国信通院标准所互联网中心主任　田辉

当前，把握住数字化机遇，进一步释放数字活力，充分发挥数字经济的新优势，已经成为了时代的使命。在这样的大背景下，云和网络基础设施将在未来数字经济中发挥越来越重要的作用。目前，整个 ICT 业界都在探讨如何用网络的能力支撑云计算发展，如何用云计算的理念优化网络资源，通过网随云动，源源不断地将云的算力和智能输送到千行百业的业务场景，激发出数据要素的潜能及数字经济的活力。

数字经济转型下 ICT 产业的五大发展趋势

如何全局性、系统性地应对和发展数字经济是 ICT 从业者的一个重大课题，目前行业内对此已经达成广泛共识：云网基础设施是数字经济的基石，要加速数字经济的健康发展，就需要系统性地提升云网基础设施的建设质量及效益。

2020 年，中国信通院进行了一系列的深度观察，总结提出

> 在 ICT 行业中，网络是桥梁，联接万亿级、差异化的行业应用和算力；云是载体，承载千万级、离散式的算力和数据中心。

未来 5~10 年数字经济转型中 ICT 产业的五大发展趋势：

- **趋势一** 算法创新、算力升级。目前云智能应用的走深、拓广和 AI 的感知增强，将促进整个行业的数字化转型，带来算力的全栈升级。
- **趋势二** 新型基础设施将为全行业的数字化转型赋能。随着云、网、边、端一体化数字基础设施的构建，结合云端与边缘计算的云网融合将实现快速的发展。
- **趋势三** 网络安全转型。在垂直行业数字化转型的趋势下，云网、算网、链网等架构的相互融合，将打破固有的网络安全边界，使之变得逐渐模糊化。
- **趋势四** 5G 应用的持续发展。随着 5G ToB、ToG 网络规模的发展和应用，5G 虚拟专网将达到 8000 个以上。
- **趋势五** 产业数字化转型和数字经济的融合创新。预计到 2025 年，我国产业数字化经济的增加值将占 GDP 的 10% 以上，带来产业数字化转型和数字经济的融合创新。

云网基础设施部署的五大挑战和五大必备能力

在 ICT 行业中，网络是桥梁，联接万亿级、差异化的行业应用和算力；云是载体，承载千万级、离散式的算力和数据中心。因此，云和网络基础设施将在未来的数字经济中发挥越来越重要的作用。

在云网基础设施的部署过程中，将面临以下五大基础性挑战：

一、网络用户入云非常不灵活。用户在跨网、跨云、跨地域、跨自治域等多场景下，入云的专线构建非常复杂。
二、网络服务化水平较低。云网需要与千行百业的 IT 系统高度自动化集成，因此，对网络编程、网络控制器南向和北向接口的开放性有非常高的要求。
三、联机服务不能提供确定性 SLA 保障。企业上云不仅对时延提出了要求，还对网络的确定性提出了要求。传统的尽力而为的 IP 网络服务，难以满足其对可靠性、可控性以及性能的严苛要求。
四、网络的敏捷性和水平扩展能力不足。未来流量的指数级增长、新业务类型的不确定性，均对网络的弹性、敏捷性提出了非常大的挑战。
五、网络安全的风险防范挑战较大。以前的网络安全边界比较清晰，但在未来，云、网、边、端边界的不断模糊，将对网络安全风险的防范提出更高的要求。

为了应对以上五大挑战，云网需具备以下五大基础能力：

一、算力传送的能力。最大化地实现一个网络的覆盖，为云网一体实现算力的感知和随选。
二、质量保障的能力。通过联接专享及多重保障，实现业务的确定性时延、带宽的按需调度及高可用。
三、长期的投资保护能力。架构要保证至少 5 ~ 10 年的相对稳定；未来随着业务的发展，容量规模需可实现灵活高效的扩展。
四、安全可信的能力。
五、生态变现的能力。网络的创新不能只是技术角度的自说自话，而要具有更多的商业价值。

IPv6+ 云网承载架构的评估指数

基于以上的产业趋势及云网部署的诉求，中国信通院认为 IPv6+ 技术体系、全光底座是目前最适宜的云网承载基础。云网基础设施的发展，首先，必须引入 IPv6+，并推进规模部署；其次，需要一套质量指标体系，来为全行业的数字化转型保驾护航。

从网络的基础设施来看，引入 IPv6+ 是刚需。通过引入网络编程能力、网络切片、随流检测等能力，IPv6+ 智能云网就可实现一网入多云、一网多平面、一键云调网、智能运维以及立体安全，鉴于此，建设支持 IPv6+ 能力的云骨干网络及新型智能城域网络已成为运营商的核心战略选择。而政府、金融和云数据中心等行业用户，在基础设施中引入 IPv6+，实现云网融合也已成为必然的选择。

2017 年，工信部和中央网信办发布 IPv6 规模部署行动计划。2019 年，中国推进 IPv6 规模部署专家委员会成立了 IPv6+ 创新推进组，这些政策均大大加速了 IPv6+ 基础设施的规模应用和改造速度。

在质量指标体系建设方面，2019 年 10 月，中国信通院联合运营商、华为、云商和云网客户等伙伴启动了技术调研和应用试点，开始探索面向 5G 和云的业务体验及承载网络架构。2020 年 12 月，中国信通院发布了云业务体验征求意见稿，旨在行业中达成云应用 KQI、云网基础设施 KPI 的共识。2021 年 2 月，中国信通院基于各大运营商云网技术白皮书、主流云业务测试数据以及用户实践，正式发布了云网架构评估指数，以牵引、指导全行业高质量、高效率、高效益地建设云网设施。

云网架构评估指数包含 5 个一级指标：多云全联接、确定性体验、弹性可扩展、安全可保障及开放服务化。

多云全联接：包含 IPv6+ 协议遵从性、多介质灵活接入，一线接入多云及应用级灵活调度等四项指标，可从物理、逻辑、应用三个层面实现多云全联接。

确定性体验：包含网络切片、业务高可靠、稳定低时延等三项指标，可从联接专享、时延和可用性三个方面来实现云网应用的高体验。

弹性可扩展：定义了分布式云承载、端到端超宽、全光底座三项指标，可从拓扑、平台、基础光资源等三个角度实现云网的高扩展性。

安全可保障：包含全量态势感知、安全服务化、云网安全联动、内生安全四项指标，可从网络风险的感知、消除及方案的实施等方面，实现网络的安全可保障。

开放服务化：包括开放可编程、自动化开通、人工智能故障定位和快速恢复三项指标，可从网络被集成和高内聚两个角度实现开放服务化。

中国信通院希望运营商、云服务商、运营企业、集成商等各产业合作伙伴，能够积极参与并使用评估指数，并在实践中将其进一步打磨完善。其中，企业用户能够带来更多云应用的需求，并在采购、验收中使用指数评分；运营商在云网规划、年度滚动规划、建设后评估中可以使用指标来衡量网络；云服务商可从云端应用体验的角度打磨指标体系；云服务集成商可从一站式服务的角度对指数提出要求。

发布架构指数只是起点，未来，信通院将围绕以下几方面持续开展工作：首先是细化指标的评测统计方法。云网架构指数使用中需要做到可衡量、可闭环、自动化，因此，各个指标应有明确的计量对象、权重及打分规则，以便累计出整网的指数总评分。其次是对主流的云网架构进行指标映射和评估。目前已确定了 5 个维度的 17 个指标，并开展了一些现网试点实践，后续还将开展更多的网络打分，以形成事实的行业标准。

云网时代已经滚滚而来。大厦将起，框架先行。我们相信，云网架构指数评估体系应用于千行百业，必将在未来云网基础设施的合同签署、网络建设过程中，发挥指导作用，从而加速千行百业的数字化转型。■

MWCS 2021
SHANGHAI 23-25 FEBRUARY

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 2021。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。

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