

中国工程院院士邬贺铨：

5G 网络技术面临十大挑战

本报记者 刘晶

2020年1月9日，中国首批5G标准发布，推动5G相关产业加速发展。面向未来，中国工程院院士邬贺铨认为，5G是一次网络技术的变革，引入了很多过去没有大规模使用的网络技术。

从5G网络技术构架看，底层传统的传输承载网SDH在发生变化；三层网络是IP层，以前是不面向连接的，因为5G要考虑引入IPv6，可能会使用网络第二层的智能交换；二层也不会照搬以前的网络，而是采用基于以太网的TSN（时间敏感网络）。网络切片、SDN（软件定义网络）、NFV（网络功能虚拟化）、无定型小区、用户中心网等新技术，都会在5G网络中应用。

邬贺铨表示：“5G标准很理想，但网络现实很骨感。”并将由于新技术引入带来的技术挑战归纳为十项。

软件定义网络的挑战

首先，软件定义网络带来挑战。互联网建立以来，IP基本是分组的，但是是无连接的。每个IP包独立写入，而且走的路径也可能不一样，虽然都是从A到D，但实际上它们各自为战。因为在互联网初期网络不稳定，以包为单位传输，即便某个包丢了，只要重传这个包即可，而不需要一大半重传，但这种做法牺牲了效率。

5G中基于IPv6实现选路也会带来挑战，因为IPv6地址不仅仅用来定义终端的位置和终端的身份，还定义了路由，这样的好处能保证低时延和高可靠，这是5G所希望做到的，但是其中明显也有挑战。

SDN实现了传送与控制分离，实际上把三层网的无连接变成面向连接。这里利用网络操作系统集中管理网络，基于大数据和人工智能为每一个业务流计算出端到端的路由，而且将路由信息嵌入到原节点的IPv6扩展报头，并按原路径传递到各节点，中间节点只需转发而无需选路，保证低时延转发。

虽然现在期待通过SDN对所有业务流和所有节点都实时优化，但大规模网络、低时延响应的多目标优化是个难题。计算出来的路由不断在变，网络资源不断在变，算出的路由可能互相冲突。一种解决方法是把SDN分成几级，分区域选择SDN。那么，本区域没问题，但是跨区域的路由需要SDN之间交换业务流和网络资源数据，增加了复杂性。另一种方法是只对部分业务流按面向连接转发，其他业务流还得回到无连接方式处理。

网络功能虚拟化的挑战

传统的交换机是专用硬件、专用软件，传统路由器也是专用硬件、专用软件，设备是改不了的，它们在网络架构中的工作层级也是固定的。而5G为了业务的灵活性，需要网络设备有不同的能力，NFV（网络功能虚拟化）的方向是硬件通用、软件可以定义，当然这很理想。

NFV虽然提高了网络利用效率，但是影响了时延。NFV使用的前提是对全局的业务流和网络资源数据都要精准地获得，SDN跟NFV同时操作，很难避免网络资源没有冲突。网络设备的“白盒化”趋势也存在问题，与专用设备相比，白盒化的时延可能要更大。而且网络绝对不可能一天全部变成“白盒”，存量是做不了“白盒化”的，存量和“白盒”增量两者共存于一个网络中，NFV的效果能体现吗？这也是一個挑战。我们要考虑是否真的把网络全部都变成NFV去做。

网络切片的挑战

按业务逻辑需求能够组成不同



的网络切片，其中至少分三大类：增强移动宽带、高可靠低时延、大连接。

通过网络切片管理为每一个业务组织形成一个VPN（虚拟专用网络），这是一个非常好的想法，但实际上是有困扰的。例如北京的交通，给公交车早高峰、晚高峰一条专用公交车道，如果建了5G之后对所有业务都用专用车道。公交车有公交车车道，大客车有大客车车道，小轿车有小轿车车道，对三轮车、摩托车能做到这样吗？现在全链路的VPN很难。

5G想把这种网络切片向大客户开放，由客户发现、选择、生成和管理VPN，给大客户提供按需实时动态调整的权利，但VPN并不能实现跨运营商。可取的办法是只对时延、丢包率、可靠性有比较严格的服务提供网络切片，跟现有4G网络的VPN相比，5G的VPN可以实时提供。此外，要考虑以用户价值为中心、按服务质量计费的模式，而不是按流量为单位的计费模式。

SBA的挑战

SBA（基于服务体系）可以使5G业务是开放的。过去移动网的协议是专用、封闭的，现在为了适应未来业务需求把协议都互联网化，如此一来，现有互联网上的很多应用可以直接移植到5G，这是好事，但是带来一个问题。

首先，类似SBA这种业务开放的思想30年前电信网就有。而现在网络流量更大，问题也更大了。原来很少听到运营商网络被哪个黑客木马攻击瘫痪了。为什么？因为它是封闭的，不是通用的，特别是运营商的网络协议是专用的。SBA使网络和业务是开放的，协议是通用的，可以说5G与4G相比，具有更巨大的网络信息安全风险。

这并不是说5G不安全，但为了5G业务的灵活性我们要承受这种不安全带来的风险，这个过程不会是一帆风顺的。

边缘计算的挑战

5G应用边缘计算是希望把计算能力下沉到边缘，边缘负责处理对时间敏感的数据，并且过滤掉这些数据再上到中心云。按IDC的预测，未来会有超过50%的数据在边缘层处理，而两级云的成本只是单级云的39%，还要省钱，当然这是一个好事。

云计算的部分能力下沉，存储和内容分发能力下沉，能够适应低时延、快速处理，但是边缘云颗粒度到什么程度？下沉到什么程度？是下沉到每一个DU分布单元，还是下沉到CU集中单元，还是下沉到更高一点的等级？边缘计算的精度怎样选择，这是一个挑战。

边缘计算不是固定的边缘云，

例如汽车一会儿接到这个基站，一会儿在那个基站，如果边缘计算是落地在基站里，那么边缘计算的点就要不断地变，这产生了边缘计算之间的通信。这种通信究竟通过中心云沟通，还是边缘云与边缘云之间沟通，现在没有很好的研究。而且边缘云与边缘云之间的沟通，需要有大量的网络开销，会引入时延。

精准同步的挑战

无论是NFV还是SDN，要同一时间收集所有节点报上来的数据都应该是同样的，如果时间同步不精准，得出来的数据就不准确。这时基于不准的数据做出来的决策更糟糕。

过去电信网用的是IEEE1588做时间同步。1588是否能满足5G的同步需求？按照目前的方法，时间的同步并不精准，因为算出来的时间偏离不断地在变，可能将来5G对时间同步有新的要求。

运营支撑的挑战

5G的运营支撑系统，不仅包括传统网络的故障管理、配置管理、告警管理、性能管理，还要包括NFV的管理，什么时候网元当路由器、交换机，什么时候当交叉链接用。随着业务流的变化，同一时间，网元对某个业务流是路由器，对另外一个业务流又是交换机，甚至是变的。

而且网络切片也在变，业务来了要切片，业务走了要撤销，这是动态的。网管如果还是像以前那样靠人工在网络层面管理是根本不可能了，现在必须由信令来管，配以一个很复杂的编排器来设计网元和业务组成。全网如果做一个OSS会是非常复杂的，而且这么大的网络处理能力和处理时延怎样满足要求？OSS可以分级管理，但跨区、跨OSS来协商，这也是一个很大的挑战。

车联网的挑战

车联网被认为是5G的重要应用场景，5G在接入网和核心网两个方面都考虑了低时延的措施，但是面向个人通信的东西与面向车联网有很大的不同。公众网的个人通信平均要经过十多个节点，而车联网的通信就是一两跳。在多跳环境下，在控制时延上表现突出的技术，如NFV、网络切片、SRv6等在车联网场景下优势并不明显。

传统的个人通信接入是点对点的方式，现在车联网在V2V的场景下是点到多点、多点到多点方式，甚至是广播方式，将增加频率安排的难题，难以采用。没办法用D2D连接，那就借助V2N2V，时延就会略有增加。

面向公众的通信所发送的信息是主叫方主动的，被叫方也是已知

的；而车联网中每一辆车发送的信息并不受车主所控。5G支持增强移动宽带、高可靠低时延和广覆盖大连接的网络技术在车联网环境下其效果还值得研究。

5G虽然比4G更适合车联网，但这些技术在车联网并没有真正发挥作用，所以要看明年3月份车联网的标准做成什么样。

现在中国有13个直连点，负责连接全国30个省，有些省要出省连接，比如说贵州的电信和联通、移动互联，要通过重庆直连点才能沟通。如果车联网还是用这种直连点，城市就会撞车。车联网就要求直连点要在本城。

5G大连接的挑战

5G支持1平方公里有100万个物联网设备连接，每个物联网设备怎么样接入呢？如果所有终端接人都要认证，一个一个认证肯定不行，这是个难题。大连接也不能慢，有的传感器可以慢一点，但车联网要快。mMTC要每个终端有安全算法和协议，但是安全算法要简单，否则就会增加时延，又要安全又简单，这本身是有难度的。

装了uRLLC的终端本身要高可靠。过去用的是信用卡，现在这么大量的物联网终端，要用什么方式管理？5G来了，在物联网的认证、安全、标识和身份上，都有新的挑战。

5G企业专网的挑战

运营商的网络主要是面向消费者的。5G采用的TDD模式，在同一个频段上既有上行数据又有下行数据，消费者应用一般下行多，上传少，是不对称的，上行与下行用频率的利用七三开。而面向工业应用，大部分工业传感器上传消息多，上行发视频，下行接受网络指令，这是倒的三七开。如果都在运营商网络上有两个不同配置，它要产生干扰，因为要选择不同的载频。

面向工业应用，企业要做专网投资，实现灵活配置和网络安全，这都是好的。问题是需要电信管理部门给它发放专用频率，现在欧洲已经预留了76MHz给5G专用网，德国分配了100MHz，上海商飞等企业也提出建5G专用网。

大多数企业可能会找运营商公网解决TDD上下配置不对称的问题，这是需要考虑的问题。邬贺铨说，5G是网络新技术的集中体现，除了上述十大网络挑战，其发展还面临频谱资源、站址选择、网络安全的挑战。5G与物联网、云计算和人工智能融合发展，催生新业态，但也带来了社会影响、隐私保护法律适用上的新风险，因此在5G发展中，要从技术、管理、法制等方面逐步完善，推动5G应用。

（本文根据录音整理，未经本人审阅。）

中国电信天通卫星业务正式商用

本报讯 2020年1月10日，中国电信举办天通卫星业务发布会，正式面向社会各界提供天通卫星通信服务。中央宣传部、中央网信办、工业和信息化部、应急管理部、水利部、农业农村部、国家气象局、航天科技集团以及中国海洋石油等政府部门和相关企事业单位的领导、嘉宾出席了本次发布会，共同见证我国卫星通信历程上的又一重要时刻，正式拉开了我国自主卫星移动通信时代的序幕。

天通卫星移动通信系统是我国自主建设的首个卫星移动通信系统，具有广域覆盖、全天候通信等特点，实现了卫星、芯片、终端、信关站的国内研发和生产，保障了用户的通信安全，摆脱了长期对国外卫星移动通信服务的依赖，填补了国内自主卫星移动通信系统的空白。

中国电信作为独家承担天通卫星移动通信业务运营的基础电信运营企业，将充分发挥天通卫星业务的差异化优势，融合移动、固定和光宽带网络，构建陆海空一体化的泛在信息网络基础设施，为政务应急、海上作业、航空通信等领域的客户

提供便捷优质、自主安全的语音、数据通信服务。

天通卫星移动通信系统实现我国领土、领海的全面覆盖，为用户提供全天候、全天时、稳定可靠的移动通信服务。用户使用天通卫星手机或终端在卫星服务区，可进行话音、短信、数据通信及位置服务。天通卫星业务使用1740段号的手机号码作为业务号码，已经实现与国内、外通信运营商通信网络的互联互通，实现“在国内任何地点、任何时间与任何人的通信”。

天通卫星终端实现了自主研发、生产、终端种类、终端型号丰富、可靠性高。中国电信成立了天翼终端产业联盟天通终端分会，通过联合终端产业链合作伙伴进行终端研发攻关、支持创新型终端研发、严格终端质量管控、组织天通智能终端和功能终端的集采等方式，丰富终端产业链，有效降低终端价格门槛，推动终端质量提升，引导天通产业链生态良性健康发展。目前，已有25款终端获得工信部颁发的进网许可证，包括手持、车载、船载、天通猫、便携数据等多种终端类型。

中国联通

召开“一带一路”信息通信峰会

本报讯 1月9日，中国联通“一带一路”信息通信峰会在京召开。国家发展改革委国际合作中心主任黄勇、工业和信息化部信息通信发展司巡视员陈春雷应邀出席会议。

中国联通董事长王晓初作了题为《共建“一带一路”实现共赢发展》的主旨演讲。他表示，中国联通围绕“一带一路”倡议的各项部署，坚定实施“走出去”战略，积极把握数字化、网络化、智能化发展机遇，与各界伙伴深入合作，持续推动“一带一路”沿线通信基础设施共建共享，大力推进技术与应用创新融合，构建互利共赢生态圈。中国联通副总经理范云军说，中国联通已在“一带一路”区域拥有丰富的海外运营经验和服务资源，可以为“走出去”企业提供境内外一体、全球端到端的一揽子综合信息服务，包括企业专线、全球组网、跨境多云互联、境外IDC及境外信息化集成服务，并将云网智能专线和融合通信产品服务延伸至海外，为金融、制造业、数字新媒体行业以及政府提供专业定制化服务。

目前，中国联通在“一带一路”沿线成立分支机构达13个，累计落实“一带一路”项目逾30个，大幅下调“一带一路”地区国际通信资费，从基础设施、产品服务、产业合作及队伍建设等方面全面落实“一带一路”倡议。面向未来，中国联通将继续秉持“共商、共建、共享”的原则，积极构建“一带一路”合作生态圈，通过产业链各界合作伙伴密切合作，探索新市场、新机遇，为更多出海企业提供优质通信服务。

中兴通讯

助力中国移动建设大规模NFV网络

本报讯 近日，中国移动2019年NFV网络一期工程设备集采开标，中兴通讯中标全国8个控制面大区中6个大区，共12省，并在用户面中标山东、安徽、福建、云南等12省，展现出中兴通讯在NFV云化及下一代核心网领域的实力与领先水平。

基于NFV的云化是5G网络的重要特征，能大幅提升网络的灵活性并加速新业务的推出。全面云化，核心网先行，此次中国移动NFV网络一期工程，包括全国8大区、31省公司的分组域网元、IMS域网元、虚拟层软件、分布式存储、管理与编排器MANO，以及系统集成六大块。此次招标采购，标志着全球最大运营商中国移动NFV云化网络正式进入大规模建设阶段。

中兴通讯作为技术领先的全系列云化产品和方案提供商，携手中国移动，在NFV领域历经四年多时间，进行五个阶段试点和验证，共同打造了一个安全可靠、成熟稳定的端到端全云化网络。同时，中兴通讯自主创新的NFV基础设施TECS，基于Ceph的电信级高可靠、高可扩展、高性能的分布式统一存储平台CloudStorage，新支点电信级服务器操作系统CGSL 2/3/4/5G全融合云化核心网Common Core及基于AI的自动化运维管理系统CloudStudio也已在全球运营商及政企网络得到广泛商用，为5G商用和垂直行业应用奠定了基础，并在实现新业务的同时做到了网络的高可靠性和安全可控。

中兴通讯作为技术领先的全系

列云化产品和方案提供商，携手中国移动，在NFV领域历经四年多时间，进行五个阶段试点和验证，共同打造了一个安全可靠、成熟稳定的端到端全云化网络。同时，中兴通讯自主创新的NFV基础设施TECS，基于Ceph的电信级高可靠、高可扩展、高性能的分布式统一存储平台CloudStorage，新支点电信级服务器操作系统CGSL 2/3/4/5G全融合云化核心网Common Core及基于AI的自动化运维管理系统CloudStudio也已在全球运营商及政企网络得到广泛商用，为5G商用和垂直行业应用奠定了基础，并在实现新业务的同时做到了网络的高可靠性和安全可控。

华为携手高骏打通全球首款集成5G

模组4K直播编码器网络通信服务

本报讯 近日，在上海华为X Labs无线应用场景实验室，华为携高骏科技，完成内置5G模组的4K直播编码器第一阶段测试工作，端到端打通了5G网络通信服务。这是全球第一个采用华为MH5000模组设备的集成测试，也是全球第一款支持NSA/SA双模5G模组的4K直播编码器，内置了两个华为MH5000模组，以流量动态分配的模式，将40Mbps的4K视频码流，借助5G网络稳定上传到云端视频服务器，然后分发给相关视频处理设备。同时，云端视频服务器还具备SLA监测功能，实时动态统计两条无线链路的网络KPI、业务KPI，及高质量回传所需网络能力安全区满足度等信息。