会议主题：5G网络论坛

地点：无线谷2楼多功能厅

时间：9：00-12：30

 主持人：各位嘉宾大家上午好，很高兴大家能够来参加5G分论坛，我是中国信息通信研究院的马军锋，很荣幸有这个机会来主持5G的分论坛。大家都知道当前5G是整个通信信息领域一个非常热的话题，我们也在说4G改变生活，5G是要改变社会的。全球主要发达国家都非常重视5G的研发与创新，都在试图通过努力来抢占未来在通信领域发展的制高点。

 回顾我们国家整个移动通信的发展来讲，我们经历了从一切空白、2G跟随、3G出货、4G并跑，到今天的5G时代具备了领跑的实力和能力，国家也把5G上升到国家战略，5G也成为践行网络强国非常重要的抓手。

 2018年也是5G进入商用的一年，国内5G推进组也启动了第三阶段的测试工作，推进5G的商业化进程。发改委启动了5G试点城市的网络建设工作，三大运营商，还包括华为、中兴供应商都加入了商用步伐。5G独立主网第一个标准在今年6月份冻结，5G在垂直行业应用也在积极探索。我们也希望通过本次5G论坛，我们也很高兴邀请到了中国信息通信研究院副院长5G推进组的组长王女士，以及三大运营商和中兴、华为，来分享5G最新推进情况，以及5G标准架构，研讨5G在科研计算、网络切片关键技术，探索5G技术新需求、新的商业模式，来构建跨行业联合创新5G的产业生态。

 首先我们有请中国信息通信研究院副院长推进组组长王志勤女士，给我们分享5G创新与发展的演讲，有请王院长！

 中国信息通信研究院副院长推进组组长王志勤：各位来宾，大家上午好，我们也是承办单位，一个是中国信通院，另外也是2020信息推进组，欢迎大家来参加今天的研讨会。今天在做5G特别是核心网络，整个网络架构和网络做详细演讲之前，我想对于5G在全球的一个发展的态势，和一个总体情况，给大家做一个介绍。主要是分成两个部分，一个是5G发展总体情况，另外我想也是针对这个智能化吧，人工智能这个方面简单做一个介绍。

 5G最近也是业界比较热的话题，今年5G进入到发展非常关键的阶段，一个就是应该说在今年6月份，5G的第一个全套的标准，第一版本的标准即将发布，在这个版本上，重点满足了我们移动互联网的场景，以及在移动互联网里面低时延、高可靠基本的架构。目前来看，原来5G对应的三大场景里面，实际上对于大连接、低功耗的场景，目前主要还是考虑在4G采用NBLT打造并且进行探索。预计到2019年9月份满足三大产品完整的标准规范能够进一步出台。

 针对5G商业化的进程，这是大家比较关注。但是总体来看，我们认为5G可能在各个国家市场定位，应该说是有所差异。其实目前看来，美国和韩国相对来说会稍微早一些，当然从美国的角度来看呢，初期5G定位主要在固定无线接入，是作为光纤技术的替代，预计在今年年底左右，逐步在美国就开展5G的部署。韩国基本上也在2019年会开始一些小规模的，应该说是商业的应用。

 我们国家实际上是在3G、4G的时候，分别是在，应该说是第二波和第三波引入了新的技术，那么在5G我们觉得应该是作为第一梯队进入到5G的部署。所以从本身5G定位于蜂窝移动技术，或者作为移动业务本身来看，产品成熟和应用，实际上大体我们认为主体还是在2020年。可以看到在日本和欧洲一些国家的商业启动的时间大部分是在2020年左右。

 全域是5G发展非常重要的基础也是稀缺资源，5G本身带宽很大，基本上每一个运营商，应该说在至少80兆到100兆左右的频谱。需要有很宽的频谱资源。经过全球的一个协调，实际上大家也已经集中在两个频段，一个是中频，现在是以3.5G为主体，还有就是在高频，大家普遍认为在第一阶段，面向2020年的商业应用，频率主要集中在中频。所以在去年11月份，我们国家也是率先发布了中频。美国在2016年首先发布了高频，但是后来发现光光只有高频的话是很难满足整个5G一个全覆盖，或者大覆盖的这种独立组网的应用。现在美国也在寻找合适的中频。

 总体来看，在频谱方面是获得了一个全球比较统一的协调和一致的产业发展环境。在技术研发阶段呢，中国也是跟其他国家一起非常开放在进行整个5G产品的研发和技术的推进，所以从2016年5G整个标准启动的时候，就开始做实验，对很多新技术通过实验来进行成熟，纳入到国际标准，在现有阶段，应该说也是在2016年完成关键技术，2017年完成了系统级性能验证，在今年年底预期完成各个系统设备的预商用的产品的研发。

 估计在今年下半年一些运营企业为主体，会在部分的重点城市做一些规模实验。所以可以看到全球主要的包括系统芯片、仪器仪表等参加了这个实验。这个是一个通过产业化推进和全球的这样一个实验，其实我们也能够基本上在国内就能够预见到全球整个产业发展的成熟的时间表。所以从系统来看，因为系统首先要建设，会在今年年底完成预商用，明年上半年基本上是会出现商用产品。芯片呢和手机是大家最关注的，其实难度也更大一些。所以实际上我觉得非常先进的，最先进的芯片企业，也基本上要到2019年上半年完成相应的流片。预估是在2019年下半年，我们会看到，大家能够拿到可用的手机产品，所以说我们觉得在2019年下半年或者2020年上半年左右，启动商业应用，相对来说是和产业成熟度比较吻合。

 5G和4G应该说，我们觉得有很大的一个不同点，就是它已经，除了满足移动互联网的业务需求以外，更多的是实现一个对移动物联网新的探索，由于移动物联网，其实是一个跨行业的一种合作，所以它需要我们做5G的这些产业，我们各行各业去进一步融合，能够共同去探讨，它的应用场景跟需求，确定相应的技术方案和产品，甚至在后续运营过程中，怎么样获得一种共赢的商业模式，对于政府来看，有很多监管的政策，其实表现频谱、牌照，实际上怎么样去发放，这些问题都还是需要很多的探索。我们做一些新的探索之前，实际上我们在今年1月份启动，实际上在2月份到5月1号之间进行了5G应用的一个征集大赛。现在我们也已经征集到300多个5G的应用案例在进行评选。

 其实可以看到，中间可以看到5G其实面向的行业和方向很多，包括AR、VR的移动互联网，也包括工业互联网、车联网等等不同的行业。这个我们在6月份会有一个，每年年度的峰会上会发布最后的结果。

 从我们征集的一些情况，有几个主要的场景也是我们分会场正在做的，一个是云的虚拟现实和增强现实的场景，这个场景里呢，其实可以看到5G的能力在端到端的延时和带宽方面比4.5G还是具有一些优势。可以通过一种虚拟现实、增强现实的方式来复现一些明星的演唱。第二大类就是工业互联网，现在工业互联网也是认为，我们网络强国深度融合一个很重要的抓手，场景非常多，有一些场外的场景，比如说远端挖掘机精准的控制，也有一些工厂内，比如说流水线，包括一些GCB的机器控制，非常多样化的场景。这些场景，我们觉得5G也是非常一个重要的基础网络。在车联网领域网络化是非阶段的，目前我们已经进入到信息服务阶段，实际上很多的车，我们现在都有前装3G、4G模块，能够享受到4G服务。第二阶段是进入到安全云效率服务，那么这个时候我们就需要实现车和，比如说红绿灯路上的一些设施，车和车之间，以及车和云之间的连接。这个时候可以完成一些车和车的防碰撞，以及车路协同之间的效率提升。

 真正到第三阶段，也就是自动驾驶阶段的话，总体来看，大家认为是一个网络和车之间要协同，车路是一个协同的工作模式，来真正实现自动驾驶。这个特别是在第三阶段，我觉得5G的技术应该是非常需要的。在医疗领域，也是民生方面大家比较关注的领域，从目前的发展来看，我们也认为是分阶段的，首先第一个阶段，可以完成比如说在我们医院内部的一种全连接。这个时候大家可以看到有很多医务人员，可以拿着PAD在病房查房的模式。还有一些很贵重的仪器仪表，包括测试的一些结果实现联网。第二阶段，会要求比如说我远程的医疗，远程手术，远程B超，在一些偏远地区，医疗资源匮乏的是非常有效的。到第三阶段的话，就是稍微智能医疗全连接，这个里面包括一些急护的方式，对于医疗数据进一步智能化的提取。从刚才介绍里面其实看到场景非常多，也对我们一个是5G网络架设，特别是它能够实现个性化和满足差异化的业务需求，提出了一些要求。同时呢，可能待会儿也会介绍到，像边缘计算、网络切片这些技术，应该说都是能够和我们这些场景，我觉得是有一些一一对应的关系。

 过去这种僵化的比较粗放化的网络是很难满足这种需求，需要我们采用精细化的资源调度去适应它，同时采用个性化区域化的网络怎么样去能够适应这些，我觉得大家会有一点点感受。

 后面我简单说一下人工智能，现在人工智能非常热，也是在起起伏伏之后最近又兴起，最近的兴起是和我们的计算能力，包括互联网整个业务应用的发展，能够集聚大量的数据是息息相关的。所以我们认为其实它也是获得了互联网发展的一个红利的结果，对于近期的这一轮人工智能，我们认为主要有三个因素驱动，第一个就是大数据，由于我们现在互联网特别是移动互联网的发展，实际上我们能够实现大链接，有很多的数据已经能够采集到云端，基于丰富的数据，我们可以进行一些算法，一些知识学习，这是很重要的基础。第二个，我们叫算力，我们的计算能力，计算能力就跟我们的很多处理能力和硬件能力息息相关。第三个就是深度学习的算法，这种算法可能比传统的这种算法会看到有一些新的方式方法。所以从这三个方面角度来看呢，是我们这一轮人工智能的特点。

 首先是数据，我们认为是一个发展的基础，过去是把一个形象，比如说是一只猫怎么辨认，先通过人，把这种特征进行一个提取，把这些特征输入到机器让他去进行学习。现在不再是需要人提取，而是采用一个进行一个简单的标准，或者原始的数据，通过深度神经原的算法，模式来实现的，在精准上面都有比较多的优势，所以这里其实可以看到浅层神经原和深度学习的神经网络是一个多层的网络和一个单层网络的区别。平时的很多概念最大的是人工学习人工智能，然后是机体学习和机器学习。从算法的角度来和深度算法，是一个多层神经原的体系来进行，传统集体算法主要是依靠于人的特征提取进行简单的一个学习的过程。算力就是计算能力，原来大型计算机，现在越来越多计算能力的出现，可以看到从过去的由百到G到BT，每秒都是万亿次的计算能力，所以这个都对我们基于这么大的数据形成这种判断构成了一个基础。

 为了实现这种计算，现在有很多的芯片，包括从芯片整个发展来看，逐渐从通用向专用，从架构体系上，也从过去以串型为主变成并行的，就是模拟人脑计算的模式。说到人工智能，一会专家会进一步阐述，在我们网络上怎么样来实现这种网络的赋能化和智能化，特别是从目前来看，更为实际是在核心网络，怎么样通过核心网络5G面向服务化的架构，如何通过数据的积累实现资源的调度模式，包括一些管理方面进一步的实施，更好实现端到端切片和一些编排，也是目前业界大家比较关注和重点研究的方向。可能相关还有从手机的角度，包括芯片，包括终端手机的应用。我只是把通信芯片相关的，近期很多手机厂家也都发布了所谓智能芯片，只是在过去的移动芯片基础上又增加了一个专用的计算加速，来支持人工智能相关对算法和计算能力进一步的加强。现阶段，我们还是希望在5G发展过程当中，我们还是希望能够务实低调地去推动，虽然5G引入了新型架构发展，逐步探索跟行业的应用，但是总体来看，其实也面临着很多的挑战，包括投资的技术，以及技术产品的成熟性，以及大量的投资。特别是在移动物联网商业模式和方案的进一步的解决，都需要一个探索期和逐步培养的过程。所以我们认为虽然是打开万物互联的新引擎，进入到新时代的一个起点，目前很多层面还是在产品研发和应用培育的阶段。希望业界对5G本身节奏发展，可能在2020年会有一个很好的把握，另外其实也能够在应用生态构建方面极早做好准备。也希望人工智能可以作为网络，是我们发展重要因素和驱动力，能够推动5G的一个成功商业应用，谢谢大家！

 主持人：非常感谢王院长，王院长跟我们分享了5G标准化的进展，5G研发实验、频谱资源的规划等等，跟我们分享了5G垂直行业，特别是在一些重点的应用场景。最后她也介绍了5G跟人工智能的结合，数据算力、算法三大要素的提升，未来人工智能会更好赋能5G的核心网络，能够推动5G更好更智能的服务。再次感谢王院长。

 下面我们有请第二位演讲嘉宾，是中国联通网络建设部网络演讲处经理王常玲女士，她演讲题目是打造MEC生态圈培育增长新引擎，有请王经理。

 中国联通网络建设部网络演讲处经理王常玲：各位来宾，大家下午好！我今天上午想跟大家分享的是如何打造一个MEC的生态圈，培育增长新引擎。

 整个演讲，我想是分享两个方面的东西，一个就是说为什么要边缘云。还有一个是整个边缘云跟垂直行业深度融合的产业，整个边缘云产业是和整个产业的融合是相关联的。所以说如何打造一个边缘云的产业生态圈，也就是想在这儿跟大家分享交流。

 从边缘云的诞生来看的话，我们来看现在任何一个新事物的诞生都是跟这个需求，跟场景相结合的。云计算这两年也是得到飞速迅猛的发展，但是从云计算的角度来说，整个集中的一个大的计算存储能力，计算结果反馈给远端能力的话，可能不能满足所有行业的需求。刚才也说了未来的万物互联、大数据、低时延等等行业的需求，可能就需要诞生出这么一个产业，就是说我们能够满足更多的连接，更宽的带宽和更低时延，这也是一个运算的数据，我们看到从未来的新的增长引擎，肯定都是聚焦在人工智能、大数据、边缘云、云计算和互联网。我们看整个边缘计算的话也是取得30%年复合增长的数据。从我们对业务需求分类来看，我们可以看到整个我们把业务需求的分类作为消费需求和行业需求两大类来进行分类来看的话，把每种分类来看看业务的需求。我们把消费需求看它主要集中在带宽接入、体验，从行业需求来说，可能整个聚焦是在自动化、远程操作和互动的这一系列，针对不同的特点，我们来看对整个网络的需求，包括运用场景来看的话，整个我们看了无论是在消费互联网，还是在行业互联网这一块的话，对这种大带宽和低时延都有不同的需求。

 目前我们在4G网络上去拓展这种大带宽低时延的话，可能目前的网络不能满足整个行业发展。即便是刚才说的对整个消费行业发展的需求，这也是跟行业一块做的整个的对比，我们可以看到刚才王院长也说了，整个5G部署是要跟行业深度融合的。今年发展上，行业达到的共识也是5G是一个和垂直行业深度融合的产业。5G的部署，可能部署节奏，包括部署周期，可能都会和咱们以往的传统的普遍的通信服务会大有不同。整个部署周期会拉长。部署周期拉长的情况下，可是现在的这种数字化转型，整个需求又会催生在现有网络上，能不能满足大部分行业的需求。我们来看这样展示的话，在我的4G网络上如果叠加一个边缘计算的话，可能对于大部分像AR、VR，大部分这种消费娱乐，大部分的服务，我是可以满足的。就是说我在4G网络上增加MEC的话，我可能会提前做一些5G网络的孵化和应用。整个标准推进上，在ETSI的话，是在2016年就启动了整个MEC平台架构的标准，包括平台的架构、能力的分装、API的调动和行业的对接。在3GPP的话，启动了整个MEC的标准相对较晚，是在2017年启动了MEC的标准，主要是在这种融合的架构上，供应链的随选上面做了整个MEC，在标准层面，包括接口定义，CCSA的话，应该是在2018年，2017年底，和2018年初，也启动了整个MEC标准的制定，SA8组的话，是整个侧重在工业互联网的边缘计算的一个架构。整个架构包括定义，整个的信息模型、数据模型、生产编排、调度还有API的调用，各个维度上来全面定义工业互联网的MEC的边缘。所以说在整个的标准层面的话，包括中国联通，我们也是在今年2月份，也是向ETSI提交了边缘计算和OTT行业的标准。在天津也是打造了一个边缘云的测试窗，来作为整个标准完善的一个基础。

 下面要分享的就是目前我们也是在积极探索的，如果打造一个边缘云产业链生态圈，刚才我觉得，可能是大家所有的共识，未来的这种网络的核心，行业对接难度要远远大于，我们作为一个普遍服务的能力提供者，刚才也在介绍的整个行业的话，我想每个行业都有它的特性，包括可能控制类的行业的话，可能船舶跟煤矿都是天壤之别。整个行业的专业性，第二个众所周知，就是产业链的复杂，不是一个简单的手机上网终端和网络的关系。整个的行业的话，可能涉及到终端设备提供商、网络商、供应商、集成商等各个维度，所以整个产业链变长了，并且这个产业链不是说单纯的一方，无论是单纯的网络提供商或者是终端就可以满足的，需要整个在这个产业链的各端，大家都能全力配合，来满足整个行业。

 另外的话，整个边缘云虽然说网络架构在低层，但是在整个的技术上面也是融合了网络切片等各种各样的需求。另外可能刚才提到的包括工业互联网、政府网，这一块最大的，就是对安全的一个需求。希望在会后能和在座的各位能共享，如何打造一个边缘云的生态圈。我们想一个是行业优先，第二个就是说能够做强赋能的平台。第三个就是我们积极要进行试点，要先行先试，不断试点，拓展商业模式。整个边缘云在构建上面，我们刚才整个提到的就是，一个是要开放，一个是开源，第二个是赋能，整个网络构建上，我们看到整个在开放性上面，采用了传统的云的开放模式，包括通用的X86，包括ARM的服务器，在整个开源云平台层的话，有容器，还有QBNET，都可以构建边缘云的构建，整个是一个开源的架构。我想边缘云几大特点，一个是对无线网来说是要把计算的能力能给赋能出去，在计算的能力，包括咱们无线的定位能力，无线网络的服务能力，等等这些能力都会作为一个标准的功能组件能够开放出去。整个MEC应用的赋能，包括视频的编解码，包括一些车联网，包括AR、VR的一些组件，这样都可以作为一个基本能力能够进行赋能。

 这样的话，整个MEC，刚才也是介绍了一个，还有一个就是MEC对于运营商来说，一个得天独厚的优势的话，对于联通整个计算机行业有接近7万个机房，对接机房也是超过6000多个，在边缘云的打造上面，应该是运营商最得天独厚，可能还有一个优势，除了我们计算网络的优势之外，还有一个就是整个的边缘机房，基础设施的这么一个优势。

 目前联通在今年已经15个省来进行边缘云的试点，在整个边缘云试点中，我们也是聚焦在八大行业，一个就是企业私网，这个是很多企业要求有自己的内部网络，这样员工在上班的时候能够使用自己的内部网络，包括生产组织编排，都可以使用自己的内部网络。另外一个就是发布了一个AR直播，这个是在上海电信展的时候，和诺基亚在奔驰的场馆进行了一个AR直播的发布，现在因为联通也是作为冬奥会的唯一一家合作伙伴，在整个冬奥场馆的打造上面，我们也是采用边缘云的这种方式来进行冬奥场馆的一个各种VR直播的打造。

 第三个就是移动视频的优化，这个我们是在天津，也是和腾讯、网易等视频网站做了一个VCDN下沉到边缘的优化，优化结果，整个下载速率和时延都有了近一倍的提升，增强现实的话，现在也是在和一些场馆在进行合作，希望能用增强现实技术用到浏览、场馆导引等各个行业。在车联网，我想这个可能是面向5G大家都面对的一个课题，就是整个一个车联网的应用，一个赋能。还有工业控制这一块，也是和广东做了整个的，从国家层面来说，包括CCSA会牵头制定整个供应链边缘云的包括架构标准、框架等等各个方面。作为我们运营商来说，目前也是和企业积极合作，主要就企业的工业控制、生产编排等各个方面来进行一个边缘云工业的生态圈的打造。

 视频监控的话，应用场景，我们想现在除了咱们的一些工程之外，像小龙虾养殖基地，对于他们来说被盗被偷都是比较大的损失，但是固定网络的布线，包括布线距离都存在着很大的制约。所以采用移动的边缘云的话能够及时和他们进行一些监控的报警、处理这些。下面希望打造，不做具体的介绍，我们是希望打造的到底我构建的边缘云如何盈利，各方到底怎么来赚钱，我们在整个的和腾讯目前在做的一个VR的视频的直播，整个视频直播的话，包括场馆的及时的展示、安全管理、智能停车、分流，所有我们都可以通过一个边缘的网络，进行整个生态圈的打造。这就是一个企业私网，企业私网的话，是现在各个运营商和各个企业都在深入合作，因为不同的企业，对私网定制有不同的需求，整个目前可能各个企业包括港口面临的困境也是跟WIFI，包括物流，WIFI布局不稳定，所有的我们可能大家这个技术每一项都需要深度探讨，目前痛点比如说用现有WIFI网络痛点在哪儿，难点在哪儿，要解决哪些问题？在详细的介绍，最后想跟大家在最后合作中探讨的，我们到底和商业模式如何来实现互利共盈，我想互利共盈的基础肯定是在我们目前开放的基础上如何能做到互利共盈，这样我们也是列举了探索可能的商业模式。就是B2B和B2B2C不同的商业情景。对于这一块的话，因为现在整个边缘云试点过程中，我们也都是在和第三方应用者在共同沟通，包括门票的分成，包括年租费等等可能的应用商业模式，这一块的话，没有一个成熟固定的一个模式。这个只是说目前我们正在探索的商业模式。

 最后对于整个边缘云的寄语，我们希望依托丰富的网络资源，能够提供一个开放的MEC的生态环境，能够跟各个合作伙伴能够实现合作共赢，谢谢大家！

 主持人：非常感谢王经理的介绍，对于时延带宽等等需求的变化，她也介绍了中国联通在MEC标准化以及实验开展的前期工作，产业生态圈等等方面，联通也是在积极推动，在15个省聚焦八大行业，开展相关边缘云的介绍，同时也分享了联通在探索新的商业模式成功的一些经验，再次感谢王经理的精彩分享。下面我们邀请中国电信技术创新中心总监梅承力先生，演讲题目是网络切片了电力行业应用。

 中国电信技术创新中心总监梅承力：大家上午好，今天我们演讲的题目是5G网络行业的电力行业应用。

 5G网络切片从技术诞生之日起引起了业界的整个关注，目前整个网络切片聚焦点是在垂直行业上，中国电信在切片以及与电网行业合作方面，应该说是起步比较早，今天也非常荣幸有机会跟大家分享这方面研究的一些进展。在介绍5G切片应用探索之前，我想非常有必要跟大家再回顾一下5G网络切片的技术，以及最新标准的进展情况。

 首先介绍一下5G网络切片的概念，5G网络切片主要是面向特定的需求，满足差异化的SLA，构建相互隔离的网络实例，主要是节省用户网络投资、便捷用户的业务上线。可以从这个图里看到，网络切片是一个端到端的概念，从终端到无线核心网以及到业务层面，当然也包括基础的承载网络。当前切片，大家所认可的几个切片，主要是包括EMED的切片，MTC节片，每个切片的网络场景不同，所以网络功能需要按需进行定制，切片非常明显的好处能够实现非常好的一个隔离性，不同的切片可以提供不同的安全等级，每个切片也有自己独立的生命周期，对于切片来讲还有一个非常重要的环节，切片的管理，有一个通用共同的一个切片管理平台，这个平台上可以对切片进行管理、编排，以及对切片进行计费。

 之后开始26个相关，目前的架构切片基本流程已经完成了，切片的编排管理架构已经定义。25的切片标准主要是在SA2和SA6，在26中会逐步支持URLLC，低时延高可靠的业务场景。切片还会对网络切片的能力开放，以及切片与ETC的互通方面做一些进一步的增强。3GPP网络切片架构中，主要有两种主要形态，一种是叫独立切片，所谓的独立切片，实际上就是在SAD的架构之下，网络的功能已经成为一种模块，在提交业务能力的时候，所有的核心网络网源组成一个完整的切片，对用户来讲是共享了一张核心网。这样做的好处是对用户来讲是比较容易能够实现比较好的一种隔离，当然业务成本会有一定提升，还有多切片共享一定的网络核心功能，最常用的功能包括AMF、PCF和UDM，这是关键的网络模块。在用户的差异化方面，主要体现在会话管理的需求上面。与前面相比隔离性会差一点，成本会有一定的优势。形态二应该会是未来主要的方向，网络切片是一个比较复杂的网络技术，涉及到关键技术也比较多，首先就是网络切片用AI来进行识别，也就是关于网络切片选择的信息，目前3GPP明确的切片有EMED，刚才讲到25主要是提供EMBB，26以后是ERIC的切片。切片的每个UE也会签约一个或者多的NSSAI，对于手机来讲可以同时支持8个切片。

 网络切片是一个非常关键的技术，就是无线网络通过识别NSSAI，选择合适的AMF，AMF为用户选择合适的会话管理。在AMF选择好了之后，用户数据库UDM会提供用户的签约信息，SMF为用户分别IP地址，保证对话业务质量。

 网络切片分层管理，网络切片从端的层面上来讲的话，可以分为三个不同的子网，无线子网和承载的子网。这三个子网的话，可以是虚拟化的VNF，也可以是物理实体的PNF，对运营商来讲的话，可能目前来讲核心网控制层面比较明确，就是虚拟化。无线子网和承载子网，以及核心网转发层面上，有可能用VN，也可能用PN，可能后期根据业界的产品的进展以及综合的评估来确定。网络切片之上有一个管理率，主要由三部分构成，CMMF、NSMF和NSSMF，对切片的要求和协同，要完成实例化部署。实现业务需求到切片需求的映射，就是把行业也好，或者用户的需求变成一个切片的需求。

 NSSMF负责端到端的切片设计，把切片的设计变成了子网的SLA进行任务的分解，NSSMF针对具体的切片进行管理和编排，将具体业务的SLA映射成为网络切片的实例，以及配置参数具体要求。网络切片本身灵活性是非常容易快速上线，切片完成使命之后也会快速删除，对切片生命周期管理也非常重要，主要有以下几个部分，包括切片准备、启动、运行以及最终的切片删除。在准备阶段就是根据用户的需求来定义SLA，根据业务的特征来准备相应的切片模板、切片资源，以及给用户提供相应的门户服务。启动阶段就是要明确采用什么样的SLA选定一个具体的切片模板，根据切片，配置相应的切片资源，数据以及路由选择。针对切片运行过程中指标进行监控、维护，然后优化相应的切片资源和路由。

 在完成切片使命之后，针对切片的流程进行一个去激活的过程，切片服务就终止了，把切片之前用的资源进行回收。以上就是切片技术和标准的介绍。下面我们进入到主要的内容就是5G切片的电网行业应用。

 中国电信和华为公司在2017年申请了国家重大专项，就是一个网络切片的国家专项，这个切片当时也认识到，网络切片的研究非常依赖于行业的应用，所以当时在申请课题的时候，也特意邀请了国家电网同时加入了这个课题，希望在这个课题的支持之下，能够做出更多的研究成果。实际上在2018年的1月份，我们三家公司联合在业界首先发布了5G的网络切片智能电网的产业报告，这个报告应该也是业界首个在5G行业的应用报告，在报告里面我们重点针对电力行业的应用场景进行了梳理。主要梳理了四个方向，一个是超高性能超低时现的需求，包括智能电网的配电自动化，精准负荷控制，主动配电网的传动保护这几类典型的需求。

 第二大类是海量物联网终端接入，这是一个上行的需求。它的主要应用场景是AI用电的信息采集，分布式电源接入。第三大类是高清视频的回传需求，包括输电线路的监控，远程巡检，以及AI的远程监控。还有第四类是一种相对比较传统的专网的语音通信包括调度电话、管理电话、远程巡检和应急通信等等。

 下面我们选取相应的几个场景来进一步的介绍，第一个就是智能配电自动化，这个场景在当前分布式配电自动化主要是集中式的配电自动化，可以做到分钟级的，采取的网络是光纤的网络，和LT的专网，网络时延要求是小于100毫秒，问题是相对来讲光纤成本相对比较高，工程也比较复杂，业务上线周期相对比较长。未来有一个趋势智能电网分布式配电自动化这个趋势。它的理想的情况下可以做到不停电的状态，主要的手段还是光纤的专网，我们在考虑5G的技术，未来能否提供一部分的能力，因为5G本身和4G相比具备低时延的特性，而且网络切片能力可以实现比较高安全的隔离性，以及超低时延，比专网的成本相对来说低一些，业务上线相对来讲也比较快捷。

 这是一个潜在的应用场景，第二个场景是精准复合控制，就是在电网故障的情况下，之前的做法就是切除整条配电线路一刀切的一个片区就停电了，实现的精准负荷控制，可以根据优先级，比如说教育、医疗行业可能优先级比较高，来保障单位电力的使用，和其他电荷进行断电。按照国家电网的规范，端到端时延是650毫秒，配电网通信毫秒是在50毫秒以内。在现有的模式下LTE的网络是有困难的，所以在这种场景下，我们希望看看5G网络，在未来能够替代LTE网络，能否发挥5G相应的低时延高可靠的作用。第三个场景是低电压的信息采集。

 当前电压采集主要是通过用户的电表，通过PLC的集中器到网络进行采集，采集的周期是天或者是15分钟以上，处于一个相对比较慢周期的采集。也有一部分，可能采用运营商的ELT的专网来实现，在家里的智能电器方面，并没有进入电网的信息采集范围，在未来这个趋势会延伸到家庭的终端，家庭终端这样的话可能是用户采集终端的规模上面是比较明显的提升。而且在，因为要保证供需的平衡，以及未来可能实现实现分阶段的报价的机制，以及错峰用电，采集上报周期、频率都会进一步提升。NBIOT也好，或者蜂窝网络也好，无法满足这个需求，未来在这个领域会尝试考虑5G的通信网能否服务低电压的信息采集。

 第四个场景是分布式电源，利用电力、太阳能以及电动汽车的充电站，以及微网，尽力新型的能源供应方式，可以在紧急用电的时候，来提供一些相应的服务，来提高整个系统的效率。分布式电源的提供，对于电流的动态变化比较明显，对电网的结构也是发生变化，需要引用新的技术来提高配电网的可靠性和灵活性。主要挑战是在于上升的终端接入，数量有各种各样的接入终端，以及下行低时延的控制，这方面实际上也是5G的强项。在这个领域上5G技术也有一个潜在的趋势。除了智能电网，低电压数据采集，以及分布式电源接入之外，还有5G的无人机的巡检和远程监控的产品，还有应急通信、调度电话这两类产品。根据这两类产品，以及通信时延指标、可靠性、带宽、终端等级、业务隔离、优先级这几个指标，通过讨论，根据每一种场景下的指标做了一个初步的评估，对相应的网络切片，潜在的服务能力做了一个评估。5G切片对电网的意义不仅仅是提供了这几类能力的切片，因为电网目前有蜂窝网络，有3G或者4G的蜂窝网络，引入5G之后，对现有的蜂窝网络是一种整合，可以把现有的2G、3G网络进行整合，与5G网络进行替代，可以简化内部的组网进行管理。

 对于智能电网来讲的话，这个图是从发电到、输电、配电端到端电力系统的一个过程。这个过程中通信网络发挥了比较重要的作用，从远端光纤专网一直到近端的NBIOT网络以及3G和4G其他的网络，都服务于电网的主要的业务。在未来5G可能会在配电和用电阶段会引入5G网络切片，我们前面的分析，可以很好地支撑一些典型的业务场景，比如说在配电环节上面，URLC的切片，来实现配电的自动化，精准负荷控制。用电环节，可以远程进行巡检、线路控制，以及EMTC切片，可以采集用电信息，支持分布式电源接入，智能电网充电。还有电网的员工可以进行语音的通信、典型的切片，语音切片来实现调度电话、应急通信等等。

 以上是对5G切片应用的探索，在研究过程中，我们刚才也讲了中国电信、华为和国家电网，通过专项形式紧密绑定在一起，在这个过程中，我感受到网络技术有很大的不成熟性，后续还存在比较大的不确定性，对端到端实现上来讲，5G本身端到端的实现也没有经过严格的验证，引入电网之后，两个结合起来之后的端到端，也是一个未知数。这部分应该是要开展深入技术方案的验证，不仅仅是实验室环节，要在电网相应的外场环境下要做一些针对性的验证。这方面的技术环节非常艰巨。第二个环节，我们认为模式的研究，刚才联通的经理也讲了，MEC也存在同样的问题，这个切片和电力行业结合的话，最主要的环节就是要跟电网行业，以及设备厂家一起坐下来讨论清楚切片的模块，切片业务的SLA，以及三个公司在切片管理方面如何进行界面的分工，还有就是大家采用什么样的合作模式来共同赚钱，所以这个环节如果没有想明白，或者没有打通的话，对大家开展5G切片的研究和动力是非常大的一个挑战。

 总体来讲就是切片的研究，5G的研究，5G切片的研究，还是任重道远。我们也希望有更多的运营商，包括电网，包括设备厂商能够联合起来，在电网行业应用上大家共同努力做出一些更大的突破，谢谢！

 主持人：非常感谢梅先生的精彩分享，下面我们有请中国中国移动研究院网络与IT技术研究所5G核心网研究员刘超先生，有请刘超先生。

 中国移动研究院网络与IT技术研究所5G核心网研究员刘超：各位领导、各位嘉宾，大家早上好！前面王院长给大家描绘了一个很好5G的蓝图，电信和联通的专家分别从切片、边缘计算方面描述了5G如何和不同垂直行业相结合，来打造合作共赢的生态圈。如何来协同发展，这一切听起来都非常美好，我也是非常赞同这些观点的。但是这里我想强调一点的是，要实现这些难题也好、目标也好，底层一定要有一个与之相适应灵活的网络架构。这就是我今天演讲的主题，软件化，服务化的5G网络架构。我今天主要想谈一下网络架构设计时候我们的一些思考。

 2016年底的时候，3GPPSA2启动了5G网络架构的设计的研究工作，通过一轮又一轮激烈的讨论，终于在去年的5月份在杭州的SA2的第121次会议上终于确立了以中国移动牵头推动的服务化的5G网络架构，并作为了5G的唯一的基础的软件架构。这个架构也标志着移动网络的架构呢走向软件化、服务化和开放化。

 架构我主要从三方面谈一下，第一方面是软件化、服务化方面的必要性，为什么5G的架构选择了软件化、服务化的SA架构，这其中到底是偶然还是必然，第二方面呢，我想谈一下如何一步一步设计成了软件化服务的网络架构，设计成现在大家看到的这个样子的。最后因为5G网络马上商用在即，实现和部署的时候，可能会有一些问题。所以这里我们提出一些我们的考量。

 从过去的300多年以来，人类经历从蒸汽机、电力、半导体、计算机等主要技术为代表的三次工业革命，目前正在进行第四次工业革命，以物联网、云计算、互联网大数据、人工智能、5G等等爆发式等于一些新的技术为代表，从这个图我们可以发现一个趋势。第二次工业革命开始，通信和技术就开始成为引领时代的主角。我们当前所处的时代是一个非常好的时代，而且呢我们从事的也正是唱主角的通信和信息化行业。所以时代的使命感，刚才主持人也强调了，国家的大战略，在时代的使命感和国家的大战略的要求下，我们有责任有义务，必须设计出一个面向未来的足够先进的网络架构来引导整个行业的变革。有人会提出质疑5G网络的架构要不要变革，要不要重新设计。是不是从4G的ETC网络，稍微改一下就要拿过来就可以了，在无线做一些增强，就可以满足大贷款的需求了，我们的回答是必须要重新设计。为什么呢？主要是从这两方面来讲，第一个是现在，大家都追求了以更低成本来实现大流量和大连接。未来5到10年，用户每年网络流量的需求增长150%，网络流量将是现代的近千倍。未来十年，会有海量的设备接入到网络里面，网络连接的数量也将达到500亿的规模，是按照的10倍或者是几十倍，网络的连接种类也将极大的丰富。当前运营商采用的专用网络设备，设备和厂商之间相互绑定，而且现有的网络架构资源利用率相对较低，造成运营商扩建、新建网络投资非常大。

 第二点，是用新技术实现灵活的多样化服务，提升连接的价值。刚才前面的同事也讲到了，面向垂直行业的5G网络有多样性，所以使得网络在内容、对象、速度等三个层面发生了重大变革，需要在流量和应用紧密结合以提升连接的价值。网络服务多样性就要求网络从过去深度耦合的硬管道变为敏捷灵活的软管道，也就是软定义的网络，从而实现流量和应用的紧密结合。要实现这个大流量、大连接，以及多样化的连接，必须要实现5G网络架构。

 到底应该设计成什么样子的呢？我们的回答是要设计为一个Cloud Native的架构。我给大家普遍一下这个概念，翻译过来叫云延伸，也是一个思想的集合，主要包括两方面，从技术层面来看呢，包括微服务、敏捷基础设施等等，从管理层面来看呢，为什么是5G网络的必然选择呢？首先从运营商的角度来看，为了应对面向初级行业的万物互联的需求，5G网络需要以一个敏捷的、可持续演进的新架构，更需要一个走在时代前列，代表当前最新技术，面向未来引领时代发展的架构。而它是当前软件的集大成者，是软件界、IT界最新成果的结晶，所以可以很好地满足5G网络的诉求。这里强调一点的是它并不是把传统的网络功能软件简单地移植到虚拟化平台上，在5G的时候是需要从架构、业务逻辑、系统功能、系统组织和管理方式等等方面都要发生深刻的改变。

 接下来我要讲讲到底是如何一步一步设计成软件化服务化的5G网络架构，秉承着刚才提到的Cloud Native的思想。遵循着互联网化、开放化的设计理念，5G核心网进行了颠覆性的设计，通过基于服务的架构、切片、自由分离等，并结合云化的技术，实现了网络的定制化、开放化和服务化，来支持大流量、大连接和低时延的万物互联需求。5G网络有最重要的三个特性，一个是从架构方面来看，是服务化的，是基于服务的5G网络架构。第二也是前面联通和电信提到的，支持网络切片可以很好地服务于不同的垂直行业。第三是支持分布式的用户变，从而在5G网络设计之初就很好地支持了边缘计算。去年底在中国移动牵头下已经完成了5G架构和主要流程标准的设计。在今年6月份将完成接口协议设计。接下来就启动对已经冻结的R15的标准做一些修正和增强。同时呢，会启动第二版26标准的研究，对网络架构进行进一步增强，具体而言呢，5G架构要实现软件化、服务化或者，第一步是要实现功能的重构、网络化，实现了这种软定义的网络功能和网络连接，3G的网络功能，重构为网络功能这是非常大的变化。5G网络并不是从零开始的，而是从4G网络演进过来的。但是功能上做了一些增强和重新的划分，比4G网络划分的更加合理。举例来说呢，4G的MME其实包含了移动性接入管理、绘画管理还有一个健全的功能。在5G的时候，把3G的，比如说MME，这些和会话管理相关的归能都抽取出来，放在5G里面。

 4G是固定的点对点的连接，5G的时候，大家看右边这个虚线的方框内，每个小方框是代表着一个NRF，相当于4G的网源，每一个NRF之间呢，他们通过的是类似于总线连接的这种方式，每一个NRF都提供了一个接口，和所有控制链其他的网源，和其他的NRF都有交互，这个接口就是服务化接口。重构对于网络架构来说，还是远远不够的，所以这就需要第二步，第二步是服务化的设计，所谓服务化的设计是把已经重构出来的5G的不同的NRF再进一步细分，细分为不同的相互独立的服务，微服务。面向云延伸定义的服务，是整个SBA架构的核心，主要体现在下面三方面，第一个是模块化便于定制，每个5G软件功能，都是由细腻服务来定义的，所以网络可以按照业务场景，以服务力度来定制和编排，这就为刚才提到的切片提供了一个很好的基础。

 第二个是轻量化利于扩展，因为服务化的接口是基于互联网协议的，降低网络配置，对外提供统一的开放的统一接口，这样的话也就可以很好地满足刚才提到的构建这种合作共赢的生态圈。最后一个是可以独立化升级，服务可独立部署，使得网络功能可以快速升级。引入心功能，服务可以基于虚拟化平台快速部署。一方面不仅可以满足快速的业务需要，另外一方面对于运营商，对设备商来说，也是非常有好处的。通过网源功能的重构，以及把网源进一步细分拆分为服务，这两步拆分为微服务以后，不管是NRF服务也好，还是服务也好，他们之间并不是孤立，还是相互之间必须有一些交互通信，底层交互通信机制，就构成了服务化的框架，这个也是整个SDN的核心，通过服务的注册发现和调用，就构建了NRF服务基本通信框架，为5G核心网功能提供了一个即插即用新型的引入方式，这在传统的网络里面是不可想象的，传统网络里面要有一个新的功能实现的时候，必须要实现版本升级或者是打补丁的方式。但是在5G通过服务化架构的引入，提供了即插即用心功能的引入方式。通过服务的注册可以把刚才提到新的服务也好，新增加的NRF也好，注册到NRF里面去。最后一个是服务的授权，运营商网络严格管理的网络，服务提供者或者NRF需要判断一个服务消费者是否有权调用或者发现一个服务。

 服务化架构的第四步也是关系到整个服务化架构能不能立的关键性问题也就是接口的问题。5G网络接口包括好几个层次的选择，从传输层、应用层、API的接口描述语言等等方面，在去年7、8月份的时候，我们联合很多厂商，包括还有一些其他的运营商做了非常详细的分析，最终在8月份时候CT3和CT4的会议上，最终确立了以API为组合新一代的协议体系，新一代的协议提升，大家可以看到是完全有很多优点，最重要的有下面四点我列出来了。第一是采用最新的NT互联网技术中广泛使用的协议，这个是考虑到接口的成熟性。第二个是面向未来实现快速部署，面向未来这种开放的接口大家可以看到，可以很好和第三方行业应用相结合。

 第三个是连续集成和发布系统网络功能和服务，最后是新的融合接口方便第三方的业务调用。从左下角这个图可以看到，移动网络的接口协议，从2G、3G到5G的SD2这个协议，演变过程中都是在朝着更加安全化，更加开放化的方向发展。所以说互联网云化和互联网云化基因，已经深深地融入到了新一代移动通信系统中。R15已经实现了基于服务的网络架构，已经迈出了关键的一步，还是远远不够的需要产业界一起努力，来确保保持和发扬5G网络的先进性。

 目前我了解到的是3GPP在已经启动了新一阶段的架构演进的项目，NGMN关于5G网络架构的增强，第二阶段的工作已经启动，其他的ATF等等也逐步开始介入。总结起来，需要下一步重点增强恩和研究的点主要包括下面四个方面：第一个是优化传统的建模方式，提升灵活性。第二个是扩展服务的概念，大家都知道，就是R15的版本里面，只把控制点服务化了，下一步呢考虑用户面也服务化，这样就实现一个纯粹的服务化的5G核心网。第三呢是行业服务框架的增强，包括选址通信等等。第四个是提高可靠性。前面讲的服务化架构的设计理念，怎么以后不设计出来的，但是5G网络马上商用在即，我也想提一下在实现和部署SBA架构的时候的一些考量。去年我们也参与了二阶段的测试，测试的时候发现有的厂家是基于虚拟实现的，有的是基于现实实现的，都实现了网络架构，也不能说谁对谁错，各有优缺点，但是关于虚基和容器的比较，不是今天的重点。这里我想说的是实际实现时候一方面要考虑技术的成熟性。另一方面要使得网络更加高轻量敏捷。随着容器技术的进一步成熟，容器化可能会成为一个趋势，第二个呢也是一个部署和采购相关的问题。从左右这两个图的对比，大家就可以看到，特别是左边这个图，大家依然看过来发现，5G的网络架构从这么多接口，是不是更加复杂化了，这个说法也对，也不对。怎么说呢？因为从漫游的角度来看，真正需要开放出来的NRF也好、接口也好，不需要那么多，可以分区域，同厂家来部署，只考虑在漫游的时候，把需要开放的接口考虑出来。但是在同一厂家内部和同一区域内部，要保持这种灵活性。

 下一个也是关于部署的问题，因为5G网络部署的时候并不是一个割裂的部署，因为用户是有黏性的，绝大部分用户特别是个人用户都是从4G网络过来的，用户会在4G和5G网络之间互操作，5G网络部署初期，肯定还是一些热点区域，因为是一个一步一步阶段性的部署，所以互操作是必不可少的。为了保持这种互操作的业务连续性，有一些网源必须得设。比如说5G的SMF，和4G的控制网源，要保持IP的连续性。有的厂家会说，当然也有一些其他的公司也可能会考虑，就是说既然有这个融合，4G和5G干脆做一个大融合算了，包括AMF，和MMB之类的这些网源也全部融合。关于这个观点，我们不是很赞同，因为5G网络架构和4G网络架构有着本质的不一样，4G是面对点对点的这种连接，5G是这种Cloud Native的新架构。如果是网络要融合呢，是把这两个完全区别非常大的两个网络生硬地绑在一起，完全丧失了5G网络的这种服务化的，灵活化的这种优势。我们考虑在必要的业务连续性的同时呢，还是要尽可能地发挥5G网络，服务化网络的优势，并保持网络向Cloud Native方向持续演进的能力。

 最后简单总结一下我今天演讲的要点，第一Cloud Native的软件服务化架构，是5G网络的一个必然选择。第二，去年中国移动牵头确立了R15的服务化架构，标准层面Cloud Native架构已经迈出了关键性的第一步。第三从产品层面，去年6月份上海展的时候，我们联合华为展出了业界首款基于服务化的样机。在今年的MWC，我们联合华为展出业界首款5G服务化核心原型机。但是5G成熟了，还有很多的路要走，所以需要产业界共同努力来推动SDA的成熟落地，尽快商用。最后网络架构还需要持续演进，同时5G实现部署和落地的时候，需要考虑到长期演进的能力，谢谢大家！

 主持人：非常感谢刘超研究员精彩分享，构建了这个服务化的原生的网络架构。也介绍了在这个网络架构设计中间的四个步骤，包括功能重构、服务设计、服务框架、服务稳定接口，也分享了中国移动在未来5G商用部署中间的考虑，对于刘超先生的精彩分享再次表示感谢！

 下面我们中国信息通信研究院主任工程师杨红梅女士，分享是5G网络关键技术及标准化进展。

 中国信息通信研究院主任工程师杨红梅：各位领导、各位嘉宾，还有冒雨来听我们演讲的女士们、先生们，大家早上好，下面我给大家介绍一下5G网络关键技术及标准化进展。

 听了前面几位专家和领导介绍之后，我发现我这个5G网络关键技术，大家基本上都涵盖到了，讲得非常专业和全面。我在这里就相当于是给大家做一个小结和回顾。纵观我们移动通信网络发展的历史，我们可以说，我们现在的移动通信网络经历了2G、3G、4G，目前已经步入到了5G时代，在2G时代的时候，主要提供为用户提供业务是语音业务，3G出现了移动多媒体业务，4G解决了用户手机上网的问题。到了5G时代，更多是把用户手机上网的业务体验进一步增强，把一些4G时代之前不能实现的一些业务给，采用新的技术和新的架构为用户能够提供出来。比如说我们现场直播的视频转播，AR、VR以及远程医疗、车辆等等这些业务，在5G时代我们都可以成为现实。4G时代之前呢机器类的设备，实际上是互相之间一个独立的，到了5G时代，就出现了，除了人和人之间的通信，人和服务器之间的通信之外，也出现了物和物之间的通信，人和物之间的通信，就是所谓的物联网。

 可以总结一下5G时代主要的特点就是步入移动互联网和物联网的一个时代。主要有两大特点，一个就是到了5G时代之后，由于我们有了新的技术，所以移动业务的需求，移动业务流量突飞猛进。设备联网的需求，大量的物联网的业务NBIOT的设备，他们需要进行互联，需要进行通信，这是一个特点。我们涉及到了物和物之间通信，涉及到了垂直行业，从通信行业单一的领域可以进化到跨专业的，跨行业的这种领域一起协同来创新，为用户提供更多丰富多彩的服务。

 基于这两方面的特点，我们为了能够使得我们移动通信网络能够适应和满足这些新的需求，所以我们需要新的关键技术和新的网络架构来提供支撑。刚刚刘超介绍了整个思路和部署，在5G时代，出现了NFV和SDN关键技术，由于有了新的技术可以促使了我们能够设计出新型网络架构，能够满足我们刚才提到的那些业务的需求，出现了网络切片、边缘计算以及网络安全这样的一些，能够满足垂直行业的一些更加严苛性能要求的一些技术。昨天听我们主会场上院士们介绍，一个网络里面灵魂是架构，这个观点我也是非常同意的。我们任何2G、3G、4G、5G，任何一个时代的网络，首先我们需要考虑到的是网络的架构，网络架构设计好了之后，架子搭起来之后我们再去完善其他的功能和业务流程。对于5G网络新型架构最主要的特点，核心的内涵就是两个字开放。我们可以看一下，由于我们NFV这个技术，它的特点能够实现软件和硬件的分离，我们能够采用统一的技术测试平台，把我们这个资源分为物理资源和虚拟资源，用统一的接口开放给上层的网络功能调用，对于上层网络功能来讲的话，我们可以把网络功能进行重构，变成一个一个可以提供服务的模块，前面看到的这些绿色的这些模块，我们可以把这些服务的能力，提供给上层的应用，让他们按需来调用和配置自己所需要网络的功能，形成一个动态的这种所谓的切片的技术，来提供服务。

 对于接入层面和核心网之间，采用统一接口，4G之前是不同的接入技术，接入不同的核心网，所以说是一个不算是开放的网络。到了5G之后所有的接入技术采用统一的接口，接入统一的核心网里面去，也是一定层面的开放。还有另外一个开放，就是运维层面，对于前面的这些虚拟资源、物理资源，以及控制平面的这些服务化的功能模块，还有就是转发平面的这些服务器的使用，都是通过统一的运维平面，编排、网管、管理、业务生命周期的管理、策略逻辑的管理等等，都是通过统一接口来进行控制。所以这是5G新型网络架构的一个核心，是基于NFV、SDN这样的技术，利用网络切片、边缘计算、网络安全等等这些新的技术来提供的一个开放的新型网络架构。

 下面我分别介绍一下这三种关键技术，其实前面梅博士还有刘超和王处都涵盖到了，我再简单总结一下，先介绍一下网络切片，网络切片特点就是顾名思义，切片就是根据业务的需求我来切一片网络的资源，组成一个虚拟的网络，来满足我不同业务的差异化需求。到了5G时代，互联网业务种类非常多，终端，我原来只是手机终端或者是ipad，或者是一些功能比较强大的终端。到了5G时代之后，大量这种物联网的终端，功能有的非常简单，只是非常简单的功能，种类非常多，需求也是差别很大。再有就是忙闲时候对于网络资源的需求差异也是比较明显的。还有一个突发的场景，要接入车联网的业务，或者是远程医疗，对突发的情况需要快速的响应和超低时延，业务种类是多样。因此对于网络的需求，从移动性，从承载力，以及低时延要求方面都有比较大的差异。我们就采用切片的技术，需要的时候我们就切一片，不需要的时候我们就把这个切片资源释放掉，通过切片的技术能够做到资源可伸缩。我在忙的时候我可以多占用一些资源，在闲的时候，需求资源少的时候，可以把多余的资源释放出来，网络切片的功能也可以根据业务的需要来进行定制，这是对于网络切片基本的概念。

 网络切片的理念刚才介绍了，我们对于5G网络切片，可以针对不同的业务类型进行按需生成不同的切片，逻辑上是相互隔离的，另外每一个切片生命周期都是自己独立进行管理的，是跨域，传输网以及核心网。这些虚拟的切片切好之后，怎么样能够运作起来呢？怎么样能够工作起来呢？是通过一个网络切片实例的概念，是把这些切片逻辑的资源和之间的关系，连接关系实例化，通过实例化之后，把端到端的这种网络的功能、资源连接关系运作起来，形成一个可以正常工作的一个网络。

 5G网络切片关键技术，提到了，这里可以清晰看出来，正是因为有了NFV、SDN的技术，可以把基础资源和下面的网络功能解耦开放出来，其他的这些工作原理我就不说了。还有一个关于切片管理，是网络切片核心关键技术，是把业务级别的需求，转化成基于NFV的一种逻辑实现，我把业务的一些需求转化成一组部署的，就是可以把它部署的这种文件，以及业务实现的一些文件。实现每一个业务对应切片生命周期的管理，包括切片设计、购买上线、运营，不用之后下线等等这些管理，是通过切片管理的功能来实现的。

 下面再讲一下另外一个关键技术就是边缘计算，刚才王处已经展开给大家介绍的边缘计算的很多关键技术，以及应用。我在这里简单再总结一下。就是MEC它的一个特点叫多接入边缘计算，在网络边缘，在靠近用户的位置上提供IT的服务、环境和云计算能力，也就是说我们把网络能力下沉到核心网边缘，来为用户提供超低时延，超高可靠性，以及更高安全性的一个服务。主要特点是支持低时延、高带宽，另外可以，因为放在鸡蛋旁边，可以把无线网络的信息，比如说位置信息，资源的占用情况，这些信息开放给上层的MEC的平台。另外可以实现本地的计费，对于本地卸载MEC的流量可以单独进行计费。另外还可以基于用户位置，我可以选择接入边缘平台，边缘服务器的业务，我也可以选择接入大网的业务，是通过5G边缘计算业务打造极致用户体验。

 关键技术里面主要涉及到四个方面，一个是本地流量卸载，这是最核心边缘，就是把流量和服务下沉到网络的边缘来，就近提供给用户，这是一个关键技术。另一个就是提供给用户之后，需要有相应的计费和控制的机制，从而可以让运营商和相应的边缘计算服务提供商之间，可以以后形成良好的商业合作的模式。再一个是能力开放，边缘计算，刚才王处跟大家讲了，可以赋能给上层，也可以把无线网的一些，无线的能力、核心网的能力开放给第三方的应用，这是一个关键技术。

 还有一个就是边缘计算技术形成之后，更多的是需要得到用户的认可，让用户去方便使用，所以他可以提供多样化第三方的应用，把MEC和业务平台集成起来、结合起来，形成一些好用的APP，满足不同的业务场景，给用户提供丰富多彩的业务。这也是MEC的功能情况。

 MEC平台架构，我们通过这个图可以很清晰地看出来，也是基于SDN和NFV的技术，把底层的资源开放给上层的能力域，然后再把能力赋能给第三放的应用域，然后统一对功能进行管理。

 前面提到5G网络里面，除了网络切片、边缘计算，还有一个很重要的关键技术是关于网络安全，我们由于涉及到跨领域、跨行业，所以有很多专网，有很多其他的垂直行业，他们对于安全的要求，相对于我们4G网络人和人之间的通信，相比较而言的话，他们会提出更高的要求。所以我们在5G网络安全架构设计的时候，也是考虑到能够采用一种新的架构来实现灵活的，并且高效的，支持多种应用场景的双向健全的网络架构。

 比如说我们在5G时代，前面提到需要兼容多种兼容技术的WPE，还有特有的接入技术，这些不同的接入技术在原来网络中都采用是多种不同的认证方式，但是到了5G之后，我们设计出采用统一的认证的框架，他们基于不同的接入技术，基于统一，逻辑上统一的认证服务器，为他们提供认证的服务。这样子的话，就使得在4G之前，不同接入技术，我们需要进行不同的认证方式，所以他们之间进行切换的时候是不可能连续的。但是到了5G之后，由于我们采用统一的架构，统一的认证模式，使得我们在用户，在不同的接入技术之间进行切换的时候，可以做到无缝切换，使得这种无缝切换成为一种可能。

 再一个是前面提到，梅博士给大家提到5G网络切片很详细工作的原理。5G网络切片非常好，是一个按需生成的，相互独立的，资源可伸缩的，这样的一个机制。但是我们需要考虑的一个非常重要的一点，就是5G网络切片的安全如何来保证。在我们3GPP国际规范里面，对于切片安全做了设计和考虑，分为三个域，这个图里面，大家可以看到一个粉色、绿色和黄色的，来解决不同切片的安全，一个是终端设备和外部的NF之间的安全。另外一个是切片内NF和切片外NF之间的安全。切片里面的NF和切片外的NF之间也要保证通信的安全。再一个是同一个切片内不同NF之间的安全，我们需要详细机制来保证。比如说终端和切片之间的安全，我们通过接入管理功能，实际上是采用一种接入策略控制，应对UE和网络之间的访问层面的一些安全的风险。通过接入的策略控制来完成，切片内的NF和切片外NF分为三个级别，第一个级别是切片内NF其切片共用NF之间，刚才讲到有共用的NF，不属于任何一个切片，需要跟切片内的NF，不同的切片NF之间进行通信，如何来保证它的安全。我这个切片内的NF不允许非法我不了解的NF来访问我。另外切片内和设备外网的安全，我们通常采用虚拟或者是物理的这种防火墙来完成这种切片内和外网设备之间的物理隔离，保证它的安全。再一个是不同切片之间的NF，第一个切片和第二个切片之间NF进行通信的时候，我们如何能进行安全的隔离呢？就是说我们可以采用在划分切片的时候，我们就采用WLAN或者是利用物理隔离的方式已经隔离了。切片内NF之间也不会进行互相影响，一个切片如果产生了故障，这个时候不会影响别的切片的正常工作。

 最后是切片NF之间，不同切片NF之间也要保证通信的安全，这种安全我们一般是通过采用双方的互相认证，就是两个NF我要先认证通过，然后建立隧道的方式，比如说采用安全隧道的方式来进行切片内NF的通信，这样的话从不同的层面来保证了切片的5G网络切片的安全。另外还有一个比较重要安全相关的关键技术，就是能力开放。我们前面提到了很多开放，能力开放，包括网络的功能和无线能力的开放，以及应用类的能力的开放，对于安全领域来讲，5G安全能力也是可以开放给第三方应用的，如果他能够开放给第三方应用的话，对于第三方应用企业，垂直行业来讲，5G安全能力开放给他之后，可以直接调用网络的这些健全认证，这些安全能力，从而可以集中精力和时间来开发属于他自己满足用户需要的业务的逻辑，可以更快速部署业务，满足多种多样的业务需求，对于运营商来讲，可以把他的能力开放给第三方之后，运营商可以把他的能力深入地渗透到第三方应用的业务逻辑当中去，这样的话可以增强用户的黏性，这是安全能力开放，举个例子，安全能力开放可以提供给第三方应用，比如说我可以把网络层的业务，网络层接入认证能力开放给业务层的访问的认证。如果说业务层和网络层互相信任的话，接入层认证完成之后，业务层可以认可这个结果。这个时候可以加快用户访问业务的流程，提高它的效率，让用户的感受变得更好，另外也可以把，比如说我们用户的基于用户卡的一些安全的能力开放给第三方，这样的话就可以拓展第三方应用开发业务安全的维度，提供可靠性更高的一些业务，这是关于5G能力开放的关键技术。

 以上就是我简单总结了一下5G网络新型架构以及涉及到的几个比较重要的关键技术。

 我介绍第二部分是关于5G网络标准化进展，主要是信息类的东西，不同的技术体制是采用不同标准体系的，到了5G之后，都会采用全球统一的技术标准，会满足性能指标的要求，速率达到10G，多样化关键能力指标，能够支持移动互联网和物联网业务的需求，是采用全球统一的一个5G标准。5G标准国际标准制定的规划，ITO已经完成了评估方法的研究，计划在2019年中完成侯选提案的征集，后面就可以做成技术规范，对于3GPP来讲的话，2018年6月份完成了独立组网5G标准第一个版本，可以支持增强基础的要求。在国际3GPP制定的过程中，我们国家的话语权也是逐步在提升，目前来看，我们国家的核心技术，倡导的核心技术，纳入了5G国际标准有这些，包括无线灵活系统的设计，无线技术还有大规模天线，还有接入网架构CODO分离，对于核心网来讲，刚才刘超给大家介绍中国移动主导服务化的架构，另外还有GNR的语音等等，这是我们国家主导的关键技术，都已经成功纳入了5G国际标准。

 架构的优化和增强面向服务化的架构，这是R16想要定义的内容，未来还会继续研究未来移动网络演进，刚才王院长也给大家讲了，数据驱动还有智能化，人工智能等等这些新的技术，会在未来移动网络演进里面进行研究。包括端到端统一的管理，目前切片主要是聚焦在核心网络。对应于前面我们讲的是2018年8月份可以做完这些架构和网络功能，包括移动华QS策略控制等等这些内容，包括接口协议6月份到8月份可以做完，到R16标准计划在2019年完成，主要是新业务5G网络功能的增强，主要研究网络自动化，还有业务连续性，基于UROC架构的优化和增强面向自动化的智能架构，这是R16想要定义的内容。未来还会继续研究未来移动网络演进，刚才王院长也给大家讲了数据驱动，还有智能化，人工智能等等这些新的技术会在未来移动化演进目标里面进行研究，包括端到端切片统一的管理，目前切片主要是聚焦在这一块。

 下面是关于5G安全的标准，5G安全标准也是由3GPP来做的，主要在SA3专门做安全的标准组来做聚焦5G系统安全架构和业务流程，SA3和5G安全相关的问题归纳为了17个，这17个特征分为优先级变成了两个阶段，一个是针对前面两个核心网15，一个是16，时间结构安排基本上也是类似，2018年9月份计划发布，也就是15的标准，重点研究框架结构安全和隐私保护这些专业特征。到了R16的时候在2019年底推进切片安全、开放的安全研究和推进256层的密码算法的研究。这个是关键技术，对于我们国内来讲的话，安全的标准2020推进组正在做，已经发布了一个5G网络安全需求架构的白皮书，目前正在做的工作是在制定5G网络安全技术要求和测试方法实验的规范。计划也是在今年的8月份做完。下面我简单讲一下5G国内的标准，这里写的比较聚焦，聚焦在移动通信网络，也就是我们移动和无线领域里面的标准的规划，计划在未来十年能大胆分成四个阶段，也许根据技术的演进和国际标准演进有一些小的调整，目前我们正在做的是R15，就是我们国内第一个阶段的标准分为两大部分，一部分是总体技术要求，一部分是设备的要求，总体技术要求主要是从业务场景的角度，制定系列的总体标准，另外设备级标准，主要是分为核心网基站和终端，分别制定各自设备技术要求和测试方法以及接口和协议的要求。

 这些标准的制定，基本上是在中国通信标准化协会CCSA的移动的技术委员会来做的，涉及到了不同的专业领域，目前大致理了一下有五组、八组、九组、十一组和十二组，主要做射频相关的标准，十一组是做一些尺寸、天线配套设备，十二组是今天的主题比较相关的核心网的标准，另外总体技术要求又是在十二组来做的。

 对于5G的国内标准我就简单介绍这么多，总之就是说我们信通院愿意和产业界的合作伙伴们一起，来加速5G新技术的研究，推动5G网络的生态建设，以及产业链的成熟，为我们未来网络的发展做贡献，谢谢大家！

 主持人：非常感谢杨主任的演讲，她给我们梳理了一些网络安全相关的技术，同时系统介绍了一下网络国际化的标准。由于时间原因，我们今天就不做茶歇了，下面有请华为公司云核心网产品线NFV研究部部长周艳女士，她的演讲题目是多接入边缘计算夯实5G行业深度，有请周女士。

 01：55：00

 周艳：我叫周艳，我是华为负责云核心网产品线的，我汇报的议题是多接入边缘计算夯实5G行业深度，这个恰巧是利用我们5G网络，在4G行业得到深化，在LT行业要得到更广泛的应用。下面我给大家做一个汇报。

 汇报整个纲要，就是我先阐述一下5G新业务的一些挑战，然后给大家解读一下这个挑战对于网络能力的需求，再通过行业的推广应用来看一下我们如何让5G网络帮助行业。最终我们会发现其实多接入边缘计算，不仅仅是移动网络需要发力，而且跟很多IT运营商和更多的开发者相关，所以我们是需要做第四点有关生态方面的。

 我们先来看一下5G新业务，王院长和很多运营商的主管们都已经介绍了5G新业务有不少的要求。我们可以看到从带宽和时延角度上，我们列举了十几种业务。有的是带宽大概10兆左右就够了，有的是需要1G以上的带宽。时延的角度，我们可以看到在这张图上面这一块，左边这个正方形里面的时延，新的5G是时延是5毫秒左右了，4G网络是紫色圆圈表示，5G是蓝色的圆圈表示。这些新业务，主要是三类主要的需求，一个是高带宽，一类是低时延，还有一类高速移动。恰好是5G所带来的1到10毫秒的低时延，是这个网络的结合高带宽，结合高速移动的分水岭。4G网络没有办法提供这么低的时延，在这么高带宽和高时延的情况下。

 我们从车联网应用来看，这个是3GPP规定的自动驾驶，这是一个例子，后面的车辆C去穿过这个卡车去看车辆A的时候，可能并不知道前面还有一个车。但是我们5G的通过蜂窝网辅助整个的一个驾驶技术，可以把前面的图象传递给后面的车辆，传递的速度就是要求整个大概在3毫秒之内，时延从运营商的角度，我们中国的运营商在大网规划设计和部署上经验是非常丰富的。这个时延跟边缘计算可部署的位置非常相关，我这里给大家整理了一下，当你部署在中央省级的站点中心的时候，数据中心或者设备中心的时候，时延可能要到20毫秒，因为距离就决定了你的传输是需要这么多时间的。当你部署在区域的省市级中心的时候，你的时延可能需要5到10毫秒的范围。当你部署到更加靠近边缘，就是向你的路政系统，更贴近你的区域范围内的时候，时延是有可能，30公里是1到5毫秒的，这也是边缘计算所要思考的问题。边缘计算对于5G的诉求时延的作用，对于5G里头，我们服务于各个行业的时候，我们是需要不同的切片服务能力要求，就像中国信息通信研究院主任工程师杨红梅所说的，我们要对不同的行业定义不同的切片，这个地方不仅仅是静态切片，不是说部署网络的时候一次签约的，而是说我是需要思考这个网络的动态成功变化，会对MEC多边缘计算的位置做出一个动态的建议，就是说我在部署初期的时候，会对这个位置进行一个部署建议，我在后续也不停根据这个网络的走向进行监管和调整。

 这里举了三个例子，一个是有10毫秒的工业切片的控制，还有车联网1到5毫秒，还有VR5—10毫秒的，可以让MEC部署在不同的位置，绿色的MEC的不同位置，这个时候是需要整个5G网络的一个判断，我们的MEC会配合网络的安全能力、可靠性能力和整体的能力，给出这个导向。

 整个多边缘计算，今天开始，或者2014年开始华为在推标准试商用，MEC是一个逐步迭代的过程，我们也列举了几个阶段，不同网络能力的前进，主要的场景就是4G，服务于各种智能穿戴的场馆，以及一些厂区等等，会汇报一些行业应用。5G时代会不断有一些，我们刚才说的一些切片，轻量级基础设施的INS等等，更多的加深我们为AI、VI、远程手术、运城医疗诊断等等这些方面服务。

 前面我们汇报是5G业务的需求，第二个章节，我们要分解对网络能力的要求。首先我们是希望5G帮助这个网络做到即插即用可管可控、可分流、可自费。这个是我们移动运营网络起步的要求，可以做到这几点的时候，就非常方便移动运营商部署在各个地方服务于其他的行业，现在的MEC在右边列举了一下标准功能，实际上各种功能已经逐步在完善，华为不仅仅是在3GPP上和运营商一起在做一些定义，而且我们在欧洲联盟MEC，从2014年开始就是副主席，在推进这项工作。通过3GPP定义一些核心的功能，使得整体的MEC在我们所希望做到的这几点上，目前是不是有相应的能力。MEC对网络的诉求，是要对对接一些视听网络，提供一些边缘智能。以前是一个网关，变成一个部署更低接入网关，但是因为，我们还可以赋予，除了交换分流之外存储计算这些能力，那么它在行业视听当中是具有很好的，就是行业视听当中也是具有很好的应用场景的。我们会对整个MEC进入各个大的行业当中，进入包括ITO当中各种应用，也做一些识别，比方说对于中间的这种，对于中心云方面有一些大规模的深度处理等等这是MEC需要配合的，中间这个层次就高性能的MEC节点，这是各种复杂的应用计算，底下这个层次就是轻量级的IOT网关。这个多接入边缘计算是不是可以可上可下的布局，技术上来讲是可实现的，因为我们所提供的是面向的，你放在中心位置的话，你是一个虚拟化的软件，你可以跑到中心，中间的省市区域，或者放在底下推进用户的区域，对我们来讲，我们设计的是一个在易购平台上的，在各种层次上都有不同竞争力的系列化的边缘计算的场景。第三个层次，对运营商对行业，第三个层次是要方便开发者去开发，将来可以让我们的手机也去访问做一些应用，让应用开发者在上面做一些，不管是设计优化，一些好玩的应用等等，提升互联网的应用一样驻留在上面，都会有网络开放，我们为此而设计了很多的API，这里头有帮助一些应用来调用网络能力，无线网络能力，比方说你的位置，你的流量，你的带宽，还有一些你需要的一些服务保障，以及我们平台上的你发现什么样的软件业务。解读完网络诉求能力之后，帮助行业的要求，列举一些大的行业，这些行业是我们逐步已经在这四年以来商用试点，有些是正式商用的。

 这里头我们讲了一个海外的多接入边缘计算的能力，帮助了固定网运营商，使得固定网解决了无法再别人土地上进行施工接入光纤的问题，我们用这个计算加上移动无线接入网，对接了IPTV，对接了我们无线移动的互联网，就是右下角这边的移动互联网，左边对接是家庭里头的IPTV的机顶盒。所以我们可以看到借助于这个边缘计算的方案，使得移动互联网，使得IPTV网，使得我们本身的无线网络，这些得到了一个回音，使得单用户的流量，运营商的收入和整个分配比较合理。

 第二种应用的案例，就是我们和中国移动这边一起做的，在和中国移动一起做的省公司的试点当中，我们可以看到多接入边缘计算可以帮助时延，获得非常好的收益。下载速率可以提升14—47%，时延分两种时延，往返时延和波动等待时延，分别可以获益12—60%，这个是非常好的一个效果。到5G时代，我们可以期待的是带宽和时延获得更好的效果。视频，在国内安防是非常领先的状况，中国现在已经成为全球非常安全的一个国家，我们为人民服务的监控视频基本上保障了犯罪率逐年下降，包括工厂的监控，所有监控系统，对于边缘计算来讲，可以帮助的是降低对摄像头和网络运营商传输的要求，本地就可以做一定的传输，避免有些时候传不上去，或者传的过多等等的情况。

 提高响应判断处理的及时性，去掉一些视频的冗余信息，可以对视频进行压缩，人工智能的各种识别分析。第二种行业，我们要看到切片，就是正如我们前面中国电信所介绍的，包括一会我们电网专家也会介绍，切片上面，各行各业都会有切片，我们国家的电科院和各省电力研究部门都非常有前瞻性，这几年一直在和华为，在和其他运营商在做电力切片，这里头电力切片里头会有人工配电操作，逐步走向集中配电自动化，走向基于MEC这个多接入边缘计算，能够帮助我们做到分钟级和秒级甚至不停电，MEC可以提供不小于20毫秒的超低时延，这是我们一个配电自动化。

 我们智慧园区这个里面，也是和运营商一起，华为的MEC呈现了一个智能工厂整体的项目，对于办公回传，日常的监控视频，实时巡检，作业当中的实时巡检，还有工业设备的互联互通起到了很好的作用。对于智慧场馆，也是现在去思考的方向，也是华为和运营商一起做的智慧场馆，这个需求就会，我们以前要租一个中文的翻译器、导波仪或者什么的，后面建智慧场馆的时候，这套系统可以挂接你的临时的扫描微信或者扫描什么都可以进行发放你的身份证，可以做一个定制业务，定制一些AR、VR的导播、翻译或者是套餐业务等等本地的服务推荐。不仅仅是提供带宽，业提供了很灵活的计费挂接方案，使得我们智能场馆将来用起来更加方便。

 现在和运营商一起，我们也做了一些，不管是和移动还是联通，我们做了AR、VR方面的合作，这里会有远程智能维修的例子，有些语言表达不清楚的地方，通过实景化的视频，通过远程专家的动作可以叠加在现场真实的，使得被指导人员可以看到专家解入之后的场景，这是AR的远程维修，后续的话，因为5G会提供更好的带宽，我们在发展上面也演示了，华为和很多公司，包括华为自己，华为和美国的宇航局，你可以在现场像登月一样，在这个小屋子体会到和其他几个人互动，递一个砖头等等，非常逼真的感觉。这是混合现实，我们也和德电一起做了远程医疗，这种时候VR是做到了3.6毫秒63兆赫。我们和沃达丰和西班牙电信也做了VR现场踢球接球等等，都是在不到50毫秒，西班牙国王也做了一些现场的互动。就是整个5G所带来的，在AR、VR等等方面非常好的体验。

 智能交通行业，还是比较有优势的地方，在中国我们选择路线是C—V2H。在这套方案当中MEC能够起到的作用，帮助你数据传输基本上，切换时间非常小，自动驾驶的端到端识别，也能够得到保障，这里面会有系列的国有方案，包括推到国际标准当中去，华为在这个领域，就是有一些基本的网络网源，也是华为推动的国际标准。

 汇报了几个典型行业，其实不止这些行业，行业会有很多种，汇报完之后，我希望向大家汇报的是对于多接入边缘计算来说生态真的就是像我们王经理介绍的，是非常重要的，可以用图介绍一下，蓝色表示是设备商，运营商买了设备之后，也是要负责这部分蓝色的东西，绿色是第三方，都是互联网的应用，可以为我们提供各种AR还是广告，还是本地的服务等等的这种。我们可以看到整个图当中，我们是计费，整个网络的管理管控分流等等，运营商要负很多责任的，包括安全。这是绿色的地方，同样是有很多第三方应用，第三方应用入驻上来，可能带来的多接入边缘计算，拉动了，不仅仅是我们前面讲的拉动和FTV网络的互动，更多的拉动是互联网丰富应用的这种互动。这是三方共建的生态系统，为了建这个系统，华为在2014年开始，就不停地在做一些关键技术的分析和实践，也积极去做远程开放实验室，现在也有一百多个伙伴，接入华为的远程实验室进行虚拟化的各种实验。总体来说是希望通过标准、产业联盟，领域的一些像专门的边缘计算的联盟，像领域的一些专家，像车联网行业，或者是其他各种行业电网行业等等来做好领域的示范作用。包括马主任所推进SDN和NFDA联盟，也是做出了很多表率，也在通过产业联盟来联动各个行业。

 这个是开放生态系统当中我们希望做的。在标准领域，我们汇报了5G标准我们介绍的5G标准是做了很多贡献，中国也在里面有非常多的贡献，华为正是我们中国移动背后的很强的支持力量，我们共同推进了这个基于服务化的网络架构在3GPP国际标准的成功，，我们也是欧洲的右边这个绿色大框架当中的ETSI的欧洲标准MEC的副主席，几年前不断推进工作的完善化，我们看到整个把3GPP和MEC两个标准阻止加在一起，是整个功能的完整实现，跟我们前面所说的生态是对应的，生态伙伴、标准产业链的推进，这些是一个系列化的工作。

 3GPP是归并了用户的UPF，还有一些其他的东西，MEC是规定了一些平台管理，如何向移动互联网的应用等等。这一块，我们也可以看到华为不仅仅，不断为5G边缘计算做一些输入。我们从技术角度上阐述一下这个生态，首先我们心目当中的多接入边缘计算，是可以融合的，是可以支持未来多种金融方式的。第二我们可以看到是支持我们的，不管各位是来自于哪里，希望有一个程序，我们是支持你的APP协同的，左下角是支持针对各个行业，各个大的行业我们有六大类40家以上的平台API，来实现APP的自动获取和网络联动。右下角我们将来MEC上的内容，是和我们共有云服务是相互协同的。我们是为专网服务，有一些内容如果将来你所从事的行业，希望你的应用是可以在移动网络工作，也可以在互联网工作。我们要感谢他所负责的，一起来成立了基于我们的一些创意，一起做MEC应用创意推进，现在是由中国移动牵头，联通积极参与，包括电信积极参与在里边共同促进咱们中国的这部分的建设。

 最后我要说的是，为了把这件事做得更好，在9月份会和欧洲同步做我们中国的MEC的开发者大赛，这个目的是让咱们中国的应用开发者或者是各个地方的伙伴能够真正把这个产业用到自己的行业当中去，也欢迎大家的参与，我们希望MEC不仅仅停留在中国产业环境当中，在整个的供应商和政府和伙伴的支持下，用好中国现在的产业优势，华为帮助大家做好多接入边缘之下从4G接入到5G。华为市场份额无论是核心网角度，还是无线接入网角度，是全球的三分之一以上，我们是希望和大家携手，让所有应用能够落在脚踏实地的商用当中，落在各行各业，做出一些实际的贡献来，谢谢大家！

 主持人：非常感谢周女士的精彩分享，5G跟垂直行业相结合是非常重要的应用，周女士系统分析了对于智慧园区、智慧场馆，还有远程智能维修和智能交通的应用，也表达了华为公司愿意与各方攻坚产业生态的良好愿望，再次感谢周女士的精彩分享。

 下面我们有请中国电力科学研究院信息通信研究所工程师杨德龙先生，他演讲的题目是能源互联网5G创新应用，有请杨先生。

 中国电力科学研究院信息通信研究所工程师杨德龙：谢谢主持人，也感谢各位专家的精彩分享。

 今天我更偏重于从垂直行业，尤其是能源电力这个行业对5G应用的角度，跟大家进行分享。我是来自于国家电网中国电力科学研究院的杨德龙。我今天分享主要分为四个部分，首先我将对国家电网公司和我们中国电科院进行一个简要的介绍，第二部分就是能源互联网的发展趋势及未来变革。因为它的发展趋势和变革导致了我们对于先进的信息通信技术，包括5G技术的一个应用需求。第三部分是5G创新应用推动能源互联网的发展，我简单介绍一下我们业务，为什么我们会选择5G。最后是我们一些工作进展的介绍。国家电网公司是全球最大的电力供应事业单位，在2016年和2017年蝉联福布斯财富世界五百强的第二位，中国五百强的首位。我们的经营范围占中国国土面积的88%，我们具有187万，接近200万的员工，服务于我们全中国约11亿的人口，去年我们年售电量是3.9万亿千瓦时，总资产有6000多亿美元，同时也有一些海外资产，比如说在菲律宾、葡萄牙还有希腊、意大利都有投资。国家电网公司范围包括以下几大方面，一个是特高压电网的建设，我们在特高压电网上面交流，最高的等级是1000千伏，直流已经达到了正负800千伏。然后是传统及可再生能源的并网，包括传统的火电以及新能源、太阳能、风电的接入并网。第三方面是智能变电站的运维，我们在传统变电站的基础上利用一些先进的信息通信技术。比如说利用我们的巡检机器人等等，去对变电站的运维检修进行了一个升级。

 第四个方面是农村与城市配电网的运营，将我们的电压送发电厂输送出来之后逐步降低电压等级，最后输送到广大城乡千家万户，之前我不知道大家有没有关注，国家电网公司跟中国铁塔签署了一个战略合作协议，共享我们的电力杆塔，在电力杆塔上面可以做一些事情，把他们一些通信基站放在上面。因为我们国家电网的运营范围，人民的生活离不开电，已经延伸到了每家每户，现在可以说在我们中国范围内，除了无人区之外，有人的地方都是通了电。下面是电力调度与自动化交易，主要是实现一个电力供需的实时平衡，用我们调度系统去保障它。电力营销和计量，各家各户用的电表，充电桩，还有电商公司的线上的电力的推广，还有我们一些第三方的APP，比如说用支付宝或者是微信，也可以缴纳电费等等。

 下面是对于中国电科院的简介，我们成立于1951年，是国家电网公司直属科研机构和技术中心，也是中国最大的电力多学科机构，涵盖了电网稳定分析与控制，特高压电网建设、信息通信领域研究，我们院也有多个专业方面的国家重点实验室和国家工程实验室，在依托这些实验室基础上，我们开展相关的研究。

 第二部分是能源互联网发展趋势及能源变革。能源领域的变革方面，传统的能源供应体系，由能源生产端到能源的传输端，再到能源的消费端。能源流是从发、输、配、用这几方面是单项不可逆的，而能源生产和消费变革目前趋势使得能源革命就从功能形态上向能源互联网演进。能源互联网包含互联互通、供需平衡、优化互动，而能源形态也呈现了一个电能、热能、新能源等多种形态的介入，用能和新兴负荷蓬勃而生，储能也大量介入，基于交易和需求响应去驱动。电网连接能源生产与消费成为能源输送和转换利用的网络枢纽，在能源互联网中处于中心的环节。这张图是能源户王简要的一个阐述，下面向大家介绍能源互联网主要内涵。

 能源互联网主要是源、网、荷、人等各能源参与方互联的基础平台，能源参与者可同时具备能源生产与消费的双重身份。通过能源流、业务流和信息流三流合一，实现互联网的双向交互、对等共享及服务增值。常规能源包括热点厂、煤、石油、天然气，以及水利、风能、太阳能这些可再生能源，还有我们所谓的垃圾发电，这些绿色能源的介入，与负荷与人之间的交互是双方交互，实现一个服务增值。

 与传统电网相比，不仅仅是能源输送，还包括了业务流和信息流，这个信息流更主要的是为了服务于能源交互过程中的一个，达到一个实时的平衡，资源的优化配置，而与传统的互联网相比，能源互联网不仅实现了人与人，人与物的互联，实现的是人、物、能源、终端之间的一个广泛互联，引发并满足更多互动需求，创造了一个全新的价值。

 下面我介绍一下能源互联网三大主要特征：第一个是新能源、新业务的大规模介入，新能源包括太阳能、风能、分布式储能等等，我们有电动汽车的充电桩、智慧园区和智慧家居等应用。新需求就包括状态监测、泛在感知和闭合控制等等。第二个特征是控制由局部向全程拓展，输变电控制向分布式电源和用户侧末端扩展，控制节点由原来的10万级扩展到百万级，时延从准实时逐渐向实时方面提升了要求，控制的频次逐渐提升。第三方面是信息采集爆发式的增长，首先是我们国家电网拥有4.5万亿的电表，这个电表与电网的互动就有一个海量的数据，还有其他的非计量方面信息的采集。

 基于以上能源互联网的特征，滋生了对ICT技术新的需求，能源互联网的业务变革，需求大幅度，要求大幅度提升信息通信对电网的支撑能力，需要高速多样实时实现全面感知和全程在线。未来的能源互联网中的一些应用场景，包括能源开发方式的变革，比如说可再生和分布式能源大规模的介入，能源配置方式的变革，比如说大范围优化配置和统筹平衡，以及能源消费方式的变革，比如说供应商和消费者，他们是具有一个双重的身份的，进行能源交易，我们每个人可能既是能源的消费者，也可以是能源的提供者去发电，还有生产生活方式的变革，低碳化、智慧化，各类公共服务和增值服务，这些所有的变革就要求对信息通信的泛在性、开放性、可靠性和智能性提出了新的要求。

 这些新的通信需求，需要什么去实现呢？我们在能源互联网的资产管理方面，在发电环节有更多的能源介入，输电领域，输电线路逐渐实现了一个全线路的实时监控，需要广域的网络连接，配电领域，配网逐渐控制，由10千伏向0.4千伏扩展，连接节点也是千万级别的。用电领域，我们有4.5亿电表的高精度的抄表，需要新一代的介入技术。

 综合以上的要求，无线网络是我们最佳的选择。尤其是具有高安全、低时延、广覆盖、低功耗、全连接的无线网络技术，随着电网的全连接化发展，将发挥经济灵活、泛在优势，在能源互联网建设中长期存在，并发挥越来越重要的一个作用。

 第三部分是5G创新应用推动能源互联网的发展。在能源互联网的无线应用场景中，我能从发、输、变、配、用和调度这六大方面，分别有以下的场景。发电领域有新能源、预测与状态的感知，输电领域有输电线路的状态监测，和无人机的巡检，变电领域，我们有变电站的智能巡检和运维，配电领域有配电环境综合监测与故障定位，精准负荷控制等等。在用电环节呢，我们有用电信息采集，主要是电能计量表，还有智能家居，也就是之前专家提到了，对于我们家里的家用电器的一些用电数据的采集，我们称之为随器计量，直接能够判断某一家用电器，在某一时段它的用电信息，进而去分析我们用电器的用电行为，为我们用户做一个，和我们这个电网公司做一个决策考量。

 还有分布式能源与储能，充电桩。下面我列举了几个主要的电力业务，列举出了他们对于无线网络的通信需求，可以看到在表格中，配电自动化、用电采集、精准负荷等等这几个不同的业务，他们对于通信的指标，速率、时延、连接数、可靠性等这些方面是各不相同的。但是呢，总体指标要求呈现了一个带宽增大、时延降低、可靠性提高，并且在以上这些要求的情况下，我们公司也是想去降低成本。电力无线网络不仅需要满足当前不同业务的通信需求指标，还需要持续演进，支持未来业务的发展。我们认为5G网络是我们未来发展的方向。

 为什么要选择5G呢，要从电力业务的需求，以及5G网络的特征上去分析一下。电力业务，主要是分了四类，有采集类业务，特点是广泛分布、海量终端，就是实时控制类业务，低时延，实时控制类业务特点就要求超低时延和高可靠性，这也与我们5G其中的UR、LC高可靠、低时延是天然契合的。还有物联网类的业务，比如说电力的资产标签，这个特点就是海量终端广覆盖，可能需要的带宽并不大，但是海量终端，就是一种应用于互联网的场景，与我们5G的场景也是契合的。我们可以看到网上这些业务上面的雷达图，他们对于不同的通信需求，不同的通信指标需求是各不相同的。而总体他们对于无线网络的需求呈现了一个超高安全隔离，超低毫秒级的时延，以及超高可靠性和大规模互联网应用的特征，这与我们5G的关键技术、网络切片技术是天然契合。我们不同电力业务的QS电力保障，以及我们电网当中要求业务其业务之间的一个相隔离的这么一个特点，就催生了我们对于5G网络切片的引入。5G网络切片技术在电力行业的应用，刚才也有专家进行了简要介绍，我就不说具体的应用的原理了。我举了两类业务，一个是用电业务，和配电业务，可以看到他们在连接数、可靠性要求、时延等等是各不相同的，而他们的业务特点不同，QRS服务质量保障要求也不一样，这也与IG网络切片技术，具有的这些可以根据业务的应用特点来按需定制，这样能更加优化，合理分配网络资源，区分通信指标的一个差异化，而且5G另外一个关键技术，MEC关键技术，对于我们时延还有处理能力上的要求得到了一个提升。

 下面我介绍一下中国电科院在5G相关工作进展。今年的2018年年初，我们电科院副院长参加了在世界移动通信大赛，并在GTI国际产业峰会上做了主旨报告，在发展上，我们也配合中国移动与世界移动通信大会相关会展做了5G智能电网行业应用的沙盘展示。我们也加入了IMT—20205G推进组，在推进组和中国信通院联合举办的绽放杯5G应用征集大赛上，我们和中国移动联合申报了项目。验证5G端到端切片技术的可行性，这个是依托于我们和中国移动有一个联合实验室，我们在这个实验室当中是搭建了测试的环境，并把我们一些电力的终端，去进行匹配，去支配验证。后续可能会出具一些测试的数据结果，最终计划输出5G网络，在电力场景的应用示范报告。

 我们也联合电信运营商，通信设备商共同开展了5G技术在能源互联网中的创新研究及实践验证，这个已经开展了有近两年，我们主要做的工作。联合华为公司，在智能配电终端、用能终端、高密度服务器、电力无线专网以及5G演进路线等领域开展了深度合作。国家电网公司建设自己的4GLTE无线专网，但是现在没有完全建成，我们在后续的5G的演进方面，也已经开展了相关的研究工作。与中国移动、华为公司共同承担了我们国家科技重大专项，面向质量可保证的5G端到端资源调度以及研制验证，这是2018年到2019年刚刚申请的。和中国移动、德电、华为、通用电器、大众联合发起了5G网络切片联盟，并发布了垂直行业应用的白皮书，在白皮书当中电力应用相关，是我们采用撰写的。后续我们也会参加5G网络切片联盟的会议，在本月下旬，我们去意大利还会参加一个会，在这个会上我们要具体研讨的是怎么去发挥5G网络切片联盟的作用。我们国家电网作为垂直行业，如何输出我们行业应用的配置，与我们联盟紧密合作，把我们应用做推广的同时，也寻求一个和运营商之间合作商业模式上的探究。

 全球正在发生一场前所未有的能源革命和数字革命，绿色化、智能化和互联网化成为了变革的共同主旋律，在这场变革中人人都是参与者，全人类都将从中受益。中国现在正全面地推进能源生产和消费革命，国家电网公司积极拥抱并把握能源革命和数字革命深度融合的一个趋势。以建设具有卓越竞争力的世界一流能源互联网企业为新时代战略目标。构建融合多能转换技术、智能控制技术和现代信息技术的广泛泛在开放共享的能源互联网。这其中5G技术是我们重要应用的，我们希望探索5G+电力创新应用，利用5G包括在内的新一代信息通信技术，支撑能源互联网建设，真诚欢迎业界的各位朋友与我们广泛合作，共同推进5G产业链的蓬勃发展，以上就是我的演讲。

 主持人：非常感谢杨先生精彩演讲，他深入分析了能源互联网对ICT技术新的需求，提出了一些新需求，也阐述了结合能源业务阐述了最大的业务场景，典型的应用场景，对于通信技术指标的一些要求，再次对杨先生分享表示感谢。

 今天上午论坛最后一个演讲嘉宾是赛特斯柔性基础网络研发部总监李晏先生，演讲题目是固移融合—边缘网络领域的探索。

 赛特斯柔性基础网络研发部总监李晏：谢谢马主任，谢谢一直等到现在还没有离开的各位听众和专家们。

 我今天的题目是固移融合—边缘网络的探索。之前我参加的论坛，大部分都属于SDN或者是NRF的领域，今天第一次进入5G的论坛，我借着5G边缘网络的技术，提出在边缘网络方面赛特斯的一些想法。

 固移融合，不是一个新的概念，2005年、2006年大家都在提这个固移的融合。目前随着这个5G的一些标准化的技术的展开，边缘计算的理念更加深入人心，对于边缘网络也提出了新的诉求，所以我们认为在这个边缘网络的情况下，固移融合是可以赋予一些新的内涵，并且可以加速它的落地。这一页来自于AT的白皮书，梳理了网络、终端以及计算服务的演进。可以看到第一代的个人PC通过私有化的拨号连接，连接到私有网，那个时候还没有真正的网络。接着我们有了款待接入技术，把各种服务放到服务器上，第三代就是目前处于的阶段，大量的智能终端，通过LTE、WLAN连接到了云资源上，也就是大量业务上云的状态。运营商在第三个阶段，大量应用云化上面有一些落后，我想最后一个将要到来的5G时代，运营商有它的网络，基于网络部署，更加好用户体验的层面，运营商会有天生的优势。

 这个是赛特斯准备要执行的，或九说是后面在计划中想要做到的什么边缘计算的架构，我的另外一个同事会在物联网的分论坛会详细讲这样一个架构，我讲三点：

 第一点，赛特斯今年已经跟清华大学以及南京市政府，融合成立了工业互联网的中心，正式进入了这样一个工业互联网的领域。第二，赛特斯以往很多技术积累，路由平台，连接、传输技术、无线技术，包括我们的云平台的一些技术，同样在边缘计算的领域，能够融合成更加先进的，更加轻量级的边缘计算的平台。最后一个整个是规划里头是并不是说赛特斯一家来做，会依托于边缘计算的研究中心来更多的，和我们的合作伙伴一起来进行发展。

 从网络演进方面边缘计算，我们把边缘计算作为一个切入，更关注网络，边缘计算需要网络上支撑，事实上在网络的演进过程中，是一个不断的有融合，不断有细分的过程，细分方面网络是于是乎服务化，微服务化，后来使用NFV把软件和硬件解耦，同时网络更多得用一些切片技术业务运营技术能够给应用做更多的协同。大方向上也有很多的融合，我们会通过统一的编排来打破原来各种各样的业务子系统，我们会通过边缘的一些演进，把大量的业务都集中化，网络本身是离散和分布式的系统，我们把这个系统越来越集中到我们数据中心里面去。同时云网协同和融合一直是运营商讲的东西，通过我们技术手段，在细分的网络和业务的架构基础上，来达到一个融合和协同的目的，最后就是我今天想要稍微聊一聊的。融合和细分最后会在边缘网络这个场景上进行一个统一，大方向上我们会追求一个统一的平台和服务，在细节的应用容量的处理上，我们也会通过分布的部署，多级边缘的部署，把我们识别分流切片的技术，要使得网络能够给用户提供更好的服务，简单梳理一下我个人对于固移融合的理解。

 固移融合2000年左右就开始提，三个领域，网络融合、业务融合、终端的融合，现在边缘计算或者边缘网络的场景下，请允许我给改为终端的融合，原因是现在这个时代，大量用户定制化的终端，大量高体验实时娱乐各种各样的终端，这个是很难融合的，怎么进行网络融合，怎么把固移融合融合在一起，更多提倡在平台和服务端，在边缘节点上做。业务融合的范畴，或者说概念跟业务没有太多的区别需要统一的认证帐单计费和统一的入口，要保证业务的连续性、一致性，能够支持各种漫游这样的业务，用户的数据，原来固网和移动网数据是大相径庭，在这种场景下，实际上我们已经看到了很多融合的契机，比如说著名的INS系统，信息需要在子系统之间进行同步和实时交互。网络融合是相对可鉴的，有IP承载，边缘有多业务接入的适配，我们要支持业务链，不管是移动网还是固网上，要拆分成细节服务，用FDN集中调度流量，种种我就不一一读了。平台上呢，也需要做一些事，也就是业务云、管理云、通信云所谓的三云合一，或者说一体化的这种云平台，是需要标准化的。边缘平台的安全性，可能会成为一个安全的瓶颈或者冲击点，平台上会大量集成深度学习、大数据之类的技术，前面也说到了终端很多都是不可统一化的，对于终端的管理，也可以在这个平台上，把终端的部分功能虚拟化，平台上能够实现易购终端的能力，最后数据的可视化就不讲了。

 在工业互联网领域有大量实时协议，就着现在主流的一些移动和固网接入大概划了一下，边缘的节点，在移动场景下大部分会下沉到基站附近，少量会下沉到节点PTN这样附近的机房来进行部署。固网现在有的，当然工业互联网场景，我现在没有划出来，会下沉到车间，或者靠产线足够近的地方，城域网上基于无线AP部署一些边缘的计算，会基于接入汇聚边缘，放一些ORT设备的地方，把ORT虚拟化做一些边缘的部署。同时在核心机房也可以做一些下沉。

 前面讲了网络的结构，对于边缘网络，都会有一些诉求，网络本身是很朴素的东西，不管讲什么切片也好，细分也好，一般来说到最后落地的时候，都会有一个比较实际的东西。我大概总结一下，可能不一定全面，首先是一定需要的是报文分类，在网络切片之后，会对不同的应用打上不同的戳，边缘再处理这些报文的时候，肯定是要对一种高效率协议识别，能够进行分流、标记或者业务卸载这样的报文处理能力。同时不同德保文也需要用不同的服务。第二是链路保障，对于核心有核心的链接方式，对于边缘接入层也有不同的方式，在链路上怎么来做这种流量的保障，可能会有一种QS这样的技术，会做这种链路的自适应，比如说某一条链路发生故障，需要做准实时的切换，以及各种各样介入的在平台层面功能的屏蔽。最后当边缘数量很多的时候，边缘和边缘之间的连接就变得很重要，我又提了一个路径优化，首先边缘和边缘之间的流量需要可视化，边缘和边缘之间需要智能选路，同样的这种对接协议上是需要有标准化的，最后基于运营商有一些是网络需要做一定的协同。简单划了一个把网络方面的诉求简单再稍微展开一下，这个是一个介入协议的支撑，与多层汇聚，主要讲两点：

 第一个是涉及到最后的物联网领域或者工业互联网领域，我们的接入方式会非常多样化。其次呢，对于这种多样化的接入我们需要分层去处理，因为每一层的实验要求和可靠性要求都是不一样的。赛特斯在这个上面定位了几款不同的边缘网关、智能网关，包括边缘云的产品来提供这样的低时延、高可靠的保证。刚才华为的同事也提到过，在各级边缘上使用统一的平台来处理，这个我非常赞同，不管是轻量级平台还是重量级平台，最终在技术方案上要有所融合。提到边缘计算，所有专家在聊的时候都会讲到网络切片这个话题，赛特斯不想就端到端整个网络切片来大发议论，以我们的体量不可能做所有的事情，我们关注的就是在我们的边缘网络结点上怎么应对网络切片，对业务的细分。同时我们需要在这个平台上需要有基于容器的也好，这样的容器支撑的，我指的容器是宽泛意义上的容器，对于各种容器的使用、创建、生命周期管理、销毁，原则上应该是兼容的和没有太大区别的。

 最后各类设备的体量是不同，下沉在某一个节点可能会有不同体量的设备，第一个是风孔级别，下沉到极端的用户的地方，可能会适合一些特殊的协议。刚刚提到了在边缘节点上怎么来应对这种多应用、多网络切片的场景，我们的解决方案是基于芯片，这款芯片和带来网络芯片的能力远远超过所有的控制器，和SDN的交换机，用今天的解决方案是比较偶然的存在，突然发现用这样的芯片，结合边缘的云平台来做这种业务链部署，来做网络切片的支撑，来做报文的分类是非常合适的。为什么合适呢？首先容量很大，第二个时延非常低，而且非常稳定。第三个是完全可编制的，对于赛特斯这样纯软件公司来说是非常合适的，最后所有下沉到上面的业务能力都能够实时修改，我什么时候要换一个业务链或者业务模式的时候，我可以实时下载我的网络应用。

 简单举一个业务场景，在控制器中，我们会有一个SFP的一个策略，来制定在这个上面到底有多少业务链存在，有多少跳，每跳怎么走。之后我们会把这个转发的券下发到芯片的交换机上，通过前置的报文分类，当然我们的用NSH计算的，用多少可能会知道，每个会有一定的空间，离散分布在这个里面，也为了共享更多的空间。基于这样一个场景，我们可以实现一个非常实时的，整个链路跑下来只需要1毫秒到2毫秒的时间，把5到6个节点业务链跑完，我们认为这种架构是非常适合边缘计算的。比如说芯片的体量，对于某一些边缘的场景显得太大了，同时QS的支持，线速的支持，计费能力是有欠缺的，必须要进行协同，可以更好支撑我们边缘网络和边缘计算场景。这是一个边缘网络各个集结点之间的协同，4G中用这样传输技术来做的，对于传输技术现在也有一些SDN的解决方案。同时在汇聚边缘上肯定对于这一点，不管是边缘平台也好，还是物计算也好，都有一个清凉剂的SDN控制力，也会有SDDC整合的解决方案，这三者之间怎么进行协同，是一个比较值得探索的，我个人认为是比较值得探索的话题。当然中间的基于回传网的BPN的技术，如果有一定延伸的话，可能可以泛在兼容一些其他技术，跟一些身份做一些回传网和边缘节点之间的基于SDN业务平台的整合。当然回传网目前的状态，基于现有的网管平台做一个泛SDN的解决方案，不管是怎么样，在平台层面屏蔽这些差异，把控制器之间做一个整合是有必要的。

 网络层面最后一个话题是边缘节点的选路和优化，赛特斯摸索了很久，最后发现目前我们实现了基本的功能并且可以在边缘节点和节点之间进行流量调度和智能选度。刚刚讲了网络层面的东西，这个有三个方面，平台层面的东西，在网络方向上来看，赛特斯在向之前提出的网络操作系统的框架上再走一步，像管理一个PC一样管理整个网络，在管理传统网络设备、PAD设备，包括虚拟化的这种转发面上面管理这种通用的适配，这种设备。同时上面会有基于各类协议的设备总线，我们会基于LS、PEC管理的设备，内核层的核心，我想最应该关注的就是一个SDN控制器内核和NFV的编排。在系统层面我们可以看成类似于操作系统内核之上的应用层接口，会有服务对策，系统的日志等等，提供应用层的微服务框架，服务高可用的框架，这样的东西提供应用层的，虚拟化网联，主要是控制层面的，而不是转发层面的。延伸开来还有其他的第三方应用，最后是一个接口层，或者是提供基于COI。

 最后我想提一下，这个平台在这儿，这个框架也在这儿，会大量借鉴现有开元的生态社区，跟合作伙伴进行深度的合作，后来完成这样一个中长期的一个架构规划。对应用来说是刚需，目前据我所知，还没有能做得非常好的一些案例，所以赛特斯目前的目标也都是在一些细分行业里边做一些业务突破，这是一个整个的业务布局，当然并不是所有都做的，一个是工业控制领域，一个是智慧农业领域，一个是智能教育领域，我今天跟大家做一个汇报和分享，谢谢各位专家！

 主持人：非常感谢李先生给我们带来的分享，他从赛特四公司的视角，给我们介绍了一下固移融合场景下业务融合、网络融合和平台服务融合的理解，也介绍了赛特斯在相关领域的产品的布局和一些开展的研究工作。今天上午的5G分论坛到此结束，非常感谢到会的每一位嘉宾的参与，非常感谢大家，谢谢大家！