2019.5.22 主论坛：未来网络全球发展战略（上午）

 主持人：我们今天主题发言的嘉宾一共有8位，第一位报告是邬贺铨院士，题目是《网络体系变革的思考》，掌声有请邬院士！

 邬贺铨：尊敬的各位领导、各位专家、各位来宾，早上好！很高兴来参加未来网络大会，我的发言题目是网络体系变革的思考。

 我们先看一下现在运营商的情况，网络用户数的红利渐行渐远了，网民普及率，去年年底是60%，移动通信普及率是112%，北京到了184%，现在固网，我们看中间那个图，这是移动宽带普及率超过了90%，国家固网家庭宽带普及率也接近90%，而且在固网里头，中国的光纤渗透率是最高的。右边那个图是2016年的数据，当时只有80%左右，今年国务院要求，今年光纤到户占宽带用户比是90%，300个城市要部署千兆宽带接入网络。左边那个图是移动的，这边是移动数据的年流量是绿的中线，蓝线是每个用户每个月的流量。可见增长是很快的，去年是前年的2.6倍，整个来看，我们固网和移动宽带普及率在接近饱和了，电信用户数的发展，已经接近天花板。

 网络运营效率不高，整个资源利用率是不高的，整个运营商IP骨干网利用率只有70%左右，有些数据中心的利用率还不到30%。因为什么呢？整个流量峰值和均值差很多，往往为了网络不堵塞，按照峰值设计，平均的时候流量利用比较低，像阿里、微软他们是削峰填谷的办法，谷歌和微软利用率是90%左右，利用率高资费就低一点。2016年起，OTT承担的部分超过了运营商承担的部分。其次是运维效率问题，传统的运维的方式不便于操作，发现故障定位故障比较困难。现在运营商运维开支比投资开支还要高，现在是3倍以上。

 能量效率比较低的，我们基站的能耗不可能按平均的按闲的时候给配置，所以往往是浪费的，我们没有办法关掉空闲的基站、窄波，我们根本没有掌握什么地方是空的，什么地方不是空的。运营商的电费支出占到网络运营总费用的16%，你可以看到中国移动的资费已经是，差不多接近1天1个亿的电费了，所以应该是比较高的，电信是蓝色的，联通是红色的。

 所以网络运维必须要智能化，实现对业务流量，还有运营商的剪刀差越来越大，就是我们固网宽带平均接入宽带和宽带下载速率，从提速降费以来，整个网络每兆资费下降了92%，现在的资费只是当初的8%，现在1兆已经到不了1块钱，只有几毛钱了。移动通信也一样，不到5年，移动通信的单位流量资费下降了90%，现在实际上也是1块多钱了，整个固网流量资费下降速度，移动流量资费下降速度，比摩尔定律还要快。

 底下这个图，红线是电信业务收入，蓝线是电信业务量，绿线是剪刀差，2018年差值是130个点，可见越来越厉害。当然国务院要求今年，对中小企业宽带平均资费还要降15%，移动平均流量资费还要降20%。运营商需要从流量经营转到价值经营了。

 我们看看去年财富杂志发布的2018年世界五百强，中国移动排在53位，相对前一年下降了6位，中国电信排141位，下降了8位，中国联通排237位，下降了32位。中国五百强企业营收平均增幅18%，运营商的平均增幅3.19%，企业净利润平均增幅，中国五百强企业平均24%，运营商是5%，BAT是8%，前年市值运营商1.8万亿，BAT是6.6万亿，前年跟2016年比，运营商市值减少了15%，ABT增加了43%，我们三个运营商加起来可能也就等于ABT其中一个而已。我们电信通信做了很大的贡献，在信息消费里头，你这个贡献有多大呢？绿线是消费，整体的评价影响。蓝线是电信业务收入，蓝线这么多年来变化不大，绿线变化很大，整个电信消费占信息消费的比例是越来越低的。2020年下降不到四分之一了，电信运营商对信息消费的贡献率在快速减弱。

 应该说现有的网络体系和运营模式，已经到了非变革不可的时候了。网络怎么变，我们看一看历史，七十年代25分组交换面向连接，当时只考虑数据的应用，同期很快出来IP，分组交换无连接。开始的时候只考虑数据的应用，现在呢？什么都做了。实际上在这期间，还出现过TM，是分组交换面向连接的，但是是等包长的，面向全业务，市场很理想，但是当时很复杂，最后输给了简单而不理想的IP了，IP为什么会成功？它设计之初仅考虑了支持无连接数据中心，这一点是原有网络的弱项，而且当时数据通信占网络的，无论流量还是收入，占比都很少，改造这个东西影响很少很少，没什么损失。

 而且IP是开放的架构，整个网络上都可以运行，对底层没有特殊的要求，因此很容易生存。互联网开始规模不大，也没有商业性的压力，一下子IP就站住脚了。现在来看，网络越来越复杂，IP还能继续吗？现在有演进路线是继续走IP的方式，针对新的问题，用修补新增协议方式。应该说IP设计的时候，并没有考虑画质和视频，还是可以适应的，不过网络越来越复杂，这种修补打补丁的方式是比较难管理的，而且开销比较大，效率没那么高，我们更希望寄托于革命路线，用颠覆性的技术来更新现有的体系。

 2005年美国坚米（音）计划就是这么想的，追求过于完美。现在这个网络这么大，怎么在大网上来验证，现实网很难让你验证，一个试验网又不具有大网的条件，也没法验证，至今没有取得实质性进展。现在互导SDN和AFV了，我认为，目前也别企图全面改造所有互联网，还可以考虑从部分改造，我认为移动目前流量占比还不高，特别是5G现在新出现，可以以5G作为网络变革的切入点。

 当然5G网络体系有这几个特点，一个是转发模式的多样化，既可以在第三层做路由器，也可以在第二层做交换，也可以在一层半做以太网中继，有大有小，时延可短可长，对高时延还可以用时延敏感网络来支持。

 另外虚拟化，一个是SDN，一个是AFV，是数据面和控制面的分离，推动了硬件的白热化。网络用SDN基于服务的架构，用APP的方式来形成各种各样的智能单元，这样用功能模块化的组合，来支持未来业务。另外通过网络控制面的协同编排，将网络资源组成切片，为不同业务提供BPN的服务，还有控制面与数据面的分离，还有云化，包括接入云转发和边缘计算。

 5G虽然不是对现有互联网的全面颠覆，但核心网跟4G比也有很大的变革，技术上跟运维管理上都有很多挑战，当然也不会一帆风顺，所有的这些体系都会面临挑战的，比如说转发模式，我们可以在第三层做路由器，以IP包做交换，这是传统互联网就是这样做的，但是所有的都打成一个IP包，实际上效率并不很高，原因是当年提出的时候，整个网络是不稳定的，用这种方式独立选入，可以达到很高的连贯性。现在互联网发展比较好了，我们还要完全是低效率高时延的代价吗？可以在第二层做交换，时延还是大，现在提出一层半，以太网中继是交叉链接。

 另外，即便是做路由器选入，原来我们不管IP包前后有没有关联，也不管一个序列的IP包是不是同一个源到同一个目的地，我们对每个IP包独立选入，在路由中间也做这个工作，现在发现5G支持视频，这么大的视频，无数同一个源到同一个地址的IP包，没必要重选，这种方式面对链上连接。我们可以针对业务不同，走一层也可以走第二层，既带来灵活性，也增加了网络运营管理的复杂性。面向连接的模式，要将网络从原来的分布式选入到集中选入，需要引入SDN和网络操作系统网络操作系统，要进行大规模的计算，芯片集中控制是有风险，当前因为是发布了全世界最大的操作系统，主要的还是做电路的调配，除了电路调配还有别的工作，目前还有待验证。

 中心云，未来网络要搞边缘云，可以用处理低时延快速响应的业务，可以过滤很多数据，只要把一些关键数据送到中心云就够了，中心云负责建模，使运营商更贴近用户，避免运营商的边缘化。这是个好事，但是边缘计算有可能方式，其他企业可以用，他们会跟运营商争夺最后一公里，究竟运营商是通过边缘计算避免边缘化，还是更加边缘化，这也说不定。

 另外便算技术的安全防护能力不会比集中计算能力强，边缘计算始终还是一个方向，未来会有超过50%的数据在边缘计算上，2020年会占到物联网技术总支出的18%，那么成本只是单独使用云计算的39%，5G支持多种多样的业务，有不动的，有带宽宽的有带宽低的，有低时延也有高可靠，在同一个物理网上，通过逻辑上专网，组成不同切片，可以很好地支撑我们的业务发展。但是网络虚拟化，对运营商掌握大数据和人工智能的能力是极大的考验。我们要对每个业务进行设计专用的VPN，大规模的VPN还是没有成功案例的，是不是寿联也存在风险。

 运营商，过去交换机有硬件和软件，路由器也是这样，网关也是这样，我们觉得这种方式运营商可能想要改变一点业务，都要找设备供应商来支持，如果设备供应上服务不好，不可能很快响应了，现在提出来硬件虚拟化，用软件的办法来定义网源，可以实现当路由器当路由器，当交换机当交换机，我们叫白盒化。运营商可以自主控制软件，但是运营商长期以来依赖设备供应商，这种方式要转到自主开发，人才成长都需要培养，原来长期以来设备供应商，自己的武功给废了，基于X86的白盒化，以前是国产设备，现在导向英特尔，对于自主可控不是一个好事，现在也可以不一定要X86，还可以luix，目前还不太成熟。

 未来白盒化也是一个方向，但是并不是想象得那么好。另外我们说5G有三大应用场景，增强移动宽带高可靠低时延大连接，真正5G哪种业务最火，现在说不出来，3G没出来之前谁也没想到微信会火，4G出来了微信可以视频，提速降费，短视频头条出来了，未来5G网络业务是我们想象不到的，怎么办？我们手机为什么有这么多功能？是因为我们手机有平台，按照什么需要下载什么app，将来5G的业务生成，也用了类似app架构，运营商业务生成功能单元可以自己开发，也可以开放给第三方开发，甚至这种功能也可以开放给第三方利用，所以这样一来吸引未来业务发展的不确定性。

 另外传统的，我们的移动通信的协议是专用的，现在5G的协议都转成互联网的，这样一来可以快速利用互联网已有的业务能力。5G整个开放化，业务开放化和协议的互联网化，带来了灵活性，但是带来了安全的挑战。业务外包了，很有可能使运营商坐实管道化的风险，增加网络被攻击的机会。我们说非常重要的操作系统，这个操作系统跟原来已经不一样了，传统的网源是靠网管管理的，网管是靠人来配置的，是一个静态的，支持故障管理、配置管理、性能管理。现在网络管理的功能增加了网源功能的配置，是路由器、交换机还是交叉链接，增加的业务信道的配置，组织各种各样的切片。功能要求很高，而且是动态的，因此没办法用网管实现，要转到，要控制面来实现。对于网络操作系统的要求更高，不是传统的OSS的功能，要实现切片，其中业务信道的编排器，计算量很大，而且响应时间要求很严。

 现在需要通信与计算深度融合，网络技术架构，要实现通信技术缓存能力的汇聚，作为网络的运营，也要实现用户中心网实现整个能力的汇聚，我们也知道网络还包括支撑运营的智能化。

 网络业务发展到现在，网络体系不变是没有出路的，任何网络体系的变革，都会涉及到产业链上下游各方利益的博弈，技术和管理流程再造的挑战，对运营商来讲也是艰难的选择，但变革会开拓网络技术业务运用的创新空间。

 谢谢大家！

 主持人：下面听听互联网服务商怎么说？下面是阿里巴巴技术委员会主席王坚先生，他把阿里云从0做到全世界三大云之一，他的报告是城市大脑与未来的互联网，大家欢迎！

 王坚：非常感谢有这么一次机会跟大家分享一下，这几年在做城市大脑里面引出的一些思考。

 我想讲三个问题，第一个简单介绍一下当时为什么会说成大脑？第二想跟大家分享一下中间的发现。第三也是引起了我对互联网重新的思考。

 2016年的4月份，当时我给杭州市写了一个材料，说城市那么多年，应该重新考虑城市的发展，所以在杭州首先提出一个兼容城市大脑，这边是从城市发展角度有这么一个思考，因为今天大家在基础发展的时候都是按工业革命来讲的，所以大家今天讲到第四次工业革命，后来你认真看人类文明的发展，城市的发展是被忽略的。在提城市大脑的时候，我把城市的发展分成了三个阶段，今天其实我们刚刚进入，刚刚开始进入第三个阶段，哪三个阶段呢？第一个阶段，我把它叫做城市发展的马力阶段。

 大家知道今天城市都有道路，但是道路这样一件事的出现，是从罗马开始的，在罗马以前，一个城市，其实没有那么清晰的概念，他要建设路网。道路的引入，实际上把城市带到了，我把它成为的马力时代。可能大家今天很多人会忽视这个事情，其实在130多年以前，像纽约这样的城市，这个城市文明的程度，是以这个城市有多少匹马，真的是一匹马的马来衡量的，所以才会有伦敦的马粪的问题。人类很有幸在130多年以前，人把电引入了城市，所以我想整个人类在130多年以前，把它叫做进入了电力时代，我觉得这是一次巨大的飞跃，这个时候有一个东西叫翻译过来叫“电网”，和今天的互联网不是同一个东西。

 即使我们在130多年之前发生了那么天翻地覆的变化，我依旧认为我们处在电力时代，有一个非常好的指标，今天一个城市的GDP，一个城市的经济发展水平，依然是用电来衡量的。从这个角度我们处在一个非常非常重要的关键点，我自己觉得，因为计算技术的发展，因为网络技术的发展，城市进入了第三个阶段，我把它叫做“算力时代”，未来一个城市它的能力是以这个城市的算力来决定的。就像马力的时代，城市需要路网一直发展到我们今天的地铁，到高速公路，一个电力的城市时代需要电脑。我觉得当时提出城市大脑这件事情，是说成是大脑是在算力城市的基础设施。

 这个事情物质基础是什么？就像电网要成立，是因为当时电的发明，这个城市大脑的引入是因为城市数据的积累，所以它的背后真正的思考是今天城市是一个数据密集度最高最高的地方，我想这个我不需要再做过多的解释了，大家设想一下，看看在伦敦奥运会的时候，伦敦是世界上摄像头最多的一个城市，你把摄像头撇开，不要说摄像头，从数据角度，就是一个数据密度最高的城市，但是我想今天，中国城市的数据密度一定是高于世界上任何一个城市的，刚才邬贺铨原始在讲到移动的覆盖率的时候，北京到了180几，实际上意味着这是一个城市的数据密度的提高，同样大家都知道，今天美国大部分的家庭依然用支票在付他们家里水电费的时候，中国的老百姓都是用手机在卖烤红薯，卖茶叶的，不是支付方式的变化，是一个城市数据密度的变化，城市大脑第二件事情就是怎么来思考我们来处理处理一个城市的密度，这个背后有一个非常有意思的事情，大大低估了数据的密度。

 以杭州举例，我们都知道，一个城市发展到今天的时候，一些最基本的东西我们是不知道的，我讲了很多次，一个大家知道的事情，到今天为止全世界的城市，还是这么看待的。不止是中国，什么问题呢？就是讲到，每一次大家讲到交通问题的时候，今天全世界，就是用两个数字来考虑它的交通问题，第一个是机动车保有量，第二个数字就是用统计的方法，什么方法其实是说不清楚的，大家计算出每一个城市在一天下来，从路口做取样，一个城市平均一天有多少辆车，在杭州这样一个城市，第一个数字的保有量大概是280多，第二个数字是每天上过路的车多少？130万辆在180万辆，无论你们信不信，我所知道全世界任何一个城市在考虑交通系统的时候，就是根据这两个数据。

 我做城市大脑的时候，问了一个非常愚蠢的问题，我问这个问题，这个时刻，我们的道路上，到底有几辆车，到底有多少辆车，我吃惊的是没有人知道，全世界都没有人知道。这个时候，其实一个，今天的一个城市数据的密度是可以让我们知道这个数据的，但是要消耗算力，在杭州我们第一次去算了一下，大家可以猜一下，我把这个数字说出来，大家猜一猜，像杭州这一个机动车保有量有280多万辆，每天用传统的统计方法到过路上的车大概130万辆到180万辆，某一时刻不堵车的时候，其实路上只有20万辆车。我们对于交通问题的思考，从100万辆车到20万辆车，后来我又问了一个很无聊的问题，我们堵车堵的走不动的时候，路上有多少车？我们不知道有多少车。后来城市大脑算了一下，因为你每一分钟都要去算，大家可以想想算力消耗，最后实际上只多了9万多辆车，也就是30多万辆车。

 所有的城市，既不是那两百多万辆，也不是那一百多万辆，给你带来的交通问题，而只是那差10万辆车。我想告诉大家，其实我们对城市理解的尺度其实是非常非常不一样的，所以杭州在过去的3年里面，因为有了知道这10万辆的问题，不是100万辆的问题，我想交通改善是这个。

 第二个我想说的是引入这个事情非常重要的原因，就是数据，因为有了这么一个事情开始以后，使得我们对过去城市发展所有问题都要重新思考，这个也是会改变我们对物联网的想法，对所有事情的想法。在杭州，大家都在讲智能停车的时候，这个智能停车，今天我觉得有一个非常重要的标志，就是停车前的栏杆，有了城市大脑以后，杭州是第一次在停车场是可以见不到那个栏杆的，这里面是非常有后面的深层次的考虑。后面为什么会引到互联网，今天这么多专家在这儿，我一直觉得，对网络跟互联网的认识是不固定的，叫互联网就有几十种叫法，从最早的互联网，最早的是把互联网跟web几乎是等价的，后来讲到web2.0的时候，有一个移动互联网。

 因为工业和互联网在一起的时候，现在多了一个名字出来叫工业互联网，因为有了工业互联网以后，又把以前互联网叫消费互联网，经常我在这个行业里面，我都是很困惑，互联网到底在哪里，到了5G的时候，大家说移动互联网说得很少，这中间的关系是非常不清楚的，我想讲的一件事情是什么呢？有了城市这件事情，第一次让我感受到，其实到了今天互联网上面最大的一个单体，如果在移动互联网的时候是手机，在传统的PC时代，或者在最早的web互联网时代，单体设备是PC的话，大家讲的物联网时代，没有找到一个像PC跟手机这样的一个载体，所以我们才说了那么多的物联网的时候，没有真正聚焦起来。我觉得今天可能给了一次机会，城市是未来互联网要连接的一个整体，不知道这句话说清楚没有，就是今天的技术到了一个城市是被碎片化的，不是把城市当成一个单个的整体来看待的。我重新来看互联网未来的话，是第一次我要回过来想一想，能不能把城市当成一个整体来看待，而不是把城市当成一个什么东西都可以塞进去的这么一个东西来看待的。

 在城市大脑里面，我才会发现，我是觉得网络是不存在的，就一个城市而言，因为这个网络是被彻底碎片化的，是在一个城市里面，是一个彻底被碎片化的，一个城市里面的网络，数据之间要流通，计算能力要分享，其实今天的结构是做不到的。我自己想说，未来的互联网是什么的话，那就是未来的互联网会把城市当成一个整体，就像当年我们把一台PC当做一个最基本的单元。在移动互联网时代，把一个手机当成一个最基本的单元，我觉得在未来，以我自己在城市大脑的实践，我觉得互联网一定会把城市当成一个单个的节点，作为一个城市把它连接起来，因为只有在那个时候，一个城市所有在那里凝聚数据资源，才会被真正有效地利用。

 我也不知道未来的互联网是什么，但是我至少总结一下，至少我觉得以后我们再也不会出现今天叫移动互联网，明天叫工业互联网，后来又发明了一个东西叫消费互联网，以后只有一个互联网，这是我说的第一件事情。

 第二件事情为什么会改变？就是一个城市数据的密度，是远远远远超过了大家的想象的，这是第二件事情。

 第三件事情，就是对网络更大的挑战是，因为城市里面每一个发生的事情，都会因为数据的存在而是要被计算过的，用我自己的话来讲，以后这个城市消费掉的每一滴水，每一度电，每一粒沙子，在这个城市里怎么被用掉的，都会被计算，我觉得那个时候城市结构也会因互联网变化而变化，你一定要加一个定语，我觉得以后会出来一个东西叫城市互联网。其实结合了生产，结合了消费，是真正互联网的核心的体现。如果大家有机会可以去杭州看一下，杭州市政府也是蛮了不起的，他真的把我们所有关于技术在一个城市看法改变了，我再重复一下，把一个200万辆变成了10万辆的事情，把停车场的杆子去掉了。

 今天所有的人在讲大数据的时候，讲到旅游的时候，讲到的都是精准营销。但是在杭州，他们会用数据，让每一个，杭州有1.8亿人群，让每一个游客在不增加时间的情况下多留一个小时，是靠数据加算力加基础设施，把每一个人一生浪费掉的时间都要算回来，我觉得这个时候互联网就真的不是靠流量了，真的是靠价值，给社会带来可能的，各种可能。

 我今天讲的不完全是想法，是过去4年的实践，说的不对请大家原谅，谢谢大家！

 主持人：下面有请中国电信集团的副总经理刘桂清先生，题目是网络重构，赋能未来。

 刘桂清：今天非常高兴代表中国电信来参加未来网络的峰会，这是第三届，我每年都参加的。

 今天想借这么一个平台的机会，给中国电信这么几年，在整个网络的演进，未来网络演进推进上的思路想法，以及我们阶段性的成果跟大家分享。

 信息产业的发展是进入了新的阶段，在不同的阶段，应该说行业驱动力是不一样的，过去是资源驱动，现在主要是平台经济，通过平台在驱动，看一下平台的能力。

 未来创新驱动主要是核心技术，运营商转型之路，过去数字化标准化阶段，现阶段主要是在云化、软件化、云计算、SDN，未来更多在智能化、IT化，尤其5G来了以后，我们的AI和5G怎么样更好地结合、融合，可能会给我们带来新的生态，新的网络和新的未来。

 下面是中国电信在整个的网络重构，中国电信216年提出了网络重构，那个时候是1.0，现在开始向2.0迈进，1.0网络主要是基于SDA、NFV，基于云构建一个随选的网络。我们现在想往2.0演进，怎么演进？主要是结合人工智能，怎么样让我们的云和网，怎么样更好地融合，怎么样5G跟我们传统网络进来以后，能够更好提高它的智能性。1.0是随选网络，2.0演进到随愿网络。随愿网络能够更好支撑我们网络智能化的升级，作为中国电信的目标管理架构，是10个字的特性，简洁、敏捷、集约、开放，现在更加注重安全，怎么样把网络安全更好地植入到我们网络的各个环节，从网络的底层架构到网络的协议，包括我们邬江兴院士也做网络安全，怎么样从网络底层来确保网络的安全。

 汇报一下中国电信在CTnet2025这么几年取得的阶段性成效，一个我们自主研发了SDN的编排器，推出了随选网络产品，更好提升网络的运营效率。同时也是在网络，电信运营商以前可能更多在设备购买，在网络部署和提供销售服务。作为央企，作为国企来讲，怎么样更好掌握一些关键的核心技术，怎么样来更好地确保网络安全，我们这么几年也是做了一些积极的研究和探索，我们也发布了业内首个全解耦的NFVI技术规范，实现CT云资源统一共享。同时推出了一些好的产品，对个人用户，对企业用户，推出了智能专线，SDN化智能专线，可以自助开通和调整。我们同时开发了家庭市场，对于2X市场，有SDN的网吧，可以做到业务上云，精准引流。同时在运营效率方面，骨干网，通过SDN，怎么样骨干网层面调优，怎么样减少链路堵塞，更好降低时延，包括云资源池，来进行自动的开通和部署，更好实现用户的分中心的开通，包括现在在运营通过VFS的部署，全国通过大学的部署，能够更好支持VOT更清语音的应用。

 第二个特点是中国电信这张网络，从原来传统的，到全管网的一个部署，我们从全管网1.0迈向了2.0，中国电信从接入到承运到骨干，各个层级都实现了全管网的演进。1.0阶段，从接入层、城域层到骨干各层进行了部署，2.0的部署，中国电信建成了全球最大的ROADM网，代替了原来200多个链端网络系统。已经覆盖了全国300个以上城市，总容量达到了400+，其中WSON和电路开通效率和故障自动修复非常智能，能耗也有大幅度的节省。

 另外一个特点，就是我们正在建设天地空一体化网络，作为中国电信来讲，在三个运营商里面，我们是唯一一个拥有卫星牌照，从固定到移动到卫星，到无线基站一体化的运营。从移动业务来看，我们也建成了全球最大的FDD LTE网络，覆盖率超过98%，卫星覆盖了中国全境，明年可以覆盖一带一路相关的区域。这是中国电信怎么样在天地空一体化网络方面做的探索，可以更好提供业务的服务。

 中国电信的云网基础设施方面做的工作，从我们CTNet2025更注重网络安全，没有网络安全就没有国家安全，成立了网络安全信息研究院，从网络架构到底层关键核心技术进行研究，使得我们在网络安全方面，比如说我们已经有TV级的防攻击的能力，有一支庞大的网络专家的服务。从云安全来讲，天翼云，我们定位是安全云，怎么样更好提供像百万主机的能力，怎么来保证，因为未来的云网融合，云是一个最基础的基础设施。从数据安全来讲，数据加密储存，加密传输，全程管控和多元方面，也积累了一些关键技术和核心能力。

 从国家级的网络和政府安全，也是作为中国电信，作为一个安全值得信任的一个服务商的提供。这是中国电信在安全方面，我们推出了一系列的关键技术和产品，这张图里面讲到我们已经，目前开发出全球唯一一个覆盖全球运营商级的防攻击的平台，年均防网络攻击能力是33万次，处理网络仿冒站点超过28万个，挽回了一定的经济损失。左边是我们客户遭受Ddos攻击的情况，可以更好实现安全的防控。

 我们在CTNet从1.0到2.0演进过程中，首先实现是云改升级，更好做到云和网的更好融合，通过改造我们的基础网络，改造产品能力，更好提升云网融合的能力。中国电信有比较大的资源池有80个，形成比较高速的云的软管道，通过有很好的SD1上云的服务。主要是从硬网的层面，提高网络的高品质低延时，提供多种云接入的方式，包括OTA，我们在为一些专业的客户提供全国全程全网OTA的网络服务。因为我们提供了专业的管道，所以我们网络能够高效直达，能够做到端到端的低延时。

 进入CTNet2025第二阶段，更重要的怎么样去用好人工智能，怎么样让人工智能来，怎么样从随选网络演进升级到随愿网络。中国电信在人工智能方面也在做技术上的研究，未来要发布白皮书，从网络运营商来讲，怎么样应用到网络的架构，到网络的运营和维护人工智能怎么样来组织。

 从随愿网络来讲，我们怎么样通过将用户的自然的，用自然语言表达的方式，来转换成我们网络策略，自动执行。使得我们在随愿网络的时代，我们的配置能够更加智能，能够智能开通，智能运营，我们资源能够更好进行投放，怎么样按业务量的变化趋势，能够更好智能化维护，怎么样基于人工智能和大数据，来做好资源维护，使用户业务的体验更加主动。另外一个点在CTNet里面，怎么做到整个IT化的升级，我们进一步引入了孵化架构等IT领域的先进理念，来实现网络业务的开发运营的一体化。

 中国电信在整个的5G时代的架构，我们率先提出了三朵云的网络架构，控制云、结构云和转发云，这个核心也是用了3gpp的标准，成为了5G国际标准的一部分。中国电信在业内率先发布了5G的白皮书，明确了我们中国电信在整个技术路线选择上坚持ACA的目标框架。目前在11个城市和一些重点城市完成了5G网络的验证测试和相关2C、2H、2B垂直行业应用的验证测试，目前已经建成了ASA独立组装的能力。下一代网络运营系统架构图，支持业务的快速发现方面，怎么样使我们下一代运营管理水平更加智能，更加有效。

 中国电信把天翼云，目前我们中国电信天翼云在目前市场规模是排在第三，有很好的用户的基础，怎么样使我们天翼云和5G结合以后，更好地支持产业互联网的发展和服务的升级。目前天翼云已经服务了300万的企业，聚焦优质行业的应用，同时我们5G也有非常好的，能够在网络切片、边缘计算，我们也做了很多技术的研究和开发，形成了稳定的能力。同时通过中国电信物联网的平台，从底层到整个，通过各种连接和服务IP提供，使得我们的网络演进能够更加IT化，更加智能化。

 作为中国电信来讲，我们希望和产业合作伙伴一起面对挑战，我们也倡导从政府和行业组织，从运营商到应用开发商到垂直行业，到教育科研机构，到终端和设备供应商，一起建立广泛的合作，来一起协同创新，来迎接我们更加美好的未来，谢谢大家！

 主持人：谢谢刘总的分享，下一位是中国移动公司副总经理李正茂先生，题目是《携手通行，共创5G+智慧新时代》。

 李正茂：各位领导、各位院士，各位朋友，大家上午好！

 今天在再次来参加未来网络峰会，我是第三次了，在我的发言正式开始之前，我想简单给大家报告一下去年在峰会上，我给大家介绍了三样东西，现在这三样东西的最新情况怎么样。

 第一样东西是关于网络演进的，我们提出了开放网络演进的方向，经过几年的努力，现在已经开始进行大规模的实施，已经成为中国移动在发展5G一个最重要的核心架构。最新的情况是这样，由于这种架构颠覆了传统的，过去都是在各省，甚至各地市要建立很多交换网络的传统的模式，今天在全国初期只准备在全国4个地方来建，这样就可以服务全国，这个架构是，我认为非常大胆，尤其是中国移动这么大一个网络来讲，这四个点或者中心，其中一个就在南京，已经在江北新区建成了，欢迎大家有机会可以去看一下，我今天下午会现场看最新的情况，因为5G很快就要投入使用了。

 第二个，去年我们特别介绍了一下网络大脑，基于编排器，基于人工智能等等，做出一个开源的架构来支撑现在，以及将来的网络大脑，已经发布了第三版，正在进入我们线网进行应用，这件事情非常重要。如果我们运营商不能开发自己的网络大脑的话，就像刚才邬院长说的，运营商未来可能就自废武功，不再具有运营网络的能力了。

 第三，我们要把开放进行到底，无线侧，我们也推动它的开放，提出了（英文）的架构，经过一年多一点的努力，现在取得巨大的进展，在今年巴塞罗那的世界移动通信大会上已经展出了产品，是由业界很多参与的企业共同完成，最近已经对参考设计进行了进一步的完善，在不久以后将正式发布参考设计，这样的话众多的制造商可以直接成为他们的生产和制造供应商，这一点对于移动通信来讲是具有非常重要的意义。

 非常简略给大家报告一下去年报告三样东西，我每年都讲不同的东西，可能没有连贯性，可能不太好，把这个情况线报告以后，尤其是在座很多院士去年也参加了这个峰会。

 我今天非常简要跟大家再谈一下最新的，尤其是关于5G方面的问题，今年比较聚焦，聚焦在5G。在5G问题上，大家都知道，5G具有大带宽、高覆盖，以及低时延等等非常重要的特性。跟过去4G、3G相比。我们感到可能会产生一个新的产业体系，过去我们讲传统3C的时候，讲到是计算机、通信和消费电子，过去几十年整个行业大的信息行业，基本上就这三样东西，3C。今天来看，进入5G时代以后，我们认为会催生新的3C，新的3C，基本上有这么三个C来组成，第一个C就是北京，5G强调的仍然是北京，链接是基础，并且比以前规模大得多的链接，永远在线，智能化的链接。

 第二个C，就是过去没有的概念，就是控制。为什么工业互联网，5G跟工业互联网等等结合得这么紧密，其中很重要一个需求就是说，工业里面很多不仅仅是作为一个信息传递，而是实时控制，这种控制对低时延要求是与生俱来的，要想实现控制的话，是不能保证低时延。在工业生产制造环境，在自动驾驶的环境，在现在我们非常成功的地进行了若干期，第一期是去年12月份在301医院和海南进行远程，用5G进行的远程收入，取得了巨大成功。最近很多医院都在要搞远程手术，这是解决医院痛点很好的办法。因为有高水平能做手术的医生是稀缺资源，以前是在全国到处飞，效率很低，现在足不出户，就可以实施这台收入。这个过程里面，给通信带来巨大的新课题，就是我们把传统的通信怎么变成可以做控制的一个体系，这是一个全新的蓝海，可能会产生巨大的价值。

 我在两年前访问瑞典，瑞典著名的一个公司是做控制的ABB，他们提出一个非常重要的需求，你如果5G要用到工业上使用的话，我只需要你解决一个问题，不是说你的低时延可以低到多少，我们跟他们说，我们低时延可以低到1个毫秒。他说你告诉我，最坏情况下的时延是多少，根据这个我来判断能不能用5G，这其实是一个蛮大的挑战，控制是全新领域需要探索的。

 第三个就是融合，融合就是和垂直行业的融合。现在大家都在广泛开展，我认为这个和以往融合是完全不一样的，以往融合是大家走在一起这叫融合，今天不是，今天大家可以说是 合二为一，在很多情况下。

 5G发展里边主要的作用，尤其作为运营商两个方面，我们董事长曾经发表过一个很重要的演讲，他提到了运营商肩负的责任，就是一个扁担扛在肩上，这个扁担一头扛着我们的供应商，设备制造商，我们的供应商，一头扛着在下游进行各种应用的，像BAT这样的互联网企业。为什么这样说？今天我们可以看见，华为作为我们的供应商，是中国移动最大的设备供应商，同时，中国移动也是华为最大的客户，全球，我说的都是全球范围来看，最大的客户。下游BAT，刚刚也听了阿里巴巴王坚博士的演讲，私下也跟他在讨论这个问题，我们的带宽，很多资源，最大的客户是BAT，而BAT最大的客户基础是中国移动，因为我们给他提供了9.6亿的客户资源，在上面他们可以开发应用。所以在这个过程里面，我们的上游和我们下游，我们处在中间瓶颈的时候，我们觉得我们担负的责任要比上下游更大。正因为这个责任很大，这个扁担越来越长，就出现了邬贺铨院长前面所说的，运营商今天面临的挑战和压力是非常之大。

 关于5G，我们在今年巴塞罗那的世界移动通信大会上已经发布了我们的基本策略，就是以所谓的独立组网和微模块架构，当前同步推进非独立组装和独立组装同步发展，这是我们考虑长远和现实之间。这样技术路线是稳妥，并且能够给产业带来巨大的支持。

 对中国移动来讲，我们在5G方面，还有跟电信联通不同的地方，我们是一个双频组装的架构，根据频率，我们获得了2.6G频段的100兆，以及4.9G频段的200兆，我们一共有200兆的平率，一高一低，在5G规划的时候要考虑双频组网，是全球独一无二的。给我们的优势是什么呢？频段更加丰富，可以打造更高速率的用户体验。终端，5G给我们带来最大的惊喜就是，终端和网络是同步成熟，甚至从产品化方面，终端还先于网络，这是过去几代移动通信发展历程中从来没有的情况，我们非常非常高兴。

 我现在已经在用5G的终端了，可惜不是每个地方都用，这表明什么呢？终端产品意识到了5G未来的巨大发展场景，他们投入了巨大的力量。另外，我们认为5G因为面向垂直行业，2B是未来非常重要的市场，所以我们在连接加计算这方面做了大量的工作，正因为如此，我们在边缘计算方面行动比较早，去年发起了国内首个边缘计算的行业的联盟，共同推动整个边缘计算。

 在今年年初，巴塞罗那的大会上，我们向全球发布了边缘计算Pioneer300的先锋行动，现在也得到了非常积极的响应。五大城市规模试验，在17个城市应用示范，在5G方面也取得了非常重要的进展，我们希望这些试验和示范很快能转成预商甚至商用面向社会提供服务。

 整个5G发展策略里面，我们最近提出了一个5G+的行动计划，在5G+ 行动计划里面，我们基本上是包括了三个方面的内容，第一个内容就是+4G，人家说你怎么还反过来呢？5G应该+未来，7G、8G，那是还没有出现的，我们必须要考虑5G和4G怎么能够更好地双融合运营，原因很简单，我们已经建成了全球规模最大的，遥遥领先的4G的移动通信网。4G网基站总数超过了240万个，这个数字听上去，240万究竟怎么样，比欧洲的总量还要多1倍。美国的总量只有我们的五分之一，中国移动的五分之一，就可以看出这个数字是巨大的。有这么好的一个基础设施，加上我们的5G，要把两个持续地提供一流服务，保持我们行业的领先优势。

 另外一个，我们要为5G赋能，赋予新的更好的能力，在这个方面，我们认为5G要加上最新的信息技术成果，一个是人工智能AI，第二个要和物联网IOT紧密结合，第三个是云和5G天然的这种不可分割的联系，尤其在核心网上，完全是云网合一的，不仅仅是云网融合。第四，数据，还有就是边缘计算，所以我们简称为5G+AICDE，这样比较好记。

 5G我们认为，由于已经大大超越了作为一个电信运营，电信业的范畴，和其他各行各业结合非常紧密。我们2016年提出一个口号，叫4G改变生活，5G改变社会，当时许多人表示怀疑，今天人人都在喊4G改变生活，5G改变社会。尤其是出现在了全球最大移动通信产业组织的年报里面，完全引用了我们所提出的这么一个理念。既然要改变生活，也要改变社会，把跟社会方方面面结合得会非常紧，我们认为有一个非常重要的生态体系的改变，所以就是我们5G+ 行动计划里面第三个非常重要的领域，5G+生态，来促进各行业的发展，在这一点上我们很幸运，我们行动得很早，在2016年就成立了全球化的5G联合创新中心，目前已经在全球出现了22个开放实验室，目前可以提供各行各业可应用的解决方案已经超过了100个。5G正式商用之后，这100个可以大显神通，大放异彩，给各个行业赋能，和他们紧密结合在一起。

 我们为了把行业这盘棋做好，我们特地成立了三个研究院，加上昨天我们在上海也去看了上海的研究院，还有成都研究院，雄安产业研究院，雄安最主要的主攻方向是智慧城市，包括刚才王坚博士也私下交流的，城市大脑，也是其中的一部分。在成都，我们重点要打造的行业是教育医疗和农业。在上海是智慧交通、工业互联网和金融，这都发挥了各个行业里面非常重要的功能。我们特别想说，因为是一个生态，没有哪家公司能够把所有的生态搞下来，360行行行都有状元，所以我们只需要在一些，我们认为必须要我们去干，我们也必须干的一些领域，我们去做更多的事情，更多的领域是全社会共同来做。所以5G是全社会产业界共同唱的一场大戏。

 促进生态繁荣，产业的繁荣，这是我们每个运营商，包括我们上下游共同的责任和重要的机会。

 我今天就给大家分享这些，谢谢！

 主持人：下一位报告人是中国联通的副总经理邵广禄，题目是5G赋能智慧社会，欢迎您！

 邵广禄：各位来宾、各位领导、各位专家，女士们、先生们，大家中午好！现在时间已经到中午了。

 今天的会议刚才我也全程聆听了包括邬贺铨院士在内的，南京市委书记的报告，以及刚才两位刘总和李总关于网络方面的畅想，邵总临时有事让我授权代表他做一下中国联通关于，特别是关于5G方面如何促进社会的融合发展，分享一下我们的一些观点。

 站在今天这个舞台，去年我也来到这里，也听到了很多的声音，我刚才对邬贺铨院士报告感触颇多，对于网络的过去、现在和将来做了一个展望。对于多个网络做了点评，特别是对于运营商，对于国民经济的拉动以及和目前的OTT们，无论是他们的收入，以及对GDP的贡献来看，做了一个全面对比。特别是对于我们今后运营商在进行变革转型，不变革不行，但是可能变革也有风险，但是变革带来空间，我非常认同刚才邬贺铨院士讲话，非常有前瞻性，非常有现实性。

 城市大脑这个概念，是从一个城市经营，从社会发展的角度提出来的问题，王坚，王博士提出了一个城市大脑，他认为其实网络互联网是在变化的，对于客户带来很多困扰，但是其实网络也叫互联网，还是不叫互联网，其实这个网络都在这里。

 网络作为我们国家的基础设施，以及对整个国民经济的拉动作用，我想是不可质疑，如何把我们的通信基础设施做好，蛋糕做大，更好地赋能我们的社会发展，更好地让我们在下一个百年，中国仍然能够在世界之林能够引以为豪。应该讲技术发展有很大的残酷性，会带来很大的进步性。

 首先我想2G时代解决人和人的电话通信和短信问题，到了3G，特别是苹果手机的出现，触摸屏的出现，终端的变化，以及网络的宽带，使得我们开始迈入到移动互联网的时代。刚才也谈到，那个时候互联网还是一个简单的页面浏览，一些简单的业务，4G，我们看到了，我们的一些BAT们开始非常活跃，淘宝、滴滴以及各种消费，特别是刚才谈到的，我们的抖音、快手，这些业务在之前3G的时候为什么没有发展起来？其实得益于我们管道的发展，得益于技术的进步。

 3G的时候，网络下行速率，当时我记得中国联通是获得了三家运营商牌照不太一样，我们拿到了是WCDMA的牌照，下行可以到21M的速率，上行速率比较低。那个时候上行业务被限制住了。到了4G的时候，抖音、快手们、斗鱼们起来了，下行可以到150M，上行到50M。同时资费，刚才邬贺铨院士谈到了，工信部要求每年运营商是30%的速度在提速降费。实际每年情况都是三大运营商优惠幅度都超过50%。资费的便宜，也加速了移动互联网终端的客户，也催生了各种的APP的应用。

 4G时代带宽技术的进步，资费的降低，包括一些互联网的时代，使得移动互联网，以及相应的互联网的经济得到了一个前所未有的发展。催生了，也孵化了很多行业应用和企业发展。现在我们即将进入到一个5G的时代，其实刚才邬贺铨院长也谈到了，由于5G的时代，他要叠加相当多的技术进行一个技术的公正，包括人工智能，包括了大数据、云计算，甚至还包括了像区块链、量子计算等等，这些都是一个石破天惊技术大的组合，将在我们这么一个近期的时代里面共同作用。

 所以，5G+，+这些技术，+ 各种应用，将使得我们近期的社会产生一个划时代的，信息化的繁荣的一个数字化的应用和信息服务的高点，在人类的历史上必定是高点。

 一个用前的今天，我们在南京旁边的杭州，4月23日，中国联通董事长王晓初同志正是在国内发布了中国联通7+33+N的5G的战略。7个城市包括了北上广深，加上南京，还有杭州，还有雄安，在城区实现5G连续覆盖，在33个计划单列市和省会城市，实现了覆盖，特别是我们发布了5G的N次方，我们5GN次方是让5G应用在不确定的项目上，在不可限量的行业，能够孵化和发挥作用，赋能各种应用。

 今天我也在南京舞台上，非常感谢南京市政府，特别感谢江苏省政府，他们在今年发布了一个49号文，49号文，江苏省办公厅关于加快推进5G基础设施及相关建设的指导意见，里面推出了一个，全国可以说是家喻户晓的一个，我们简称为江苏的12条，这12条意见里面对于5G的从基础设施到铁塔、供电，包括准入，包括其他的费用，做了非常系统的全面的梳理，对于加快5G在江苏乃至于全国的发展，我觉得起到了一个非常好的示范作用。 我在这里为江苏省政府点赞，为南京政府点赞。

 刚才我们谈到了移动互联网的发展，技术、终端和app，让4G和3G生成了，让移动互联网替代了物联网。互联网的量远大于移动互联网，终端渗透率，移动互联网已经完美击败了互联网和PC机的应用。由于计算力的发展，由于集成度的发展，由于终端应用发展，手机和Pad已经成为了随身带的办公、娱乐、消费甚至我们生产的工具。5G由于这些人工智能，大数据云计算包括边缘计算，包括区块链技术应用的话，我们相信5G的时代，将是一个更加复杂，更加丰富，更加精彩非凡的时代。

 刚才李正茂总也谈到了，4G改变生活，5G改变社会，我也高度认同，5G是一个管道和通信技术，和其他的技术一起，让我们的社会，将取得发生天翻地覆的变化。今天是一个全面的网络能力的展示，也不是一个完整网络演进信息的交换，我们想谈聚焦5G。管道部分，是要我们做一个极大的变革，下一页可能会谈到这一个，但是你想让5G发展得更好，个人认为5G和4G有很大的不同，大家也有争议，到底5G的终端怎么定义？这里面有一个很大的点，我想去跟大家分享交流一下。由于带宽的增加，由于单位比特上资费的更低，使得终端的概念可能会发生一些变化，第一就是终端可能更多是从我们目前的，大家以手机为主，可能要变为一个泛终端的概念，包括我们自动驾驶，包括医疗器械上的终端，包括港口的终端等等，所以这个终端是一个泛终端的概念。

 第二点，目前大家看到，无论我们3G或者4G的高端机，包括5G最近的价格，动辄上万块钱，因为还没有量产，价格比较高，韩国价格基本上在8000到1万块钱人民币左右，还是比较高的。会阻碍业务行业的发展。我们目前谈到4G，4G互联网NP的发展速度目前来看为什么还低于GPRS模组的发展呢，主要还是成本的问题。我们认为5G要更好地发展，泛终端资费上面价格降低门槛非常重要，这里面就有一个5G终端是胖终端还是瘦终端之争的问题，我们建议从整个促进整个产业发展来讲，依托于超宽的管道能力和超低的资费，瘦终端将会大量的普及，拉低消费门槛，拉低整个社会的成本，拉低产业成本，将会极大的推动整个社会的进步，我觉得这是我们一个重要的观点。

 第二点，天下武功唯快不破。5G和4G的差别，首先一点就是快！首先是大带宽的快，速率的快，其次是他们的高可靠、低时延，高可靠、低时延的问题，目前阶段，我们谈的5G初期目前还有点困难，为什么呢？目前5G的还有一段时间的成熟期。目前5G从全球来看，还是基于4G的核心网EPC+演进过来的，如何赋能垂直行业，我们提出来一个概念，边缘云必须在初期大规模集中规模部署和商用。这个边缘云要求尽量靠用户，把算力、储存靠用户，内容转发靠用户。第二成本要低，这个应该是我们很重要的考虑。

 其实要做到这一点，运营商来讲必须进行转型变革，我们这里面做了一个三步走，五步化的工作，目前是在并行前进，包括整体承载网，包括核心网IDN化，端到端的控制。另外基础设施的，我们现在核心网去年开始，已经全部采用X86架构了，已经没有传统基于电路交换的，基于传统的城域交换的方式已经没有了，全部基于X86的架构。我们计划是到2025年，基本上能够实现80%以上的，包括老旧设备的更换在内，能够全部优化，所有的设备开始优化，运营的自动化，以及网络的智能化，来真正使得我们包括邬院士谈到的，大家业界的共识就是让用户自助服务，让业务能够自选，让业务能够分钟秒级开通。同时安全，随着我们的网络终端的简化，随着物联网的发展，这些低成本的终端，对于网络安全的攻击能力、防范能力，将变得更加复杂。

 运营商既要做好网的问题，同时也要做好边缘云的问题，在网方面也有一定空间，目前3GPP里面一个比较热门的话题，到底5G的行业网络是采用专用频率还是固定频率，是专网还是公网，还是有一个讨论的空间，工信部他们也在研究这些问题。但是作为运营企业来讲，我们要做好本职工作，就是要把云、编做好。同时协同端，要和OTT们一起打造，以前叫云管端，现在叫云管端边业五位协同，助力整个行业的发展，赋能整个社会的转型，通过我们自身转型，来加强社会的转型。

 5G我们谈到了，多重基础的共振，目前来看，无论是我们中国联通在上海的商飞，以及国家电网实现了基于AI的设备巡检，刘院士在发布一个12节点的8K，在深圳的一个工地现场基于8K的视频回传，演示来看，应该讲应用的空间都是非常巨大的。将极大的改变着我们目前社会的业态，改变我们社会的能力，也改变我们社会的很多观念。

 中国联通作为央企第一家混改的企业，将基于新的联通新治理、新运营，新动能和新生态，加强和各界的合作。今天我们不想展示中国联通的技术有多么强大，而是要展示我们和合作伙伴们，包括电信，包括广电，包括中国移动共同合作，让我们的国家能力更强，让我们的应用能够领先世界，让我们的企业能够更多孵化出来更多的BAT们，从而为我们整个社会的发展赋能，这是我们想说的。中国联通5G的N次方，让未来生长，谢谢大家！

 主持人：谢谢联通的分享，下一位报告人是刘韵洁院士，报告题目是构建未来网络试验设施，创新中国网络2030。

 刘韵洁：非常高兴，这个时间已经很晚。我今天讲的，因为CENI项目发布，我想介绍一下为什么要做这个项目，这个来源就是国务院立项的。

 大家刚才讲了，主要有两个目的，一个是时延，要超前到十年，对网络创新提供一个全国开放的平台，这个也是国际化的，可持续发展的。第二个目的，刚才邬院长也讲了，现在对运营商来讲，它的定位，它的出路是什么？这个我谈谈我的看法，因为现在大家整个业界都在关心云的技术发展，在运营商这个角度怎么发展，尤其是10年以内运营商的发展是什么路径，我把CENI这个也当做一个网，跟大家分享一下。

 CENI设施是两个层面，一个完全就是用交换机加上网络操作系统，还有一个是用路由器组织一个平面，主要是为大家做试验，做验证。SDN就是想闯出运营商的网下一步发展，有没有可能找到一条更快捷，更节省，真正按照大家理想的目标去建一条网，当然最重要的要更低成本，要安全。这里就需要，刚才讲的，最重要的核心技术，单核的大家都有，网络控制器能不能做好，能不能做到按照你的带宽、路由抖动，不同的需要，来选择笔筒的路由，能不能根据每一个用户的需要，来定制化地，最节省的，最节省资源给你配置出你需要的网络，而且是分钟级的，这个大家说都需要，理论上都需要，怎么做？能不能做到，我们想在回答这个问题。

 最大的一个问题就是传统路由器，目前的路由器用交换机，我觉得是没有问题的，像多级传统的捆绑大的路由器，七八个大的路由器，来做一个交换中心，高能耗、高价格，根本不灵活，有的国外运营商都已经宣布，下一步不允许再买你这样的设备，但是你要给我提供解决方案，但是解决方案没有。我们有没有可能通过交换机，解决一半的路由器可以，能不能解决这样一个捆绑是的路由器，有没有这种可能？我认为理论上是有的，但是没人做的，华为不会去做，因为他要靠这个捆绑的路由器来增加他的产值。小的公司没有能力去做。

 紫金山实验室要做这个尝试，大的交换中心能用白盒做到很宽的拓展，交换机为什么做不到，理论上是可以的。

 我们现在的网络非常不合理，我们本来在光传播东西，本来我们从北京到广州一个包，就是从北京发了到广州路由器出来就行了，但是可能要在石家庄，要在郑州，要在武汉，都要上去下来上去下来，来进行传统传递变化。如果我们这个需要全球的标准，只要是有一个包，是到广东的，其他的光就不要出来，这个会大大降低延迟，也会大大降低吞吐量，这个工作也是我们要做的。

 还有一个问题，大家都说企业要跟互联网融合，企业要上云，这都毫无疑问，这是一个趋势。但是怎么上云？我们企业上云，我有没有可能我就一个端口上云，而且将来是私有云，公有云、混合云，我不仅要上阿里云，还要上腾讯云，在东北可能要上别的云，在美国上IW的云，能不能一个端口，我用户可以选择不同的运营商，不同的云。我都能解决，你到阿里要一个云，在腾讯再要一个云，这个不是运营商要做的服务，能不能做到这一点？是可以做到这一点，是低成本，非常灵活快捷的做这个问题。这个也是我们紫金山实验室下一步要做的工作。另外是工业互联网，谁能帮着企业上你的网能降低费用，能增加产值，能增加核心竞争力，你不要企业赚到钱，你所有的解决方案都是一次性的，这样一个产业价值链，在中国首先把它推广起来。理论上来讲，我们未来10年的网最大的挑战，2030年是什么样的需求，我认为是万亿级的连接，他要求全时空，安全智能的连接和服务，我们现在做不到。10年以后，这个需求，如果我们不努力还是做不到。

 我别的不讲，我认为网络有一个基本的问题没解决，就是架构。就是网络的传输、交换、储存、计算，这些资源没有很好的融合。现在网络的功能可以说没有储存，也没有计算。这个储存，就是CDN有，我们的计算简简单单没有计算，大家如果相信未来的十年，人工智能会是网络最重要组成部分的话，网络没有必要计算，这个人工智能是有问题，当然不可能所有计算都在网络里，这个架构只有论文在做，没有去谈，我认为大家通过CD来谈网络的计算和储存，怎么能够合理地去架构，去部署。非独立组网和独立组网，核心技术在哪儿？是在核心，核心网的技术就是刚才讲的这些技术，没有什么难的，但是缺乏我们带头的尝试，包括我们独立组网，刚才我们正茂讲的，网络要通过非独立组装到SA再到CSA，我个人判断需要一个网络的观念去做的。

 另外是人工智能，我刚才是不是提前讲了，人工智能在网络安全方面的解决方案，我认为是大有可为的，仅仅我们现在的网络的安全，没有很好的解决方案，没有很好解决，怎么利用软件定义的理念，利用分布式的，全民皆兵的一个思想来解决网络的安全，当然全民皆兵不是靠人，而是靠软件，靠智能解决我们的安全，我认为也是一个很大的挑战。另外大家都在谈星际互联网，星际互联网的挑战，对我们来讲也是很大的。我们怎么控制，怎么管理，大家都认为是软件定义的理念，软件定义的理念也是很大的一个挑战。你过去了以后，你中国控制不了，万一出了问题，你怎么恢复，经常被故障，我认为这些挑战也是摆在我们面前。另外我们是一个海洋大国，天空地海组网，这个是经济发展各个方面都有这个需求，怎么来组网，也是一个很大的挑战。

 最后一个方面，不管是5G，不管是工业互联网，这些挑战，我觉得我们实践的需要，国家的需要，企业的需要，还有很大的时间，你需要什么方案我们都有，我们这些方案不是最好的，不是最便宜的，不是最方便的，也不是最灵活的，我们怎么提供最便宜，最灵活，最安全的解决方案，我认为还有很大的距离。我相信我们通过这样一个试验设施共同努力，会使得中国搞通信，搞网络的能够帮助国家，在这样一个变革当中做出我们的贡献。谢谢大家！

 主持人：下一位是GSMA全球未来网络项目总经理Henry Calvert，报告题目是全球移动对5G时代的影响。

 Henry Calvert：非常感谢南京市政府，以及未来网络的大会组委会，邀请我来到这里，我非常荣幸GSMA能够受邀参加第三届未来网络发展大会，跟大家分享一下我们在全球趋势的洞察。去年我们提到了，在相关的挑战和洞察，非常高兴地说，今年我们将会是有更多乐观的态度来去看到全球的趋势和相应的策略，因为我们现在正在逐步进入到5G的时代，还是比较乐观的。

 什么是GSMA，我们代表了一些运营商，总共有750个全球的移动运营商，代表生态系统，包括供应商，还有设备的生产商，包括我们服务的供应商等等，这些都是在市场上的，我们有15个办公室，有2个是在中国，一个在上海，还有一个在北京。我们不仅仅是来到中国建立这样的办公室展开业务，能够从生态系统角度来讲，能跟我们大家谈论一下面临的问题，可能从移动的行业来讲有什么情况，可以由GSMA给大家提供这样的方案，整个行业的整合程度，可以改善生态系统，还可以有一系列的项目，可以改变这样的活动，不仅仅和联合国可持续发展健康的目标，有这样一个匹配，更多的是希望能够推动我们更好未来的打造。

 大家知道，对于我们在巴塞罗那举行的世界移动通信大会，上海也是在26号，本月26号，也会举办这样一个世界移动通信大会，欢迎大家去参加。说到移动和全球移动的趋势，这里有一些图，大家可以看到，在请大家能够在我们网站上，能够找一下GSMA，看一下这样的数据和相应的事实，和最新发展动向。首先对于全球的市场，我说得简短一点，未来五年当中，一直到2025年可以看到，对于物联网是能够极大的推动我们整个，从90亿到251个连接，对于我们运营商，生态系统有很大的潜力。大家可以看到对于我们无线运营商，用户来讲，极大的从我们原来的数量增加到我们的15亿，对于我们整个手机互联网，我们也会是，都从整个有大量的增长，这些会是推动极大的经济的增长，对于GDP也是有直接间接的影响，从原先的3.9万亿，到我们的4.8万亿的经济规模，等会可以提到，对于互联网的用户也会从36亿到50亿。

 这是整个智能手机，还有用户渗透的情况，在未来的5年当中可以看到，无线或者移动网络的渗透率从67上升到71%，这是在亚太地区也是极大的推动4G在市场上应用，最终可以看到5G进入之后，将会是亚太地区更大的推动5G在全球行业的渗透和使用。为什么这些都会发生呢？整个生产率来讲，如果从整个无线行业来讲，也会发生很大的变化，确实涉及到整个行业在2019年的时候占到了4万亿GDP的占比，这是全球的水平。其中有1.2万亿是来自于我们无线的领域，剩下的一部分是来自于服务行业，围绕着我们的移动网络的相关的服务生成的费用，或者价值。在未来5年当中生产率会极大的提高，4G改变生活，5G改变整个社会，这个就是我们的生产率，生产率是我们社会所期待的，对于5G来讲，极大的将会提升社会的生产率，是一个催化剂，未来10年当中，我们将会看到有2.2万亿来自垂直市场的价值，是有5G生产率的提升创造2.2万亿新的增加值。

 有两点需要关注，一个是40%用户的基础，在整个行业，还是没有和网络进行一个互联。不仅仅是12%的根本没有网络覆盖的群体，其中包括还有一部分，对于我们40%行业用户没有很好的互联互通，为了能够实现互联互通的增加，这些领域能够进一步实现增强，在这个行业级层面来讲互联互通的普及程度。

 说到5G时代，要提一下，现在是什么情况呢？移动的iot移动互联网，过去三年当中，移动物联网，在现在我们可以看到，在Iot的角度来讲，也会极大的增加，有83个国家现在都会有自己类似于这样的一些LTE，或者NBIOT网络的覆盖，有更多的国家是部署LTE加上NBIOT，有更多的带宽，有更多的NBIOT的带宽整个持续的时间，能够有很大的变化，会进一步推动我们的白牌的IOT，涉及到我们的整个5G在未来带宽进一步的增长。

 我们说到将会是有161个连接IOT在未来5年当中将会提升连接，这是极大的增长，说到我们互联互通，这其实也是会为我们运营商带来一点的价值创造，运营商需要搞清楚，到底怎么样能够维持和保护好这样的价值链，希望能够获得很好业务持续性的增长。

 我们现在看到5G固定无线接入，和我们无线5G商业化的推动，在我们的整个5G开发来讲，也是有服务。在过去3年的时间，会让4G的标准逐步得到全世界各个国家的支持和使用，这个只用了七个月就能够实现了，这确实是一个很好的提速，可以看到人们现在有更快的速度来去接入5G的技术。主要是由于我们刚才提到了，5G会带来很多的技术，所以人们在接入的时候非常快，中国将会是成为，在未来的5年当中，一直到2025年整个推动的国家。1400亿的价值创造，我们认为在全世界范围内要创造这么多的价值，同时包括在中国也有非常多的价值的创造，我们政府提出的架构，包括相关政策制定，也会极大的有利于推动5G的发展，中国希望能够去实现最大化，我们对于5G商业化的推广。可以看到在我之前已经有3到5个发言人提到这一点，不仅仅是中国，中国将会是成为全世界整个，我们过去从2019年开始，中国会部署全世界最大5G的网络，我们现在可以看到相关5G的标准，已经过去了12个月，相关设备的生产，包括网络的构架都在这里，这样一个规模将是前所未有的。

 我们可以看到，对于这样一个行业的发展来讲，确实有非常大的潜力，我们要从技术角度切换一下我们的视角。5G的时代，也会是更多关注于围绕数字化的转型，如何能够推动这样的一些演变的发生，对于应用端边缘来讲，我们受到这些移动的运算，或者说它的一些移动的计算，以及接入。我们说到云，以及其他以云为基础的架构，最终我们提到了像云的服务供应商ASB，最终要接近我们使用的客户，对于运营商来讲，就要想一个这样的问题，我们怎么样能够提供这样一个接触度，合作和在不同的运营商之间更好的一个互动，这样的话，对于我们服务能够提供的时候，能够确保百分之百接触到相应的客户。

 AI人工智能的崛起，不仅仅要能够涉及到编排，今天我们也提到了，不仅仅是从整个网络运营的层面，包括还有像其他的一些，涉及到安全的层面，我们会有人工智能的运用，这样能够有一些自动化设备的学习，机器的学习，来去检查我们的标准和不同供应商的参数，这样就可以自动来检测软件的质量，他们可以看到来自不同供应商的软件，包括是大的供应商和小的供应商软件就会进行检测，确保提供一些问题，并且就这些差异化，以及零散化进行有益问题的提出，从而能够在我们各平台的基础之上提供我们更好的服务的可能性。

 对于GSMA来讲，如何自动学习和人工智能，来降低我们整个能耗，之前我们可以看到能耗非常高。如何能够优化这样一些能源的使用，如果能够使用更多可再生能源，并且能够通过我们的整个过程当中实现能源循环的使用，这也是我们GSMA希望的方向，我们希望能够最终实现整个行业在未来的若干年能够实现0碳排放。这里提供了一些国际的运营商，他们现在也会去关注在中国以外展开这样的工作，我们看到，有中国移动、中国电信还有中国联通三大运营商，合作伙伴出现数字化转型是非常重要的，如何能够确保提供相应的服务，包括一些市场营销的服务，现在开始一些高效的组织，和已经有这样能力的人展开合作。

 我们现在看上去有点惊讶，作为行业来讲，我们移动运营商来讲，也会是雇佣全球，总共雇佣了1400万人，再加上间接移动运营服务的公司，总共是2300万雇佣的岗位，全球对标来讲，只有4%的劳动力是有数字化技能的，也就是说他们是理解怎么样进行数字化市场营销，或者他们有这样的知识专长，怎么样进行大数据的挖掘，或者他们有这样的能力，自己写一些程序，这些是需要我们改变的，我们要投入到整个大学，投入到教育过程当中，要能够进一步推广我们的技术，能够推动我们数字化的转型，这一点是非常重要的，因为对于中国来讲，我们也会是让整个中国站在世界舞台上的时候能够积极推动，教育层面推动技能的提高。

 最后一点，我要提到整个移动行业来讲，也会对整个人类社会带来很大的影响，我们可以看到17个联合国的持续发展的目标，都会是对我们全球的移动行业，在未来发展带来很大的影响，影响是无处不在的，我们现在能够把这样的影响进行量化，我们是能够关注于我们整个移动的行业如何变化，能够改善我们人类未来的生活，能够实现更美好的社会，非常感谢大家的聆听！

 主持人：下面有请墨西哥电信研究院的特派员Mario Geman Fromow Rangel。

 Mario Geman Fromow Rangel：大家下午好！尊敬的各位领导还有各位代表，我非常荣幸能够来到这里，今天参加我们的会议。我首先要感谢我们的组委会，尤其是感谢南京市市政府，以及相应的，将中科院邀请我们来到这里，邀请我们墨西哥联邦电信研究所，来参加本次非常重要的这样一个大会，来到南京市参加这样一次盛会！

 我们遇到最大的挑战就是如何完成我们5G的部署，我们这样的一个机构，墨西哥移动联邦电信研究所，我们就有这样的责任，我们来进行这样一个成功的研究，这样能够吸引更多的业务的企业，来进入这样5G的世界，能够进行成功的运营。我们在2013年，有这样的一个改革，建立了墨西哥联邦电信研究所，这是一个根据宪法来成立的一个监管机构，对相应的电信还有广播进行监管。

 我们在行业经济竞争方面，我们也是非常关键的一个政府的实体，当然我们有几个目标，也就是对于在墨西哥的广播，还有电信方面，我们要确保整个行业有很好的监管，有很好的标准，确保对用户进行这样的监管，来充分地开发各种各样的无线电的频谱，能够提供公共的广播服务。我们2013年成立了这样的研究所，确实给我们行业提供了很大的可确定性，ATT也进入了墨西哥，移动通信的市场。我们现在有几个巨头，在墨西哥确实有一个非常强大的竞争性。

 还有这样一个漫游的费用，在墨西哥确实，因为他们的存在，在2013年通过这样的改革，那时候只有222兆赫，在2014年，我们也进行了改革，相关的频谱，也增加了4.5倍，增加到了584兆赫，确保有更好的一个对最终用户服务质量的保证。墨西哥，我们已经在600赫兹，我们也有很好的数字红利，我们现在会在波段当中来增加84兆赫的波段，我们和美国的同仁，我们是各种各样创新的科学家，还有加拿大的一些经济学家一起合作，执行5G技术移动宽带，特别是在北美区域。我们和新西兰一起联合递交了我们对于600兆赫带宽执行的计划，这其实是第一步，在全球让波段统一起来。我们是35+35，还有一个11赫兹的，这确实是非常关键的，通过这样一个频段的管理，能够确保我们的无线架构高效的运用。

 ITF，我们在国际上也崭露头角，签发了我们的一些通用的技术推广的规则，在各种各样的技术论坛当中扮演了我们领导的作用，在我们的委员会也有相关监管的责任，推广各种各样的频谱在墨西哥的使用，你们也知道墨西哥，我们也是有第二章节相应的准备工作。这是在2019年全球无线通信大会当中给我们的工作，我们也和很多的国家一起合作，来帮助迎接5G当中的频谱划分的挑战。我们确实也有这样的协调工作，因为墨西哥三年之前，我们已经和其他的拉丁美洲国家，还有亚洲的国家，我们有了一个亚太的频段，我们已经通过我们的努力，使得这个波段在全球进行统一。我们其实也是联合委员会的委员，我们也解决了在美洲区域频段的分配，我们叫做美洲的提议，我们也会递交，今年在埃及全球无线通信大会上面递交问题。

 另外Ift上午的研究所，进行了各种各样的研究，确认相关的频谱波段，能够适合在墨西哥部署的第五代的无线的系统，我们同时要考虑到现有国家使用的这些无线的频谱，也对这些频率进行这样的规划，我们也要考虑一些国际机构的建议，了解最新的趋势和实践，我们要引入一些新的频段的基数，我们是也有九个这样的可能性的一个频率波段，那么在我们的墨西哥进行这样5G的技术部署，当然这五个可能的频段，他们都有各自的特征，他们都是非常有灵活性的，可以提供各种各样的应用，我们也找到了5G的低端频谱，不到几赫兹的，这是低波段，还有1到6波段中度的波段，还有高于6G赫兹的，这是高波段。在低波段方面，这是600赫兹的，还有700兆赫兹，600兆赫兹这样的频段，我们是70兆赫兹这样的频谱，是35+35的频谱，墨西哥是第一个这样的国家，完全来释放了这样的一个频段，3gpp已经在它的一个频段71当中包含了这个标准，700兆赫兹频段允许使用90兆赫兹，这是45+45兆赫兹，这样的一个频段相加的计划，在墨西哥我们是有这样的无线批发的贡献网络，这是由他来使用，3Gpp已经在28当中包含了。

 在中的频段当中，2.5G赫兹，这样的一个频段允许使用180兆赫兹的频谱，是3Gpp在7和38频段当中包含了这个标准，3.5g赫兹的频段，取得了我们使用300兆赫兹的频谱，这也是也是在5G生态系统当中的，是首个全球频谱，3gpp已经在频段42和52当中包含了这个标准。

 在高频段当中，我们是有26G赫兹高频段还有38，还有42，还有48G赫兹，还有51G赫兹这样的一个频段，26G赫兹的频段，我们是允许使用2850兆赫兹的频谱，这个也是一个侯选的频段能够进行全球统一，目前也会在2019年会议当中被确认为MIT的频段，我们认为这是主频段。38G赫兹频段，会允许我们使用3000兆赫兹的频谱，人们希望它也会在WIC2019年会议当中确定为MC的频段。还有42G赫兹频段，它会允许使用1500兆赫兹的频谱，48G赫兹频段，允许使用1000兆赫兹的频谱，人们期望，人们也会把它确认为在WIC2019年会议当中，会成为MT的频段。

 将会允许我们使用2200兆赫兹的频谱，会在2019年的WIC的会议中确定为MT的频段。

 总结一下，我们的研究所已经确认了11190兆赫兹的频谱，在墨西哥5G部署当中可以使用，这确实，我们在技术的演进当中已经到达了前所未有的地步，这对于监管者还有国际的运营商来说是非常大的挑战，比如说像物联网，还有机对机的对话，还有是工业4.0的到来，智能城市，智能系统，还有人工智能等等，还有是大数据的商业化，以及各种各样新的动态服务的出现。

 IFT我们研究所，我们是和所有的业界同仁一起联手合作，我们要找到我们共同的监管的政策，能够有利于我们的5G部署，我们认为监管应当加强我们的技术和服务的创新，能够更好地服务于用户，能够带来更好的一个法律的确定性，能够加强破解性，能够提供更好数据的流动，能够提供连续性的和动态的服务，整个的监管的发展，确实会使得国际标准更加趋于统一，会更加强调全球性的一个互操作性，没有干扰，确保更多的安全性，还有更好的隐私保护，这个当然也是我们IFT研究所要考量的。

 最后我要强调，IFT我们的研究所是能够进行充分的研究，能够帮助在墨西哥，还有其他的拉丁美洲进行成功的5G部署，谢谢大家！

 主持人：非常感谢大家上午的耐心，再次以掌声感谢上午的八位，谢谢他们！现在是午饭时间，下午一点半还有更加精彩的报告，谢谢大家！