2018.5.12 分论坛2+未来网络学术发展与产业进展+上秦淮假日酒店3楼宴会厅B厅

会议时间：2018年5月12日9：00-12：30

会议主题：未来网络学术发展与产业进展

会议地点：上秦淮假日酒店3楼宴会厅B厅

主持人：朱峰（中国通信学会副秘书长）

主持人：尊敬的各位领导、各位专家，各位代表，大家上午好。为落实习近平同志网络强国战略思想，紧紧围绕国家重大发展需求，抓住信息化对经济社会的引领作用，由工业和信息化部江苏省人民政府指导，中国工程院和南京市人民政府主办，中国通信协会等多部分联合协办的第二届全球未来网络学术发展峰会在南京召开了，第一天是主题论坛，今天是第二天召开的十个分论坛，未来网络学术发展与产业进展、江苏省通信协会协办，一是开幕式、二是专题报告，我们有请了15位中外专家学者，从未来网络体系及关键技术、安全、频谱、未来网络基础设施、未来网络产业等方面进行研讨交流，下面我按照出席论坛的顺序介绍各位领导和专家，在我介绍之后大家掌声欢迎。

他们是：

中国通信学会副理事长兼秘书长 张延川

江苏省通信管理局局长 袁瑞青

北京邮电大学网络与交换国家重点实验室主任、教授 张平

下一代互联网互联设备国家工程实验室主任、北京交通大学教授 张宏科

国家新闻出版广电总局广播科学研究院院长 邹峰

中国电子科技集团公司首席科学家 吴巍

上海交通大学网络空间安全学院院长 李建华

南京航空航天大学电子信息学院副院长、长江学者 吴启晖

中国工程院院刊FITEE总编辑 张月红

北京邮电大学教授 谢人超

清华大学教授、网络技术研究院所长 崔勇

University of Minnesota教授 张志力

Carleton University终身教授 F.Richard Yu

美国佛罗里达国际大学副教授 Jason Liu

国防科学技术大学计算机网络空间安全系副主任 孙志刚

中国联通研究院院长 张云勇

东南大学信息科学与工程学院副院长青年长江学者 黄永明

中南大学特聘教授 任炬

主持人：大家欢迎他们的到来，出席今天论坛的还有三大运营商，各省通信管理局、通信会，学术者相关单位的知名专家学者还有企业家，以及来自全国高校的老师和青年学生，感谢他们的到来。接下来有请中国通信学会副理事长兼秘书长张延川致辞，有请。

张延川：尊敬的各位专家、各位学者、各位领导大家下午好。今天我们进行未来网络学术发展与产业的深入交流，在论坛开始之前，我仅代表中国通信协会，热烈欢迎大家的到来。对长期关心和支持中国通信协会发展的各界朋友、各位专家、各位学者，表示衷心的感谢。

未来网络作为战略性信息产业的方向，各国都从国家战略层面入手，加大资金和人才投入，抢占未来网络的发展制高点。在学术界，创新型架构正在逐步完善和成熟，在产业界大规模的网络并购竞相迸发。对未来网络发展研究已经成为全球产业界的热点和方向，在未来网络领域增加竞争力我国也加大力度布局未来网络领域的创新和研究，网络强国战略的提出，为我国信息产业技术、发展方向指明了道路，对未来信息网络在可拓展性、安全性、可管可控和互联互通提出了重大要求。

目前，未来网络领域的研究，涉及到多种体系架构、协议等等，主要包括网络重构、网络搜集、技术软件定义，网络功能虚拟化，网络操作系统以及未来网络实验设施等等，面对当前未来网络领域学术研究和产业发展的百花齐放局面，我国如何走出具有中国特色的未来网络发展的道路，满足我国战略发展的需求和方向，是当前需要大家认真研讨的问题，我们欣喜的看到，在各界的努力下，全球网络发展峰会聚集越来越多产业界和学术研究以及应用各界知名的专家代表，我相信通过这样的交流和碰撞，，将对全球网络发展产生强大的推动力和影响力，也将会进一步加速全球未来网络技术和产业和应用的发展，中国通信协会一如既往孔宽松的环境，推动新型网络的发展，促进合作与交流，最后希望在座的专家学者、企业家们在本次论坛上畅所欲言，充分分享大家的智慧和经验，预祝峰会圆满成功，祝各位身体健康，谢谢大家。

主持人：下面有请江苏省通信管理局局长袁瑞青讲话，有请。

袁瑞青：尊敬的各位嘉宾、专家学者大家上午好。非常高兴参加2018年第二届全国未来网络发展峰会，再次我代表通信管理局对论坛的召开表示热烈的祝贺，对长期以来关心支持江苏通信业发展的各位专家学者表示衷心的感谢。

借此机会我给大家简要汇报一下江苏通信业的发展情况，今年以来全省通信业，立足制造强省，统筹行业各项工作取得了开门红。1-3月份全省完成791.5亿元，移动电话用户数达到9078.6万户，移动互联网用户数达到9460.5万户，省内增值用户企业数达到3000多家。近年来，以移动互联网、云计算、大数据、工业互联网、人工智能等为代表的新一代网络信息技术加速推广应用，驱动新一轮变革和产业革命蓬勃发展，从消费走向生产，从人与人、物与物的连接走向万物互联。

未来网络通过增强网络智能，提升网络计算传输和存储能力，有效满足网络发展的需要，更好向用户提供服务，推动互联网产业发展，对我省而言，我省贯彻习近平总书记对江苏工作的一系列重要指示，推动高质量发展走在前列，互联网正成为新时代江苏争创新优势、转型升级的强大动力，省委省政府高度重视互联网的发展，提出要抓好江苏的重大工程。

去年底出台的江苏省“十三五”信息基础设施建设发展规划提出，要大力推进未来网络实验设施建设工程，到2020年建成一个开放、先进、可持续发展的大规模通用未来网络实验设施，为研究网络创新体系结构，提供简单高效低成本的实验验证环境。今天的论坛邀请了科研机构和产业界的知名专家聚焦未来无线网络，网络空间安全等等热点话题展开交流，是一次思想交织，思维互动的盛会，相信专家们的真知卓见和精彩报告必将为我省带来系启发和新思路，我们以本次论坛为契机，进一步抬高起点，我省将学习和借鉴各位专家的新思路、新观念，为加快我省制造强省建设，会聚更多更好的力量，预祝本次论坛圆满成功。

主持人：谢谢袁局长的讲话，接下来是大会专题报告，现场交给我们南京邮电大学物联网研究院院长，朱洪波。

朱洪波：今天上午学术发展与产业进展的主题报告会，今天上午的第一位报告人是张平教授，他是网络与交换重点城市主任，国家自然基金委，科技部863的主席专家，他曾经获省部级奖励多次，2010年全国优秀科技者工作称号，他今天主题报告内容是5G无线通信系统与技术，下面有请张平教授。

张平：非常荣幸来做这个报告我稍微改了一下题目，讲讲演进和发展的方向。对5G大家已经讲得很清楚了，实际上分了三块，一个是EMDB一个是万物互联的网络。

对于（英文）都很清楚就不仔细讲了，现在产业界在做这件事，我们把它大概梳理了一下，从用户体验、连接力度、连接能力，这是5G的需求，它在一些典型的应用场景里面，比如说增强型的移动宽带、M2M等等，我们关键有些技术去实现它，这个东西我们实际上总结出来文章发表的通信报告，我不仔细讲了。关于国际化、标准化的进程，我们有两个点，大家可能比较关注一下一个是我们现代的4G怎么用5G的新技术，还有一个新的口VR，关于这点，我们有一个说明，所谓现在的5G在4G的网络上实现5G的指标这个在韩国的冬奥会上做了一些演示，给大家做了一定的演示成果看出来了。到2020年在日本的4G可能会有更大的演示。

VR可能会提前也会延迟，说到5G会有很多不同的说法，我们要简单的分享。我们中国的话，也在做这件事，工信部的通信发展师主导这件事，对5G进行从运营、系统到研究各个方面进行实验，向我们的第一阶段就是关键技术验证，第二阶段就是技术方案验证，第三个阶段就是系统验证。

现在像（英文）工业互联网的话，几乎还没有开始，我觉得也是我们大家的一些方向，因为它有很多避雷，跟通信不太一样，它有很多避雷的存在，我们需要对它的需求，去克服这些避雷，因为没有统一的技术能够满足所有的需求，这是我们现在面临的问题。这个方向的话，我觉得已经在十九大或者大家也看到，我稍微讲点政治，就是十九大对以前的创新地位的主体地位发生了一些变化，有一些重新的定位。过去我们认为企业是自主创新的主体，实际上变化应该是我们科技界主动接近产业界。过去企业是自主创新的主体，现在是深化科技改革建立主体，我觉得这两个可能稍微有些变化，像高校和科研单位，在这里面起到的作用还要有加强。我觉得大家在530，在今年的科技日的时候，会有一些更新的讲话的精神，大家可以注意一下。这关系到我们发展的方向，所以我觉得，要顺应这个产学研，深度融合的时代背景，探索建立新科研体系，加强应用基础研究，上天提出理论，入地审出（音）行业。所以我们在5G的行业，虽然有避雷但是也有机会。正是因为有避雷才有我们存在的价值，所以像新的“四化”（音）融合，新一代的智慧城市建设在这里面都有互联网很好的价值。

所以在4G以后，新业务逐渐浮现出来，我们看到用户体验需求不断提高。像AR、VR、MR等等，这个新的业务对传输速率的要求不断提高，当时的问题就是我们能够提供的资源支撑这个的没有那么多，比如说频率资源没有那么高。第二个是我们万物互联这是我们发展5G的驱动力，就是无线通信行业渗透到各个垂直行业里面去，改变人民的生活和影响，社会的各个角落，这个讲起来就有意思了。我们可能过去的通信，昨天我看李老师讲的也挺好，从初步的通信到高级的重新，逐步的过程，所以对带宽传输速度都有很高的要求。我们乡智慧家具、车联网都给我们提供无线的空间想象空间，促使我们做很多的事情。

我们在2020年，就是2020年的冬季奥运会，我们通信运用如何与奥运会结合起来，这是我们目前想的一个非常大的事，就是如何体现我们中国特色的科技冬奥，因为在科技界的话，在奥运会科技含义越来越充分，就是它把参与都用科技含义包含进去了。那我们这个北京的冬奥会，它是非常有特色的。首先它是两个城市，而且跨两个省，一个是跨省市，跨北京延庆然后到了从理，我觉得我们5G在冬奥会上应该是一个比较大的展览，但是这个事我们已经在科技部立项了，一个重大的项目在立项，这个由联通主动做这个事，我们也是积极参与着。如何把5G大规模商用表现在我们科技冬奥里面去，所以在这里面，我们在北京冬奥里，我们在去年的最后一天，在北京邮电大学召开了科技冬奥的研讨会，那么我们有很多的专家各出高见，有很多高见，主要的意思是如果把参赛、衣食住行都用我们5G的场景，来完全表现出来。比如说我们好的覆盖用卫星，那我们去观赛从两个城市，从延庆到从理，通过高铁，那么高铁里面我们一边做高铁还可以看到运动会的场景，甚至这个场景通过AR或者VR能够体现出来，还有我们各国的运动员如何能够更好的体验，所以这里面我们能做的事情很多，这是我们的一个简单的设想。

所以总的来说的话，我们如何用像大数据、AI、人工智能结合5G来支持科技冬奥，这是我们目前要做的一件非常大的事，就是我们希望能够搞通信的这块，因为联通是赞助商，我们希望能够在这块能够做得很好，所以我们也提了比较宏伟的设想，一个是参赛、观赛，还有一个是衣食住行，我们通过延庆，通过我们的一些设想用物联网的概念把我们的信息系统能够建立起来，这个我就不讲了。这是我们大概的一个设想，比如说我们有最底层的是多个异构的无线接入，然后通过高层的处理能够提供一个人工智能的信息环境，智慧、社会的动态感知以及到大数据的信息环境，提供对赛事最好的服务，总的来说的话，这个我就不讲了，这是我们的一个实践。

总的来说我们要通过落实总书记的讲话，我们从理就是从理，因为考察冬奥会，我们跟当地做了很多调查和了解，我觉得从理的环境是非常好的，北京还是雾霾很大的时候，从理的环境非常棒，我觉得绝对一级，所以从理不能开了奥运会把它变成乌烟瘴气，所以我们要保持从理的自然环境，科技如何能够对它服务做起来，这是我们的需求。

下面讲一下演进，演进就是说我们从基础理论上讲，我们如何满足我们前面那些需求的发展的话，我觉得还要从基础理论上有所突破，比如说基础理论从经典信息论我们最后到网络信息化，以后会大规模发展到网络信息化。演进的技术有互联网、光通信，将来到了融合信息网络，把互联网、光通信、无线通信整个合起来了，它不光是一个移动通信的概念，业务的推动我们是窄带通信到宽带通信，就是空间通信，海域的通信都能够连接起来。所以我们研究的背景就是，我们现在的1G到5G已经完成了，基本上解决了个人终端面向陆地覆盖的问题，无线正着海孔天一体化融合网络发展，第二个是大数据、互联网社会融合空间的要求，对我们无线有更高的要求，我们需要的是一个泛在的网络需求。

我们从这几个来说，一个是速度，一个是广度，就是我们服务的对象到人机物，5G已经扩展到人机物之间了，我们以后要深化，这个过程我们实际上要有一些信息处理的手段，比如说传输、处理到应用，它是一体化的，所以从这里我们如何探索无线传输的新维度实现跨越，然后立足全方位的融合无线网络。我认为6G的概念和B5G的概念将是一个立体的概念，到了5G我们加了两块，6G我们的想象空间会更大，在这里面我觉得基础理论的研究，在座可能高校老师我们需要广义的信息论，广义的信息论我们包括语法、语义和语用。我们过去都是用的语法，研究语法特征，指导了我们近60年的信息网络的建设，所以在6G或者5G移动通信的发展，有赖于基础研究的突破，所以语义信息向广义的信息论研究状况。所以这里我们要研究一些有用的技术，比如说我们怎么来测量它，对它进行定量的测度，因为我们语义不是能够01、01体现出来的，我们如何对它进行测度，第二个怎么进行压缩和构建，对它进行传输，这个传输它的含义肯定就高了，我们可能传输的是（英文）或者是它的意识，还有我们如何对它进行优化。

我们在这个传输技术上有两个点，一个是联合优化，我们在1G到5G的阶段，我有一个很不幸的消息就是（英文）被人干掉了，就是成为5G的技术，最后慢慢又被人干掉了，被美国的（英文）它们干掉了，从这块的话，我觉得（英文）为什么干掉我感到遗憾，并不是它们之间的政治，我觉得是技术上非常大的遗憾。我们（英文）是一个联合优化的概念，它把通信各个的传输链上的各个点能够优化起来，都能够联合优化，这块被美国人干掉了，这是网上面传的，不知道是不是真的。第二个是深度学习，赋予通信系统智慧。

那我刚才讲的极化码的传输是新型的编码，已经被接纳为5G的标准，它的应用场景很多，而且它把场景的各个因素考虑进去，都能够达到容量极限。所以这次行的话，我们在5G、6G可以深入研究一下。

深度学习的话，大家都在讨论智能什么的，我觉得可能跟我们传输到底有什么关系？我们还去想想如何用最大自然的、高的复杂度的关系，通过我们训练、机器学习的方法来做，这里面我们要用到基于深度需要的（英文）检测技术、以及抗干扰协调的技术，通过训练的方式去做能够绕开计算的复杂度，成为（英文）的问题。

特别在视觉的MIMO，如果我们MIMO很多的话，我们就是一个定型的传输，还有量子通信。还有海洋的通信，它纵身和长度通信的模式都是不一样的，在这里做了一些工作，我就不讲了。

我觉得一些重点就是如何把通信探测、导向以及定位技术都能够把它融合起来，过去都是独自发展的，我们各是各的，北斗是北斗，通信是通信，反正在北斗还做了点尝试，如何传短信，当然那是（英文）的模式。所以我觉得还有无人车，无人机等的快速发展，机器研究深度融合的智能体，这里面我提了一些挑战。

如何在前端实现它，这个我不讲了。下面比较有意思的就是我们要把微波无线通信面临的挑战和光通信如何融合起来？实现多功能的连接与协同，我觉得跟将来的发展方向，单纯无线是不能解决问题的，现在有人说了5G不赚钱了，反而光通信赚钱了，所以我们要发挥微光子技术。

像这里面物联网、人工智能，具体连接到网络方面我们要通过光的方式把它实现，所以在这里面，用光波的话，就是能够实现宽带和低损耗。我们在这里面要研究一体化的光子无线电技术。

最后一点讲讲OAM的技术，过去我们讲螺旋的光，已经有很多在光通信实现了，但是在无线当中它的复杂性，或者是大气川流的影响，它定位的精度是不够的，当然我在做工程院项目的时候，提出一个观点，就是在发射端做一些技术。大家知道通信技术是一个对等的，就是前端如果信息量大，后端就稍微简单一点，所以我们的一个团队目前做的就是，把这个跟光能够结合起来，来跟无线结合起来，在OAM找到它新的技术，尤其在微波的多普勒效应，可以进行高清晰的感知技术，感知的升级，我觉得雷达也是一个非常大的应用，因为我们很多时候跟定位是不能够短缺的。所以从网络来讲的话，我们现在做的很多（英文），我觉得将来我们是多网络、多层次的，我们开始往智能化方向发展，但是还有挑战，我觉得未来的网络具有全面的智能，网络结点有通用的自学习的特性，所以未来的网络会不会是一个AI的（英文），我们现在有（英文）的功能。

最后一点，我觉得将来我们的终端跟基站都是对等起来的，因为随着基站量的增大，我们手机基站功能叶非常大，在这里面我们的手机和基站功能完全一样。真正实现了我们50年代说的，大家为人人，人人为大家的理念，首先通信要实现起来，这里面有协同通信、协同计算、协同存储还有能量的，特别是能量的协同传输方面和服务质量的保障方面来做这些事情。能量是另外一个事情，我的物联网从清华引进了能源物联网、互联网的概念，但是它做了很多有益的东西，这个以后再说。

总的来说，我们将来的信息的通信网络肯定是一个泛在融合的超大容量，灵活智慧的光和无线，还有我们的信息处理网络的融合，我就不讲它了，谢谢大家。

主持人：谢谢张平教授，下一个报告人是下一代互联网互联设备国家工程实验主任、北京交通大学教授张宏科教授，他是我国两期973的首席科学家，他今天的报告主题是未来互联网体系及关键技术，有请张宏科教授。

张宏科：谢谢大家，我今天跟大家汇报的内容是信息网络体系及工程运用，实际上这是我工作30年主要的经历，就是为了这个目标新的网络体系和它应用去工作。这个工作能反映现有互联网从过去到现在到未来的发展趋势，基本上能从我这个工作团队30年的经历能看出它发展的过程。

我们从以下几个方面给大家汇报，首先看背景，在国际方面特别是随着网络和应用规模的不断扩大，暴露出原始的很多弊端。比如说安全性、移动性等问题，实际上引起了国际上众多同行人士的重视，近几年，为什么出现外联互联网热，新的通信技术的发展，这跟它的现有网络。实际上我们现在用的网络就是互联网，每天用的网络基本上都是互联网，从国内方面，由于网络技术长期受西方发达国家的控制，缺少我们国家主导的通信网络系统。比如说高铁上，高速移动下的高速传输现在网络也很难办到，这些智能制造行业，是制造大国但不是制造强国，如果变成制造强国网络技术是它的瓶颈。那智能制造行业需要一个规模性的行业，现在的网络也难以支持，当然军事也需要我们自己国家的网络，所以全世界都把网络的新技术、新体系作为重要的内容。

大家看下面的我们国家也很重要，我主持过973的项目，通信口是首个973项目，全世界都知道这个事重要，所以我们未来网络全世界都在研究新的网络技术，都在做。总的来说设计构思一个新的网络，为什么花了几十年的时间？其实蛮有挑战性。首先要把以前的网络要理解消化，它为什么有这个问题？它的好处在哪？你要理解清楚。所以你要花好长时间，是几个计算机工程是达到我们这个网络，你要搞清楚它的基理、原理，找出它的问题本质，最后提出解决问题的方案，所以花的精力比较多。而且这些问题，你还要感觉（英文）这种各种各样的问题，你要综合性的解决，还要保留过去互联网的优势，还要综合解决这些问题，所以对主设计人非常有挑战，花了几十年的时间去做。

我们看我的工作反映了这三个阶段，第一个是IP网络，我们把这个网络它的基理、原理，它存在的问题，为什么满足不了我们现在社会发展的需求，找到了问题还能提出思路，为此提出设计第一代的网络。

最后落实到我今天主要讲的智慧网络，昨天专家讲的要规模大，能灵活开通各种应用，各种虚拟网，专家们那些构思在我们实实在在的网络已经设计出来了，而且在某些行业已经在用，在我们大通信行业、大运营商，由于种种原因还有一个推广过程，现在的IP网络，从小规模的设计应用到大规模的应用，用了20多年，这是很正常的。这个智慧网络我们叫智能网络，智慧网络还没有在国际上很重视，所以这个我们叫智慧网络，智慧网络的目标就是我们刚才提出的现有网络的一些问题，我们结合未来的需求，这就是我们主要提出的。

那这个阶段通过V6的方面，我们做了无线方面的探讨，我们做了安全的探讨，也出了这方面的，因为这个路由器也出自于我的团队。总的来说从十多年IP的研究，我们发现它还是比较简单的，也很有意思的，我们发现IP实际上就是完成IP之间的通信，把用户和应用解析成IP，所以有了各种IP的解析域名和服务器，目的是把用户和运用解析IP。你要完成IP这个网络，原理都一样，你要学会划分和定义，IP的就是把用户和应用能通信，IP协议站就是我们的应用协议站。这三个要素，目前这三个要素的核心技术基本上都是西方设计的，都控制。域名那块、地址的定义也定义好了，协议虽然是公开的，大家都能做。

我们发现现有的网络一套应用一套标签，为什么不能统一标识呢？简单、方便、容易管理、容易管控，所以想出一个标售网络。第二你不是有安全性？我从机制原理上移动支持，安全性好，这是不是就出来了，就按照这个思路，我们的网络就这个目的。为此我们设计了国内外第一代新的网络系统，以标识为特征的网络，具体来说它有它的工作原理和机制，我们运用四个标识，这四个标识是服务标识、连接标识、接入标识、交换路由标识，这样设计好多了。

下面就是解释一下我们网络的基本原理，采用了用户和网络分离机制，解决安全性，移动性等问题。安全性上面的图解决传统的网络，安全性为什么差？容易攻击和欺骗，那我们的新网络，标识网络解释为什么安全性好？就是这个原理。

这个网络早期设计的时候就是通过APV6，现在很多专业人士都不知道，认为它没有带来好处，只是地址多了点，实际上他没太理解。我们设计这个网络，只是一个标识的特例，把V6、V4作为特例，你不用改变应用，我们采用了分离的技术。

我们用接入网把变化的计算的信息到边缘处理很容易，把骨干空出来，这样网络的安全性、移动性得到了本质上的缓解。现在咱们推的时候，老找不到主线，老理解是狭义的V6的好处，理解成我们这个东西是不是就多了，本来我们就是为了设计网络兼容，又是自己的又是全新的自主的东西，也可以兼容，这不是好东西吗？这个东西这么多年下来了，它的第二次高峰应该说又到了，这个东西还是好东西，我们这个东西目前很多单位比较重视，所以这些评价也不错，界定也不错。

这就是标识网络，我们在这个基础上设计了智慧网络，智慧网络是什么？以智慧为特色，以标识和协同为特征设计这个网络，智慧就是我们的目标我们要做一个智慧智能的网络，不像现在是效率低的网络，那么标识还有要协同，大规模应用协同，应用网络协同应用，应该这个技术设计这个网络。设计出来我们的效果很好，这是我们最终设计的网络，我们把网络的体制机制的设计弊端，还有老百姓感觉的问题，真正摸透了以后，提出了解决方案，就是我们的解决方案。

但是看实体域就是我们实际运营的网络，行为域就是负责网络动态信息的控制、计算与协同。就是在架构上不向过去捆绑在一起。

我们引入了人工智能、网络功能、网络性能，各种知识库，进行大数据和我们智能算法的人工决策来分析，让网络白天工作、晚上休息。

你看我的网络，应用层面，网络层面中间是资源适配层面，现在的计算机是一家做的，现在做的一下成本下来了。这就是开放了以后，应用和网络适配，什么运用？就是李总昨天讲的构思，我们现在做的就是这样做的，我就这样叫李总了。

我们的设计的网络确实不错，实际上人工智能也不是新东西，我们做了多少年了？我不是说它不好，是因为我们网络的应用能力增强了。

这是讲应用，在我们工网那块慢慢来，我们的团队大家看这些书，全部是（英文），我不让我们的学生拿着我们的（英文）去武装，当然对他们也有好处，我们要打自己的品牌，大家看题目，我跟其他的同行的题目有所区别，我们要做我们自己的品牌，这是从书讲，我们国际上出了首本网络方面的书，这是界定的也不错，这个图大家搞这个（英文），你们千万不要生气，我是客观的比较，这些好在哪？最近出来全是对我的技术支撑，我那个（英文）的思想，不是说你那个不好，那个也挺好，只是限于（英文）还是不错的，我的网天生就有这个技术，我这个技术现有也确实就是（英文），你跟我是互补的并不是矛盾，也不是你好我差都需要这样的技术。

大家看体系上有比较，主要技术上移动性、安全性、各有各的好处，我们有我们的特色，总而言之，在应用上我们要解决什么问题？要找到不可替代的运用。

在工业制造方面，你的规模网实时可靠，你现在的网能做到吗？还是难的，你在局部驾驶可以。这是我们的一些应用。

在传统的电信业很有意思，我们的技术在2008年就转给中信通信，大家看一下这个例子电信云很有意思。

这个网络流量、网络用户大了以后，网络还是那个网络，抽象是虚拟网能算过来吗？你毕竟是抽象的东西，没有真的通信能力，通信能力没增强，你是虚拟化管理，你是让它灵活了一下，你真的基础设施没有变，你真的东西没变，你上面的东西能好吗？我好搞云中信的人千万别高兴，张老师是实实在在研究科学问题，我是讲这个东西，你们再这个事的人千万不要不高兴。

我们的应用和网络，是协同的，在三大运用商和无线，你的用户和网络不行，你用的只是运营商的一张网，网络上比较依赖我们（英文）的技术，不用建基础设施，你建了没有好好用，没有好好协调。实际上是应用和网络，一个资源和应用的协同问题，解决就是这样，所以说用处很多，标准也好多，我们外来的工作也很多，我就不讲了。

我们希望参加进去，在工业制造我们希望有贡献，不是跟大家抢饭碗，是跟大家一起共同奋斗，谢谢大家。

主持人：谢谢张宏科教授，下一个是国家新闻出版广电总局广播科学研究院院长，邹峰教授，他是国务院政府特殊津贴专家他曾经主持数字电视等数十项科研项目，他今天的演讲题目是广电网络的发展前景与趋势，有请邹教授。

邹峰：非常感谢组委会给我机会参加这次研讨会，原来参加这个会确实抱着只是来学习的想法，没有想在上面讲点什么，后来组委会让我来讲，我想了半天，也看了课题安排，我选择这个课题也不是随便选择的，是今天整个的课程安排和未来广电要做的事非常接近，所以今天我是给大家汇报一下广电目前的具体情况，另一个是给大家谈一下广电未来几年，围绕着我们的传输，围绕着我们的未来网络需要做的事情，一个是给大家提一下广电在应用中的需求，同时也是希望我们在未来的5G，包括APV6，包括下面老师谈到的网络安全里面，能够了解和考虑广电的应用。

一开始张平教授谈到的产学研，从原来的创新主体到现在的产学研深度融合，广电应该是在应用的领域，今天汇报三个方面，一个是广电的现状，我会简单的给大家谈一下，主要谈一下我们广电今年提出的智慧广电的内涵和发展路线，这是我给大家汇报广电未来几年需要做的事情，最后简单给大家汇报一下我们对智慧广电发展的思考。

一个是给大家汇报一下我们广电的发展的历史，那么这个历史大家很清楚，广电从黑白到数字电视，现在刚才张老师谈到了，我们现在已经从高清转向了超高清，从单项变成了双项，这是我们广电的发展历史。2017年大家也清楚，广电发展历经了我们是最艰难的发展时期。

第一个是我们的用户从2015年开始到2016年到2017年基本上按照每年7%-8%的速度在流失，我们的广告收入除了央视和个别好的省市以外，绝大部分的省市广告数也在面临的着互联网的大量冲击，也在大量流失，能维持原样的不多，这是我们的现状。

大家也注意到了，今年广东省提出了超高清4K的项目，广东省省长是工信部去的，他提出的思想很明确，就是要带动广东省电子产业发展，我们和省长谈过，我们作为他邀请的专家，跟他谈过。他的目的就是带动信息产业发展，三大产业厂家全在广东。广东还有一大批前端设备的专家，超高清和未来做的5G有关系，这里面我们也想提一下广电的需求。对超高清实际上六个标准，不是简单的清晰度，实际上清晰度只是我们一个概念，那么目前从电视机产业所做的超高清电视大多数满足了清晰度分辨率的概念，小部分我们叫（英文）的概念，对我们的增率（音）、音频、量化目前不多，尤其是增率，从目前所有以（英文）传播的电视增率都满足不多，从国际来进，我们的增率是25%以上，我们广电至今的增率标准50针以上，我们的（英文）传输还有限制。

现在高清满足了大家的要求，是不是要用超高清，特别是显示屏幕上，超高清应该在70以上的彩色电视，才能够看出高清电视的差别。目前随着技术的变天在50寸以上就能够看到它们画面的差别，中央电视台计划用3年的时间把我们的高清节目全部变化超高清，这样就是目前不用说是我们的通讯的传输带，就是我们广播式的传输带容量都有比较大的问题，预示着三年以后，整个的都需要大量的传输，可能都需要5G的方式或者更高一点的方式来传播我们的广电节目。

这是我们广电面临的复杂性，我因为时间的关系，我不在这讲。下面我们讲一下我们广电下面要做的事。这个PPT可能大家好理解，实际上我归纳了一下，广电要做的事，为什么和今天的会有关系。广电的事，4、5、6都和我们今天的会有关系。4就是4K超高清，广电计划用超高清带动我们整个前端的发展，我们希望用4K带动整个产业前端的发展，前端做好了，我们需要传输过程，传输过程能不能满足4K的要求，这是目前最大的关键。现在从全国的方面来看，我们通过IP来传输都有问题，现在最多的传输率做到30针，其实我觉得道理非常简单。现在无论是从中国的消费、工业制造水平，我们都选择了中高档的路线，如果你采用了中高档的标准，你才能够在产业发展占有一席地位。从目前来看我们的IP还是满足不了这个要求，所以今天听到张教授谈到5G的发展，我们也希望5G能够把未来的广播电视的传输容纳到里面去，我们为此做了一个调研，就是目前广播方式无论是在美国还是在欧洲国家，都是无法代替或目前现有这种通讯的方式取代的，广播方式会作为一种传播方式存在相当的时间。

我们广电在发展的领域，我们受到过很大挫折，原来我们的政治属性的地位，一般来讲我们是不与公共传输的领域相结合。比如2011年广电还允许广电的节目制造网络和互联网相连，我觉得工业部门在十年前已经开始了，但是不但是不允许而且是物理隔开，这可能也是导致了我们广电整个发展比较慢的原因。那么现在广电可以很明确提出互联网，你要不充分利用互联网的功能和优势，同样会继续阻碍广电的发展。那么怎么做？所以在5G里面，大家也看到广电的标准制定做了比较大的变化，原来是有一个通讯标准，广电必然有一个是我们自己的广电标准，那么现在在广电领域非常一致。希望在未来的传输标准里，比如说5G能把广播式的传输模式加进去，这样无论从生态链国内自身的发展，都会有一个非常好的地位，这是我们说的第五个，5G。

还有六是什么呢？就是APV6，特别是去年2017年10月份发布了关于在中国推进APV6的计划，里面很多的篇幅写到了APV6，特别是广电网络的APV6。广电也非常认真和积极做这件事，做得第一件事，目前我们在广东国家投资了3000万，自己投资了1个多亿，建设了一个IPv4到v6的转换，我们叫云交换的基地，为什么广电要做这个事呢？我们也可以在这坦诚地说，我们目前在召开的会上，比较积极主动做IP的事，可能比较大的网络一个是中国移动一个是广电，这是两个比较积极的，因为这两个大的网络公司都没有互联网的国际出口权。还有一个想法通过下一代网络能够拿到国际的出口权，这是很简单的目标，刚才有一个数据说，现在目前广电网络的宽带用户只有3000多万用户，好像跟袁局长谈到的也是，全国3000多万用户每年基本上全部用来交到了互联网出口的费用，这是他主动的想法。同样联通也是，联通互联网交的也非常大。所以APV6广电的积极性非常高，这也是我们做的宏科老师讲的APV6为什么要做这件事？

第7个要做的事情，可能应该从2014年开始从通信行业和广电行业争论比较大的，实际上在我们这可能归纳到700兆频率的事，在广电实际上我们当时考虑的很简单，是有线、无线和卫星的协同覆盖，那么现在互联网出来了，可能要加上有线、无线、卫星和互联网的协同覆盖，提出的理由很简单，我印象还是2017年10月份，广电在讨论广电的自身弱点的时候，当时没想到700兆那么复杂的事。我们总局从卫星传播，它也有1.2几的用户，这些用户是内部竞争，我们广电当时提了一个思路，是不是能把覆盖协同一下，这是当时最简单的思路，当时做实验的发展一个是700兆，相对这个可能还会空一点，当然现在又被挤满了。

第二个2014年整个互联网不断起来，用700兆的频率如果能用到互联网，整个的经济的从成本应该只有原来的六分之一或六分之一多一点，这一下广电公司很大，同时2014年开始和通信部门有比较大的冲突和交涉，原因很简单，原来广电的频率全是免费的。

但是经过几年双方的沟通，目前出现了非常好的时机，一个什么时机？第一，你还是做广播电视，做双项广播电视来用，作为工信部还是非常支持的。当然这是最近谈的，如果你把它作为商务应用，应该适当考虑到商务运用国家法律的要求，双方在原则上达到了非常好的共识，但是还没有最后的签署协议，所以这也不好讲最后在哪几个方面签署。在这个方面应该说是做的比较好的，这也是我为什么不按PPT讲，PPT可能讲的太官方了。基本上广电这个领域我归纳为4、5、6、7，4是我们自己的，实际上在多还包括我们节目的制作。5就是我们的5G，我们希望5G能够考虑到广播电视的传输，从我们现在的调研和研究来看，还没有哪一个通信师能够完全替代广播方式，至少它大众比较广、免费的形式和费用非常低的方式，还是有很大效果的，因为我们在2008年在做这个方面的时候，北京奥运会的时候就很简单，通信方还有一个很大的问题，比如说主会场你想在点播这个时候的，不光是费用到还点不到，十九大开幕的时候，大家学习，还有很多人都是主动要学的，实际上大家都非常主动认真学习十九大，都自觉地收这个节目，但是传输流量有问题，可能在5G当中有问题。那6是APV6，我们正在做南京未来网络，想通过APV6的数据网方式，把全国有线电视和国家网络公司进行互联，这是我们目前在做的事，可能和张宏科老师也有联系，因为你们实验室也在做这个事。第7，就是700兆，这个肯定是网络要做的事，在700兆还有一点想法，就是在所有的手机接收在国际上，手机接收的频率是700兆以上，只有在中国是800兆以上。

所以这就是我们要做的4、5、6、7，还有未来的一个，广电还有一个最大的特点，就是加密网络的安全尤其看中，去年国家要求我们都要用国产密码，这是我们目前广电在探讨的事，对不起可能占用了大家的时间，谢谢。

主持人：谢谢邹峰院长，下一个报告人是中国电子科技集团公司首席科学家吴巍教授，他今天的报告主题是天地一体化信息网络体系结构，有请吴巍教授。

吴巍：今天汇报的题目稍微改了一下，关于天地一体化信息网络里面一些关于研制建设的设想，里面的总体方案给大家介绍一下。

首先汇报项目背景，项目背景这个项目天地一体化信息网络是我们国家在“十三五”期间，按照习主席的要求，等于新安排的国家重大项目，这些项目列到了咱们国家经济发展“十三五”规划纲要，它的背景主要是十八大之后，我们国家提出了一些国家发展的新目标，我们的战略目标一个是关于全面建成小康社会，还有实现中华民族的伟大复兴。我们的战略空间是太空高边疆等等还有就是一些能力，包括创新驱动发展，包括五位一体发展，这都是十八大里的。

我们要保障国家重大战略行动的安全通信能力，支撑国家海外利益拓展的全球服务的能力，还有确保国家应急信息服务的快速相应能力，全面促进信息普惠共享的均衡服务能力，驱动经济社会创新发展的互联融合能力，需要的能力都需要天地一体化。

针对这些能力所归纳的一些问题，我们的卫星覆盖国土，在全世界不到三分之一，我们相当于我们国家通信的覆盖范围，地面网络就相当于，地面网络是东部发达，西部欠缺，包括核心技术不掌握，互联互通手段不可控，安全可行不托底，还有包括网络体系架构不合理，服务能力跟不上，这些都是问题。

针对这些问题，国家把天地一体化信息化网络列为“十三五”规划纲要科技创新2030的重大项目，这里面有6+9，关于科技的项目、重大工程的项目。它的目标是天地一体化信息网络是面向国家战略的需求，以保证国家网络与信息安全为出发点，它主要有三条主线，第一就是聚焦前沿技术自主创新，抢占国际信息技术领域发展的制高点，聚焦能力建设网络，支撑构建满足我国新时期发展的战略能力体系，开启天地一体化信息网络+应用模式，提升产业乃至国家的综合竞争力。

基于这个，就相当于国家科技部等12个部委，于2016年年底成立了一个25人的专项编制实施方案，目前的实施方案已经编制完成了，现在已经通过了国家科技领导小组的审议，前段时间，像刘贺副总理本来要汇报的，刘贺现在可能去美国了，汇报完了以后，这个实施方案就批下来了。这个项目规划600多个亿，反正给国家投资200多个亿，再加上企业的融资、自主投入，反正规划是600多个亿，这个项目。

这个项目把总体方案介绍一下，它整个的项目是这样的天地一体化信息化网络以地面网络为依托，以天基网络为拓展，基于统一的体系架构，统一的技术体制构建，核心是通过联合组网、资源贡献，实现韧性服务和快速响应。

总体的技术方案是采用“天网地网”架构，由天基骨干网、天基接入网、地基节点网互联形成，并可与地面互联网、移动通信网开放互联，这是它的组成。

下面介绍一下天基骨干网，是这是基于全球和重点区域多重覆盖考虑，我们由布设在地球同步轨道的6个骨干节点组成。节点1、2、3、4是可视节点，与地基骨干节点直接互联，天基5、6是非可视节点。

天基接入网，不依赖与境外布站、采用多轨面空间组网结构，提供全球移动通信、宽带接入及区域增强通信服务，网络节点数量达到120个以上。

另外还有地基节点网，初步的考虑是境内部署若干地基骨干节点，实现天地互联、运维管控，按需提供应用服务，视情向境外拓展。

另外这张图给了整个网的接口关系，这是按照我们网络跟网络之间，我们叫做NNI的接口，还有UNI的接口主要是把接口的标准化工作做好，大家就能实现互联互通。

这是我们的功能模型，它主要是实现了网络一体化、服务的平台化、应用的多样化，另外考虑到安全保密，我们把整个功能模型，变成了“三层两面”的模型。

首先是基础网络，到现在做网络会采用一些新的技术，这里面包括软件定义、网络资源虚拟化等等，把这些技术利用起来，来实现网络的分域隔离和跨域安全的交换，为不同的应用系统的用户提供不同安全等级的业务承载网（音）。

这是关于服务平台，按照资源联合、云端汇聚的思路，采用分布式数据中心技术，实现网络信息服务功能的逻辑分布与聚合。

第三是关于应用系统，按照网络拓展、服务延伸的思路，采用“网-云-端”，实现网络应用。

在安全防护这块引用了人工智能和拟态防御技术，按照内生安全、动态赋能，将安全防护功能嵌入网络节点，并建立软件定义、安全体系，实现跨域动态防御。

这个在运维管理要引入人工智能的技术，按照“两级控制、跨域联合”的思路，来实现网管资源、集成测控、运控，实现网内资源集中管控，跨网资源联合调度。

这个整个一个标准体系，在这就不仔细说了，包括总体的标准、网络服务的、应用集成、安全防护等等，这些关于标准的体系，这是在实施方案里面把它规划好的。

下面说一下整个相关的技术，这里面的关键技术，相当于按照这几类，针对全球覆盖、按需服务、安全可信、可控客观等要求，分成了八类，顶层设计技术、天地一体化网络应用服务技术等等。

顶层设计是按天地一体化信息网络重大工程，主要完成的工作是需求的按照，军的需求、民的需求都要照顾到，包括体系结构怎么构成，构成之间是什么关系？包括技术体制、规范，因为这整个是空间的网络，卫星的频率怎么保障，这需要顶层设计考虑的。

关于传输，就是这样面向天地一体化信息化大尺度高速传递信息问题，需要研究星间的通信技术，以及长寿命高可靠星载激光通信，空间频率轨位资源共享与增强利用等关键技术。

第二个是关于空间动态组网，就是基于人工智能，应用于任务驱动的控制，就是刘院士也说了，在网络引用人工智能，类似于操作系统。

第三个是关于应用服务，面向天地一体化网络多维多尺度的空间信息获取，处理，网络化共享等服务的问题，需要研究面向任务和应用的天地一体化网络通信服务，还有空间网络约束下分布式空间遥感数据智能处理与信息共享服务，广域时空联系的定位导航增强服务等关键技术。

这是多网系融合，我们本身就包括我们的地面网，包括骨干网，还有地面的互联网和移动网互联互通，因为我们跟军网各种战术网互联，在这里面需要多网互联互通的问题，这些技术可能都利用到。

另外还是内生安全防护技术，面向天地一体化信息网络环境开放，军民功用，滚动建设发展等约束下的安全防护问题，这里面有好多要做的。

这里面就应用网络关联和测控关联，这里面需要解决很多关键技术。

另外就是整个新型天基网络的节点，这也是关于把整个系统做成网云，跟刚才张老师说的概念基本差不多，包括它的认知和重构，包括它的动态变化等等。

我的总结是整个天地一体化信息网络是科技强国的重要技术标志，是信息时代我国战略性公共信息基础设施，实现天地一体化信息网络重大项目是实现创新驱动发展，推动产业升级建设网络强国的关键举措，必将为确保国家安全提供有力支撑，我的报告就这些谢谢各位。

主持人：谢谢吴巍教授，今天上午还有三个报告因为今天内容很丰富，我们的大会因为时间问题，每位专家25分钟，应当说时间太少每位专家很好控制，但是三个报告我们今天上午要到12点半左右结束，所以请各位听众和各位代表坚持一下。

下一个报告人本来是上海交通大学李建华校长有事，我们有请伍军副教授来替他做报告，他的主题是未来新型通信网络的威胁与防御，我们有请伍军副教授。

伍军：各位领导、各位专家，大家好。那我叫伍军，来自上海交通大学，因为李院长临时有其他重要的任务，我代他给大家做一个汇报。我今天汇报的题目是未来新型通信网络的威胁和防御，当然未来通信网络的种类和形态很多，我们主要还是关注SDN（英文），主要是安全的威胁和我们所能够采取防御的技术，那么我们主要是从这三个方面做介绍，第一个是新型通信网络本身威胁，安全防御关键技术，第三个是我们在做的事情。这是网络通信的发展趋势，从我们最开始的网络它的整个趋势由我们原来刚开始的小规模的，发展到大规模的IP网络，再到我们的（英文）化，以内容和用户为中心的点评化的结果，到未来的网络，我们的网络可以更好应用，比如说云、大数据中心，把这些上层服务，直接拉到网络层，跟网络层做一个扁平的结合，无缝对接。

那么这是一些新型通信网络的网络的需求，在未来的新型网络都会运用到各个不同的领域。这是各国对未来新型网络的大量的投入包括欧盟的FP7等等，根据现在的网络，新型网络应该是主流方向之一。另外一个是ICN，我们的理解是我们承担国家的项目包括华为中心的合作，我们的理解，我们从IP过度到未来网络的话，我们认为是一个方案。我们可以看到，这是去年国际电信联盟ITU的文件，它已经把信息中心网络已经作为5G网络非常关键的技术写如到这个文件。实际上这样的技术可以在国际电信联盟的推动下，可以推动智慧城市物联网的领域。

这是它的一个基本架构，这是SDN的基本架构，地层数据专发，中间是网络虚拟抽象，上层是各种控制和应用。在这样的架构下面，会导致安全威胁，简单来说它是更加开放的网络，这样会给带来很大的脆弱性，比如在应用层我们会有木马的风险等等，都是它面临的安全威胁。

这是我们列的SDN安全威胁主要的种类，比如说管理站的脆弱性可能被利用遭受攻击，控制器的脆弱性被利用遭受攻击，应用和控制器之间缺乏信任机制，控制流遭受攻击，专发设备的脆弱性被利用遭受攻击，伪造通信流都是可能的攻击，这些攻击跟传统网络都有区别。

当然我们SDN都会面临安全威胁，这张图是传统网络和SDN的区别，传统网络最中间的位置是IP，右边的图区别在哪里？我们是以内容为中心的，我是通过内容的方式来缓存。在SDN它的类型非法内容的请求，隐藏的合法内容，包括内容的伪造篡改，同时它蕴含了大量的羽异（音）特性。

我们要实现新型通信网络的技术难点，主要包含下面几个部分，一个是拓补的动态性，还有一个是控制的开放性，以及资源的虚拟性，还有内容的中心，这几个特点都会带来难点。

网络结构和安全行为关系难以准备描述，控制节点的脆弱性影响整个网络，以内容为中心，去IP化等等，我们从网络结构等等，都是我们的关键问题。

对于关键问题我们都做了延伸，包括虚拟异构的分析、检测机制、态势分析等等问题。

针对这些问题，包括我们社会上合作承担的项目，第一个考虑的是SDN拓补的建模，建立起较为准确的系统模型描述SDN拓补的演变，进行实时检测和预测。

我们把边缘计算跟SDN做一些融合，增加边缘的计算力，这是我们提的通信结构，我就不过多展开了。第二个是脆弱性分析，跟我们常规的软件有一些共同之处，它的对象主要还是在SDN里面，包括控制器，包括路由、转发，这些协议层面都会有脆弱性。我们是基于本题进行建模，同时在SDN控制器中间它的操作系统是安全的基础，由于量很大也存在攻击面，面临很多威胁，我们也在做面向控制器的算法，来做这样的模糊测试等等，包括恶意代码这样的检测，我们都在做这样的工作，这样跟传统的会有联系也有区别。

第三是入侵节点和异常行为分析，包括基于优化思想的网络数据流量监控与采集，采集完以后我们做异常的分析，我们基于网络演算的QOS异常检测，可以提高安全性发现它的异常，可以通过它的配置来优化SDN网络。这是它整个的架构，那么第四是SDN的安全评估攻击缓解是很重要的，当SDN进入到网络节点之后，它的脆弱性会带来新的安全威胁，我们做的是构建安全的方法，将SDN动态纳入到我们评估的范围，并且将各种SDN的动态因子分成多等级的建模来评估，对它进行量化。在量化的基础上我们可以基于我们评估结果来做攻击缓解，检查所有注册的虚拟网络，对它进行判断，然后我们再结合（英文）技术结合起来，通过这样的策略对它地层的设备，来对它动态的策略更改进行攻击缓解。

当然还有一个比较重要的是SDN安全管控和态势感知，这是我们在做的东西，根据多元的异构数据采集，采集回来以后，我们用我们的一些数据，安全数据对它进行关联，找出攻击轨迹。

同时提出面向SDN的信息安全数据融合模型，那么在这个基础上，我们再来做它的SDN全息安全威胁态势评估模型，总的来讲，自下而上、先局部后整体的评估策略，以网络流量、脆弱性、异常行为告警等等。

这个是SDN态势的要素值的算法，我们会把要素取回来，进行推演，利用一些有的算法，来计算平均入侵的度量，包括系统可用性，都可以来做，这是我们正在做的工作。

在这个基础上，我们结合它的态势要素和节点自身的重要性，来得到整个系统全局的态势值，可以对未来的趋势做一定程度的研判。

那么第六个关键技术是，前面我们SDN工作做得比较多，现在SDN做的是面向SDN智能化的防火墙，它用雾节点来做防火墙。这是它基本的架构图，左边是架构图，右边是整个防火墙根据SDN的一个结构。

后面是我们在做的系统，这是基于我们的一些项目和合作方的需求，第一个是我们国家重点基金项目在做，也在搭SDN的系统，包括我们前面讲的异常检测、预测，包括脆弱性分析，以及态势评估，这块我们都在做这样的工作，来搭这样的系统。

还有一个是节点，我们也是搭起来一个提供一定规模的时间节点，SDN的系统测试平台，对这样的攻击包括检测，响应可以在我们的测试床上面做一些相关的工作。那么这是我们的一个测试床的一些照片。

另外一个是SDN安全管控及态势分析的系统，这样的系统我们也在做这块，但是我们现在做的不一样的地方，就是把我们的系统进行改进和定制。因为我们原来的系统业服务国家的行业和特殊部门。

其实总的趋势就是我们地层取数据和流量，到流量上面通过流量来形成事件，事件形成关联和态势，可以对全局的这样的一个整个的网络进行一个有效的管理和推演，进行有效的防护。那么这是SDN态势管制的平台，把管理、控制、响应面对这个系统架构，也在自主研发态势分析的系统，能够做SDN的风险评估，以及海量安全事件的处理，还有也在做的是人工智能的方法，结合我们的边缘计算，用到我们SDN的防御里面。当然是云边结合，就是云计算和边缘计算结合，来起到防御的能力。

当然还有一个就是我们也在做的工作，SDN环境下我们雾计算的防火系统，左边的图是我们基于雾计算防火墙的架构，当然同时我们也在搭这个测试床，并且已经搭出来了，它的结构我们可以看左边的图，实际上它是雾的架构，它是一个分层的。我们基于雾的架构，把它黑名单、白名单，这样的数据库弄到这个里面。右边这个图是我们的实验，包括我们加了防火墙，加了和没加的实验比较，下面那个图就是我们针对未知内容的精度，不同颜色的柱状图，实际上我们标了，比如说20%未知、50%未知，在这样未知程度不一样的情况下，我们做了一些精度，应该说这个还是挺有意思的算法。

那么上面就是我们在做的一些工作和分享，谢谢大家。

主持人：谢谢伍君副教授，下面一个人是南京航空航天大学电子信息学院副院长、长江学者吴启晖教授，他演讲的题目是无人机频谱认知仪研究。

吴启晖：非常感谢通信协会的邀请，也非常感谢朱校长的介绍以及长期对我的关心和关注，我这次汇报题目是无人机频谱认知仪研究内容，这个还在申报中，为什么在这汇报交流，有两个方面，希望得到大咖的指点，第二也给青年才俊铺路。

去年下半年在南京信息处召集了一个重大科学仪器的研讨会，研讨会主要是自由申报的一类，三天，但是我们通信领域只有两个项目，一个是朱校长的一个，还有张天老师的一个，从我们通信领域来说确实要思考这么一个问题，因为没有很好的通信仪器，你想做一些有意义的发现和认证比较难。比如说我们团队现在有一个小组做空地信道的认知，我跟他们说你们赶快搭建这样的系统，把很多设备放到无人机上去获取空地信道第一手消息，我们很多老师的资料都是来自国外，所以希望通过这个机会跟大家交流。这类项目申报我觉得最难的就是在科学和仪器上，在一年以前，我都不认为我能报这样的项目，然后暑假的时候，41所副所长徐建华邀请交流，就碰出这样的火花？什么火花我们的公司品牌叫思仪，叫会思想的仪器。

我们到南航以后，在无人机方面的一些特色在频谱检测设备上的检测形成申报的思想，那我今天汇报主要是分三个方面，一个是它的研究背景，还有一个是思考那部分的重要特性，还有一个是研究基础和条件。

我们来看，这个电磁空间面临的挑战，正在从陆域向空域延伸，天地一体化信息化网络是国家重要的基础设施。

我们高楼密集通信，我们现在的高楼很多，以前可能对它一根天线就可以了，未来可能用波束对每一层进行服务。

第二方面频谱安全严峻性向空域延伸，现在大家都知道黑广播，2017年全国是3074起，而且其中有很多影响了民航。

还有就是我们边境安全，边境“一带一路”国家战略要在边境重要海域实现无线电检测，无人机还有一个很可怕，就是右边上面的图，中缅边界，很多无人机送毒品，送毒品很难抓它。 第三个就是可能有些老师不太熟悉，我们的作战领域，我们以前是一个侦察机去查询情况，现在是群机（音）一起。

我们可以看到通过三个方面，现在缺乏什么呢？缺乏多域立体频谱测量与认知计算。所以可以看到目前还没有公认的的，多域立体频谱测量与认知计算的设备。

我们可以看出面临的挑战，对仪器有什么要求？就是频谱资源的态势呈现，刚才李老师的团队也介绍安全态势的问题，那么还有一个就是非法的定位跟踪，还有频谱作战的态势运作和推理。

第一个科学问题就是频谱空间立体采样，它主要是立体采样不失真的关系，那我们大家看到奈奎斯特采样，它解决了一维信号的采样不失真问题，实际是连续信号。第二个是图像采样，是信息太丰富了，第三个是频谱空间立体采样。

我们看首先要获取立体的频谱检测数据，然后通过认知计算来分析这样，我们看它关系的是主要有哪几个？一个是频率，我们知道从低频段（音）到高频段范围很广，特性相差很大，还有电波与媒介之间产生的影响，前阵子清华大学交流，他们说在海洋这个频谱环境和陆地有区别，还有一个教授跟我说了一个现象就是南极洲科考站还是一个大的问题，这里面还有环境作用基地问题。

然后需要突破的技术，一个是高精度的频谱测量，那么虽然我们的频谱检测设备，装到了无人机上去，但是装到无人机上去以后不能降低灵敏度，还存在低功耗，小体积、轻重量的问题，还有多域联合测量，包括GPS的位置信息，还有频谱数据的关系，还有速度方向、环境识别这些跟数据的关联，这个突破了以后形成频谱态势以后，对于作战的频谱安全走廊和频谱资源共享非常有帮助。

那么科学问题2是空基协同的观测，对地观测卫星系统占了所有卫星的30%，主要是利用空间优势来进行观测，还有就是原来的雷达观测是有源（音）观测。我们主要的研究是无源观测，它里面是波束是下往上它是在波束中穿梭，所以我们看协同的无源观测，从单机到多机，从频率单域到频率、环境展开。

它的思路，一个是分布式进行观测，这和原来不同，原来的时候观测是一个上面，我们是多个无人机，多个无人机飞行了以后会形成一个虚拟数据。

它需要突破的关键技术，主要是同步立体的观测，首先测量时差要小，还有多无人机的自主控制，左下土是前阵子发生的事。

其实在预言的时候是非常成功的据说是因为正式演出的时候，对手放了干扰，造成了很乱的结果。

那解决了这个问题以后，会实现定位跟踪等等，第三个问题就是电磁频谱空间的预测，我们知道有一维的预测，我们现在团队主要在做二维的频谱预测。那未来我们要做时、频、空、行为、环境多域的频谱预测，这里面我就强调一下行为，辐射源其实是电磁频谱空间里面的暴风眼，向右图的一样，暴风有一个眼，是电磁辐射源到哪里它哪里就是局部辐射的东西，这个行为对我们的预测肯定会有影响。

从思路来说，就多域频谱数字图像化结构化入手，通过认知计算分析频谱空间预测规律来挖掘影响。

突破的关键技术，一个是云雾联合计算，我们和云计算中心是相连的，终端有计算能力，那么三个计算能力怎么协调，还有一个立体的数据处理进行解决，整个为频谱共享进行预先决策提供数据支撑。

我们的仪器和研究内容从五个方面，三个关键技术，四大应用，天地一体化频谱共享、无线连秩序管理、军方的频谱作战等等。

总体情况，无人机频谱检测设备，地面终端，控制模块等等。这个简要讲一下，整个结构图，然后高性接收主要是左下图，用在无人机肯定是不行的，我们采用多层的（英文）去做这个。

然后多域关联，我们做到时间精度做到10的负8这样的情况，三是面对无人机的控制，主要包括姿态稳定控制、位置控制、自主运动控制。还有无人机编队的控制还有抗干扰的控制，这是地面终端，主要有数据层、用户层、认知层等等，还有基于无人机移动分布式的定位和跟踪，目前把定位和移动性结合起来的文章还不是很多。

这也是我们定位组想攻克的地方，还有科学实验主要是和国家频谱建设中心一起去做这样的一些科学实验。那么这是我们的预期成果，主要是一个地位终端三个挂谱。

我们在学术上的领域相对还可以，我们建立两个工信部实验室，相关的项目一个是北斗的频谱检测，我们现在做的是现在北斗卫星上有一颗卫星是有频谱检测功能的，这个是中国航天科工集团合作的工作。

还有我们最近在日内瓦获得了金奖，就是无人机黑广播的查找系统和这个是密切相关的，我们的无人机是能飞40分钟，这是我们无人机研究院的这样的项目，就是异构的区域组网观测，然后41所也是国内的龙头电子测量仪器的定位，它和我们一起进行合作申报。它们也做了很多这方面的研究工作，那么还有国家无线电频谱检测中心，目前也做了一个很有意思的事情，我们找黑广播，它们找操作手，好，我的汇报就到这，谢谢大家。

主持人：好，谢谢吴启晖教授，今天我们都成为吴启晖教授项目申报的专家，也预祝他这次项目申报成功，今天上午的最后一位报告是我们中国工程院院刊FITEE总编辑张月红，她是优秀编辑获得奖，她的演讲题目是学术出版与影响力。

张月红：我大概从这几个方面，我希望你们不失望，因为我们这个行业也在用智能、用信息，我刚刚从美国开完STM的会，这个会议传递了这样很多的信息，首先咱们做科研对今天你们做网络来讲。因为做智能和网络这块，高度的数理化非常强，所以我觉得科研文化对我这样来说都很单薄，但是最近看了一数叫《独立思考》，就是批判性的思维方式对我们科研还是很有用的。

那么这本书最开始就有这么个图，他说读书读了太多会知识瘫痪，但是非黑即白也是很极端，我想跟大家分享。批判性的思想，我就不在这里重复。

这本书一开始就把我们亲爱的爱因斯坦搬出来了，他确实用创造性的思维方式，开始了相对论的兴趣，这个我想做研究网络天地一体化等等，我今天一上午在扫盲自己，他说了如果给我1个小时时间让我拯救世界，我会用55时间明确问题，5分钟找出答案等等，所以我们现在做科研真的是（英文），二次我们这次的中信芯片（音）事件也对我们提醒，我们真正的要解决问题，昨天我听到百度和日本人的讲座，我就有一个明显的感觉，日本的报告很细致，我是觉得让我的外行人都看懂了，但是听百度的报告特宏大，我觉得我们做网络做任何都要讲究细节，首先它的音乐我就觉得我舒服，我觉得还是要讲究细节。这次我在STM，他们说中国政府资助太多，而且政府强项很强，所以你们的研究因此能很快集中解决问题，但是我觉得我们还是要追求细节，也许我们芯片的问题有时候在细节上就会思考到问题，就会发现问题的解决方案，而不是快速把这个东西到内点，也许这个点到最后了，也会（英文）这个结果。写文章也这样，找到问题、定义问题，另外科研的文化我也很欣赏丘吉尔说的，成功不是终点，失败不是毁灭，只是鼓励你继续算下去和思考下去。

大家都知道了2018年美国的科学基金委公布的结果是在10年期间内，中国的科研论文在所有的学科已经略微超过美国，前几年我们排2了，现在我们超过美国，所以在这次报告中我也反复强调，我们还在（英文），在一些核心技术上，这是不言而喻的事实。中国的期刊蓝皮书是520种，韩国是500多种，日本1600多种，可是我们在特别是（英文）这种核心库它在2015年的一个新库，我们整个数据就是我们收入的刊数低于两个亚洲国家，我很难过。

所以厉害了我的国真正厉害了没有，从我的小领域我感觉到还不厉害，那么我让大家看一下，这次我非常遗憾就我一个中国人，当然也许他们邀请我去做报告，而且我们六天的出国制度。我非常遗憾，我们现在天天讨论（英文）论文，当然你们这个学科，不一定拿论文来说，可能拿真正的实证来说，而且这个实证需要同行认可、整个行业的认可，才能肯定你。所以这次开会讨论了一个2022年，我们的整个趋势。他们在讨论什么叫智能机器阅读等等，所有这些都和（英文）密切相关。看这个图，我对这个图，我已经不奇怪了，因为他们连续三年每年都在做技术图，而且这个技术图和你们非常相关，因为这个图不能展开，但是我刚才说了，它确实是人工智能时代创造性的人和智能机器，如何嵌入我们科研出版，比如说你这个技术像我们做的实验不能重复，重复性的问题它们都想用机器解决问题。还有对诚信来讲，他们也在研制很多的机制，来解决定量评估，数据管理，这个很挑战，我很想看看最后是怎么样的。

这个是去年的核心，这个去年的图，今年我还想给大家讲，我们都在（英文），国家太重视（英文），这是新的SAR的总裁，这个新的总裁上任才6个月，我很奇怪的是，那天他的报告包括那些（英文）的一些副总裁本来做会议，他来做报告有些主持会议的都洗耳恭听，我突然觉得那个气氛不对了，大家还是很重视这个库，而且他非常惊爆，说了这样的话，亚马逊、谷歌等等可能要在50年内要小时的，但是我们还在这，这是做品牌的气度，所以这对我非常震撼。我自己也做了个报告我的报告也不示弱，以前是我问他们要名片，现在是他们问我要名片，因为他们知道了更多的中国信息，我代表了国家的气度，我在那里讲让他们相信我在做什么，我们做了好几个月的数据，中国的蓝皮只有302种英文期刊，我们检查了第一个英文期刊是130年前的中国医学的英文版。到现在我们已经出版了548份，落在中国包括香港、台湾、澳门，我们的各个学科是均衡的，但是我们的社会学科是很少的。

我是反思中国国际期刊国际影响力，我在反思这个问题，确实我就不讲了。我今天看到大家桌子上都有期刊，我们是最早进入数据库的大学，目前为止也没有再突破这个零，我们是零突破后来工程院想我们更快几个学科发展，所以把我们的C跟工程院合作变成（英文），把我们的计算机变成这个。而且这几年刚才介绍我们的刊，值得欣慰的是，我们跟法国的OECD，还有澳大利亚的科学集团，还有我们的刊入围了国际卓越奖学术奖的提名，那个时候我参加颁奖典礼的时候骄傲了一下，还有这个刊，大家都在桌面上就不介绍了。我们还有很多创新，因为现在整个科研的团体，就是做科研的人，在全球中国是第一，我们是最大的群体，所以海外的华人，如果他的母语首先他会看中文的。

这就是我们做了很多5G，5G我们做了两、三期了，这是2018年的5G，无线通信也在我们第三期上有，大家可以去看，而且今天拿来的资料也有。2016年我们就做过未来网络，偏偏都被引用了，而且人工智能更热。它的下载量超过了我们当年的下载量，就是人工智能很热，这也是工程院组织的，最后我想提示大家一下我们老的科学家没有资格提示，我们年轻的作者，真的是我自己有感受的，我的一篇长25页的文章，发出去，我觉得这个都可以投（英文），我写了非常（英文）投到了（英文），你这个文章还是有兴趣的。其实投到（英文），第一时间去掉一般两天之内就会告诉你，等到5-10天是评审，所以我的稿被审了一下，他说你这个很（英文）。我告诉年轻的学者不要把（英文）和（英文）看得很吓人，他一开始就喜欢看重要的文章写评论，那个（英文）就是几百字，所以他一开始（英文）是这样敲开的，所以你们也不要害怕，我最近和我们的杨院士团队还说，为什么不可以评论，科学就是要用批判性的思维方式，你这样不是为了去敲（英文）的门，而是你对这个东西有兴趣，这样可以建立（英文）。所以我的文章被第一稿退了，他问了我三个问题，他说你到底想发现什么？你这个问题这么多的资料，我们22个问题来自那么多个国家的数据，你获得的资料怎么组织？他说我不会组织。第三点你的研究和你本领域其他人的工作有什么不同？这点很重要，你不要说自己很好，有时候要看看你的行业里面有人谁做过没有？所以这三个问题实际上涵盖了写文章注意的三点，我也不多说了。

那么再一个我还想给年轻的或者课题组的老师提个建议，叫你的学生做（英文），最好先让他做个PPT，因为PPT的思路就是理思路的过程。我在做PPT的过程中会醒悟，很多问题会找到线索，最后这个报告我给退稿的人看了以后，说这个PPT还是很好的。

这个是（英文），它还是发美国的稿比较多60%，其他国家40%，再一个国家你想投（英文），这些信息在我的网上有。我给大家讲一下，我们国家最影响的例子是（英文），这两个杂志的引用。后来我把它的引用做了个分析，发现（英文）、（英文），一个在英国、一个在美国，第一引用群还是美国，对（英文）来讲中国。但是我们的（英文）第一引用最大的群体是中国，第二可能是别的，但是我们整个发文量很低。

我们（英文）一年的发文量是3000多，它的引用是几万多，这是不好比的，厉害了我们？没有厉害。这是我们的审稿单，后来的内容都是关于写文章，同行评审的问题，这些内容我可以放到我的网上，就可以找到这个网站，我可以把报告的内容放在网站上，如果你们想看一下信息学科出现的问题是什么？你们可以看。

最后一点，写文章不容易，我自己这本书每天4点钟开始写，而我第一稿被改的劈头盖脸，这个书也被作为指南，而且现在因为这个研究，我总感觉我们拿到了话语权，这个书出来被美国、欧洲的杂志评论，另外还有一本书《中国文化万花筒》，我很喜欢滋养自己的文化，这本书里面如果你想知道浙江什么建立省市什么，因为这本书不是有意识写的，我能做到今天这样的磨洋，全靠国际审稿。

包括什么叫中国的词？什么时候叫中国？哪一刻开始的？我也查证了，大家都知道自己是中国人，但是真正叫中国还是从民国开始，再就是大家有兴趣，大家不要一天到晚做5G、4G有时候换换思路，明天第六届全球诚信大会，我是咨询委员会之一，我觉得5G、4G人工智能有没有伦理问题，我想这么做就一定能这么做吗？医学上想这么做就能行吗？任何时候（英文）。大家有兴趣的也可以去听听怎么样在人工智能方面怎么注意伦理和诚信的问题，最后谢谢大家。

主持人：谢谢张月红总编，今天上午的报告非常精彩，我们对7位专家精彩演讲报告表示衷心的感谢，当然感谢各位听众坚持到现在，把我们七位专家的报告听完，下午是1点半，我们继续下午的报告。感谢大家的支持，我们上午的报告会到此结束，谢谢大家。