

# 未来终端 带来指尖上的飞跃

本报记者 高博

汽车挡风玻璃当屏幕,空中飘浮的三维图像用手指操控,平板电脑折叠进火柴盒……这些看似遥远的科幻级应用,可能会随着5G技术的普及加速到来。11月20日,世界5G大会未来信息通信技术国际研讨会召开,《初探5G/6G终端》白皮书(以下简称白皮书)发布,展现出未来指尖上的飞跃。

对于未来终端,目前业界尚未提供清晰的描述,白皮书试图初步探索并为后续明晰定义未来终端奠定坚实基础。白皮书指出,高频通信技术、多SIM卡技术、半导体工艺、计算架构、柔性显示材料、机电一体化、惯性导航、3D传感技术、新材料电池、节能技术等将是未来的技术重点。未来终端将提供随时随地的超高清、浸入式、超低时延、超高可靠的通信能力。

白皮书认为,超高清屏幕显示、悬浮3D显示、全息影像等技术将在5G时代成熟和普及。比如全息显示可能扩展到智能手机屏幕;个人电脑的超高清显示将便利图像视频处理、工业设计以及影视娱乐;

全息投影将助力于人与人之间的交流及会议。未来相隔万里的合作者,或许能在空中共同修改一栋建筑的草图。

白皮书还指出,随着悬浮3D显示和全息投影的发展,手势交互将成为主流。脑电波、眼球动作等交互将应用于需要高度安静的场景,或给残障人士带来便利。能够识别别人表情并精确回应的机器人,说不定也会诞生。

在路边、商店、医院等公共场所,或许会有大量可以交互的显示设备投入使用,无论在交通工具上还是在办公室里,交互设备将成为标配。

白皮书认为,目前已应用的柔性可折叠屏幕今后会普及于手机、电脑和平板,使其更加便携。今后或许我们能够从兜里掏出一张反复折叠过的电子墨水地图,并在上面点点划划,做出标记。未来的智能手表,将与手机功能相当,因为它的屏幕可以折叠和扩展。

如今,AR/VR设备还太笨重,不够舒适。正在

研发的头戴显示设备,必然将更小、更轻,视野更大、更自然。

除了这些已有的设备,白皮书指出,智能首饰(内藏乾坤的戒指、耳环、项链、手镯)、智能运动装备(从登山靴到网球拍都能上网)也将登场。

不仅如此,以上多种形态的个人智能终端将协同工作,形成多终端设备支持的、逻辑上的个人处理中心。一个终端将根据其他终端的位置、用途以及应用需求连接和激活,以满足人的持续体验。

白皮书指出,伴随着5G商用化,2019年通信界已广泛开启6G的研究工作,6G预计在2030年开始商用。未来网络将提供更高速率、更低时延、更多连接数、更广覆盖的通信服务。而随着消费类电子的广泛普及,一个家庭将有上百个连接。在我国超大型城市的密集居住区内,假设每户有100个消费级物联网设备连接,按照1平方公里约10万人、3万户计算,每平方公里将有300万个连接,其中包括大量高速率的连接需求。

白皮书显示,应用创新将带来数据量的激增,对终端计算性能提出更高要求。人工智能方面,大型人工智能算法所用算力约每3.5个月即翻倍;自动驾驶方面,满足L4的需求现有计算能力需提升50倍;VR/AR方面,现有高端GPU芯片的游戏渲染能力难以实现虚拟真实场景,为了实现高像素填充率和画面流畅度,图像处理性能至少需要提升7倍;终端若实现峰值速率超过2Gbps,端到端延迟降至毫秒级,现有基带处理能力仍需提升10倍,这对通信能力和计算能力提出了新的挑战。以全息成像为例,使用全息成像,需要数据速率远大于1Gbps,普通手机类终端屏幕大小的动态全息的速率要求约为12.6Gbps,电视类终端屏幕大小的动态全息则约为1.9Tbps,这对终端支持超大带宽/高速率的能力提出了巨大的挑战。

此外,超大容量电池比如石墨烯电池将成熟和商业化;虹膜识别,植入体内芯片的细胞识别等技术也将应用。

互联网好比胃,移动网络好比口,病毒从口进了胃——好吃不好吃先吞下去,这种方式是不合理的,我们要研究移动网络的内生安全问题。

我们只有普通网络——“马路”,没有“高铁”和“航空”。以后,随着实体经济行业运营的需要,“高铁”和“航空”也要开通。

5G将为数字经济发展提供全新的基础设施,来满足新一代网络的建设需求。它会深入到产业基础设施、社会基础设施的数字化改造,形成全球下一代关键技术的主体之一。

可以确认的是,2021年至2027年欧盟需要建设更高能力、以零延迟为目标的互联网,灵活利用新的频段。还可以明确,下一代网络(也可以被称为6G)也会有真正的范式改变。

明年夏天,日本将举办东京奥运会和残奥会。届时,人们在东京以及日本各地区将能体验到5G商业服务。近年来,日本通过大众创新的方式一共获得了700多个创意项目,在奥运会到来之前,日本将积极推动、培育和促进能够呈现5G亮点的项目。

## 现场回放



陆建华  
中国科学院院士

### 5G发展呼唤新通信理论

现在,各国竞相抢占5G主导权,运营商也争先恐后开展技术研发。但就像韩国学者所说的,目前5G速率仍达不到预期,覆盖不足,且存在安全挑战。为了满足5G可持续发展的需求,科学界应该提出新的通信理论。

我们目前的发展思路,基本上是“从链路到网络”。但“规模换能力”会遇到瓶颈,移动蜂窝架构会碰上技术墙。我们现在的蜂窝半径越来越小,基站之间的距离大概百米左右,恐怕没法再小了,容量碰到了极限;安全上也被动,现在攻击增长率已经超过了业务增长率,有了AI以后,恶意流量超过了总流量的半数;利润也出现边际效应。

网络发展的背后,是人类交流信息量逼近了极限;2010年以后人类交流信息量基本上没变化,但数据还在不停的增加,也就是说,通信链路远远大于人类理性交流的需求,未来的目标一定是面向网络信息体系建设,减少整个系统的熵。现在4G的基站648万个,5G还要增长几倍,干扰、耦合关系复杂。但一个关键科学问题,在复杂度约束条件下,网络的规模和系统通信能力之间到底是什么关系,我们还回答不出来。

现在网络是均匀覆盖,以后是按需要覆盖。这要把2D网络变成3D网络,用“臂手”结构替代蜂窝结构。这种结构像人的手臂,哪里需要网络,网络就伸过去服务。未来的天地一体化网络,应该符合“按需覆盖”新模式。空间资源要动态响应,从而适应业务时空尺度的不均匀,大幅度提升资源利用率。

此外,还要考虑移动网络安全新机制,从源头管控恶意流量;互联网好比胃,移动网络好比口,病毒从口进了胃——好吃不好吃先吞下去,这种方式是不合理的,我们要研究移动网络的内生安全问题。

总之,发展好5G以及未来的移动网络产业,基础研究是重中之重。



刘韵洁  
中国工程院院士

### 5G建设需形成网络层共识

互联网发展50多年,从科技型变为消费型,现在又要变为生产型。一开始,互联网应用属于语音型,强调确定性;后来,互联网转为消费型,关注突发性,强调“尽力而为”而非QoS(服务质量);今后,网络将再次强调确定性和安全,不然没法满足需要信任的工业互联网应用和各种行业的不同要求。现在我们只有普通网络——“马路”,没有“高铁”和“航空”。以后,随着实体经济行业运营的需要,“高铁”和“航空”也要开通。

以今后三个最大的场景为例:一是AR和VR需要4K和8K的超高清视频;二是工业互联网;三是车联网。AR要满足这样的应用:一个人跟异地的恋人“见面”和“拥抱”,能感受对方的心跳。因此原来

设计端到端时延90毫秒的互联网,时延得提升到1—5毫秒等级。工业互联网对延迟的标准更高,因为远程控制机器运动,以0.5毫秒的间隔发出指令,延迟大于1毫秒就可能出问题;车联网的信息响应需要200微秒级,如果指令收不到,汽车可能会撞车、撞人。

再说未来存在的问题。网络不提前10年布局,就满足不了需求。2030年可能进入6G时代了,是什么应用场景我们现在就要考虑。中国5G的频谱资源能维持一段时间的优势,但6G要走到太赫兹级别,网络架构的布局要做好准备。

未来网络的物理层、链路层、网络层协议更需要去重新优化和设计。现在物理层、链路层大家有了共识,但网络层还没有形成共识。5G和未来网络有很多工作有待于共同努力,并不是无线孔口搞好了、多波束天线搞好了、多天线路架搞好了,就万事大吉了。

还有安全问题。我们需要一体化的设计,需要布局新的架构安全体系。新体系可以第一时间发现安全问题,通过人工智能变得越来越准确,而且可以全网采取行动。

还有一个自主可控的问题,现在我们的网络“大脑”还受制于人。我们正在做的一个操作系统,已经部署了1100个节点,覆盖国内外400多个城市,已经稳定运行3年以上。我相信这个生态会逐渐做大。



余少华  
中国工程院院士

### 标志性应用是5G成功的关键

目前,整个通信技术领域碰到一个很大的问题:通信技术指标几十年的指数级增长已经支撑不下去了,急需新的理论创新,给网络带来重大的突破。比如,光纤通信从1966年开始发展,其产值每过9—12个月就会翻一番,但最近几年翻不动了,摩尔定律也碰到了这个问题;大系统软件的代码已突破几千万行了,2040年大概会是现在的3万倍,已经不可持续;还有大数据的单位比特能耗也已不可持续。未来靠什么东西来支撑指数级的增长?

总结一下前几代移动通信的标志性应用和设备,每一代的成功都有内在的逻辑:1G是大哥大时代;2G有了语音服务和短信,诺基亚手机崛起;3G主打智能电话、彩铃彩信、可视电话和窄带数据服务,智能手机出现;4G开始出现微信、支付宝,还有定位服务等,宽屏大容量智能手机兴起。

现在,大家(特别是运营商)关心的一个问题是:5G的投资比4G大很多,那5G的标志性新应用和新设备到底是什么?5G同4G相比会有巨大的差别,连接数提高10—100倍,峰值速率将达到10个G,时延低于1毫秒的连接密度增加10—100倍,所以5G即将在多种场景下形成丰富的标志性应用和设备。

未来网络将从人—人互联到人—物互联,再到物—物互联,综合性地扩展到天—空—地—空—地。人—人互联方面,8K超高清视频就是个例子,超高清的视频终端和摄像头是新型的载体,将逐渐往AI视频监控方向发展;自动驾驶汽车则是人—物互联的标志性应用;物—物互联方面则有基于工业互联网的数字智能工厂、行业自动控制设备、机器人和以各类生物传感器来支撑的远程饲养放牧。

在5G时代的后期可能会出现沉浸式的体验,再往后又会有一些新的应用出来,比如成熟的AI服务、AI感知,还会有陆海空天一体化的通信设备。

总之,未来网络性能将趋向于“TRUST”——T是Tb/s级带宽,R是超可靠, U是泛连接,S是亚毫秒时延,T是大赫兹频谱。未来“无人不互联、无处不互联、无时不互联、无事不互联”。



尹浩  
中国科学院院士

### 打通万亿级产业链需充分跨界融合

众所周知,我们现在进入了第四次工业革命,5G也有两大发展方向,一是面向人类互联网,二是面向万物互联。

5G对经济的贡献究竟会有多大?中国信通院做了一个测算,在未来“十四五”期间,5G将拉动中国经济增长15.2万亿元,这由两部分组成:首先广电和三大运营商要建5G网络,建设投资加在一起是3.3万亿元;这些投资解决了就业岗位,带动各个产业的增加值是11.9万亿元。5G将为数字经济发展提供全新的基础设施,来满足新一代网络的建设需求。它会深入到产业基础设施,社会基础设施的数字化改造,形成全球下一代关键技术的主体之一。5G还有聚合效应:通过万物互联的感知,5G网络可以源源不断地收集大数据。

但是5G的大规模商业应用面临很多挑战,高密度组网、多天线多业务接入网络的规划建设很复杂;网络云化带来规划、运维和安全问题;杀手级应用有待发掘;产业生态环境的构建标准尚未成熟……这些都需要运营商认真考量。

目前5G跨界融合不充分,运营商和互联网企业的行业壁垒是存在的。现在5G的所有模式是针对B2C的,B2B的还没有,还有待针对企业和行业去落地;而且工厂、交通、金融的应用场景不一样,针对最后一公里边缘网络标准化建设难度大;工业互联网的商业模式也是个难题。

此外,5G室内覆盖也是个问题。Wi-Fi6作为面向室内热点的技术,和5G一样对三大落地应用场景,做到低功耗、大连接和高可靠。Wi-Fi6发展那么快,实际上借鉴了很多5G的关键技术。Wi-Fi6主内,5G主外,才能相互协同、优势互补,给用户提供更好的体验。今年7月份,联通携手华为,在深圳地铁的福田枢纽站建成了全国第一个用Wi-Fi6覆盖的地铁,但是边缘端的所有通道网络是靠5G的基站来统一收容。

我们知道,4G在2013年发布的标准,现在还在不断优化完善;5G针对第一种场景的标准才出现一年多的时间,所以我们要耐心等待,不能急于求成。



尼格尔·杰弗里斯  
世界无线电研究论坛主席

### 欧洲地平线上浮现6G

有人觉得6G的概念可能只用于推广,技术上5G已经足够满足市场了,对不对呢?首先我想跟大家介绍一下5G在欧洲的研究现状,了解一下我们对5G的想法以及电气和电子工程师协会(IEEE)未来网络项目,再谈一下5G未来的发展方向。

世界无线电研究论坛来自欧洲、亚洲、非洲和美国的参与者行会议,论坛发表白皮书和技术报告,会员资格对所有人开放。许多年前,欧盟的5G

行动计划解决了其2020年部署框架的制定问题。现在,这项行动计划的重点是验证和试验,特别是涉及工业互联网的领域。为了承继之前的规划,欧盟委员会起草并批准了“地平线欧洲”计划,将欧盟科技支出水平提高50%。其中“智能网络与服务”项目将支持5G之后的技术和6G技术研发,实施期限将到2030年,届时网络速度能够达到每秒兆兆位(terabit)级别。

可以确认的是,2021年至2027年欧盟需要建设更高能力,以零延迟为目标的互联网,灵活利用新的频段。还可以明确,下一代网络(也可以被称为6G)也会有真正的范式改变。IEEE在其技术路线图文件中表明,未来网络将转变为以软件为中心,通过AI和机器学习,让现有的设备能够表现得更“敏捷”。

通过5G之外的技术,未来网络的覆盖和容量都将得到扩展,特别是太赫兹频率的光通信和卫星系统。智能机器学习、物联网、区块链、动态频谱,也非常重要。

6G的开发者关注设备的进步:如电路技术、分布式计算、机器学习等。数据网络将更加智能化,还有更加灵活的频谱分配方式、电池寿命以及能源使用也将提升。他们还比较关注隐私安全和数据的问题。

此外,一些新的商业模式可能会在6G时代出现,6G时代期待新的思维方式,新的社会视角。6G开发者希望吸收更多的技术,促成无线电波到太赫兹的转型。



吉田进  
日本第五代移动通信推进论坛会长

### 5G将亮相东京奥运会

4月10日,日本的5G频段已经开始向运营商开放使用,运营商可以向全国展示5G应用的好处。日本三大传统运营商NTT Docomo、KDDI、软银Softbank以及新加入无线通信领域的商业巨头 Rakuten均获得了频段资源,计划在2022年建成覆盖全国范围的5G网络。

5G频段分配之前,日本出台了两个指南。被分配5G频段资源的运营商也被分配了相应的义务。日本电信监管机构IMC将国家分配了4500个正方形的网状区域,每个边长10公里。四家运营商部署基站,要在2025年之前至少完成50%以上地区的5G覆盖。同时,运营商要在4G向5G的过渡阶段兼顾农村地区的5G覆盖,以促进落后地区经济发展。因此,不仅是在城市地区,日本运营商也正在农村地区进行5G实验。

为了推动5G发展,日本在发放5G牌照后,将致力于新业务的应用发展。5G的发展不能仅考虑技术,也要考虑怎么应用于社会。现在,4家全国性的移动运营商热切地准备着从明年春天开始开展商业服务,他们正与各种垂直行业合作,研究5G网络的潜力,通过各种模式与社会各领域合作。

目前,5G实验涉及医疗、娱乐、旅游等领域的应用,比如虚拟博物馆、智能工厂、学校教育、智能车站、无人机摄像、现场直播等;工业上也开发了不同的技术,如卡车运输无人驾驶、智能高速公路、智能办公室等;5G还会应用于高速摄像监测、城市管理、减灾等。总之,日本在5G方面进行了各种尝试。

明年夏天,日本将举办东京奥运会和残奥会。届时,人们在东京以及日本各地区将能体验到5G商业服务。近年来,日本通过大众创新的方式一共获得了700多个创意项目,在奥运会到来之前,日本将积极推动、培育和促进能够呈现5G亮点的项目。

(发言摘要由本报记者高博整理  
本版照片由本报记者洪星摄)