



工业和信息化部主管
人民邮电出版社主办



中国通信企业协会会刊

总第810期 2019年7月5日 第18期

通信世界

COMMUNICATIONS WORLD

P7 “解禁”背后，华为“禁令”
是个“伪命题”？

P14 运营商收入增长停滞
引发业界思考

P44 5G背景下
光接入网的发展趋势

洞察

MWC19上海

未来已来

ISSN 1009-1564



9 771009 156197

18>



杂志 网站 新媒体

一个全能的媒体服务平台



通信世界全媒体





运营商 要放下“高增长”的包袱

刘启诚

近日，工信部公布了2019年1-5月通信业经济运行情况报告。报告显示，电信业务收入增速继续放缓，移动用户增长数为负增长。虽然近两年，业界一直讨论通信行业进入下行趋势，但没人会认为通信行业会下滑到负数境地。在这个数据公布的前两天，中国移动董事长杨杰就在MWC19上海展上透露：“整个行业今年前5个月收入增长基本处于停滞，中国移动甚至出现负增长。”杨杰公开“揭底儿”，并明确表态“这是一个客观的现实”，对应工信部的数据，通信行业这样的“惨状”还是让业界大为震惊。

其实，通信行业进入下行阶段已有五六年的时间，甚至10年前就有人提出通信行业增量不增收的问题，只不过当时移动通信还在高速发展，市场由增量向存量转换的过程中，巨大的业务增量让人们并未意识到下滑的危机。看一组数据：2013年，电信业的业务量增幅和业务收入增幅之间相差了6.9%，到2014年扩大至17.1%，2015年为30.7%，2016年为48.6%，2017年（至11月）为65.7%，2018年为134.9%。6年间，差距扩大了近20倍。

对于如此现状，杨杰认为，随着人口红利逐渐消退，流量红利快速释放，行业发展简单依靠规模和量的增长已经很难。杨杰主动站出来揭行业之“底”，确实需要勇气。但总得有人揭开这个“锅盖”，不然，继续捂着，对行业发展极为不利，特别是在全力发展5G的当前，揭开通信行业已经“难以为继”的窘态，有利于整个行业放下架子，以低姿态迎接新时代的到来。

借助移动通信和宽带的发展，通信行业20年来一直高速发展，靠规模经营取得了辉煌的成绩。但这些成绩背后，却是通信行业一直以来的粗放式经营。发展到今天，正如杨杰所言，随着人口红利的消退，增量变存量时，问题就出来了。近5年来，通信业的收入增幅一直在降低，流量红利非但没让运营商“扭亏为赢”，反而更进一步加剧了“水土流失”。

去年还在中国移动当副总的刘爱力，针对通信业粗放式经营、过度竞争的现象在上海展上发表了著名的“汤一碗”的言论，引发了业界的热议。今年中国移动一把手更进一步揭开通信业进入负增长的“窘相”，自揭“家丑”。强大如中国移动也已经扛不住行业下行的压力，只能说明通信行业确实到了发展枯竭的地步。

如何应对这一问题，这么多年来业界专家出了不少“方子”，但基本都是对症不对药。其中最为根本的一个原因，笔者认为运营商一直放不下“高增长”的心态，在经营思路出了问题。移动通信高速发展，巨大的人口红利让运营商依靠粗放经营就能“躺赢”，惯性思维使得在增量市场向存量市场转变，流量经营向价值经营转变的过程中，运营商失去了方向。杨杰作为运营商高层，对行业变化看得很清楚，对于现状，直言是“揭丑”，说明他已经意识到整个行业再不改变思想意识，怕是要出大问题了。

杨杰说，信息通信业现在面临“4个转变”：经济从高速增长向高质量发展加速转变，信息通信技术从助力经济发展的基础动力向引领经济发展的核心引擎加速转变，基础电信业务从规模经营向基于规模的价值经营加速转变，信息通信市场从“要素”竞争向“要素+能力”竞争加速转变。面向万物智联时代，电信运营企业只有看清形势变化、顺应新一轮产业变革趋势，才能加快转型发展、更好担当历史使命。

形势是看清楚了，但如何“顺应”依旧是难题。对运营商来讲，5G是希望，也是困局。如果还沉溺在追求数量与规模的思维里，传统运营商只能加速死亡。因为在5G时代，将会出现很多“小运营商”，这些面向垂直行业、新业态下的新型运营商，其发展模式、经营思路、服务方式显然迥异于传统运营商，他们将会蚕食传统运营商的市场，成为万物互联时代的新主人。



10 回眸MWC19上海 5G“最红”智联万物时代已来

回顾为期3天的展会，运营商和设备厂商展示了自己的十八般武艺，在5G组网和建设及应用方面纷纷亮出了自家的“拿手好戏”，一场精彩的5G实力展在上海拉开了帷幕。

关注

- 05 华为“解禁”迎来曙光，中长期国产化势在必行
- 06 探路多元化发展
中国铁塔成立俩专业子公司

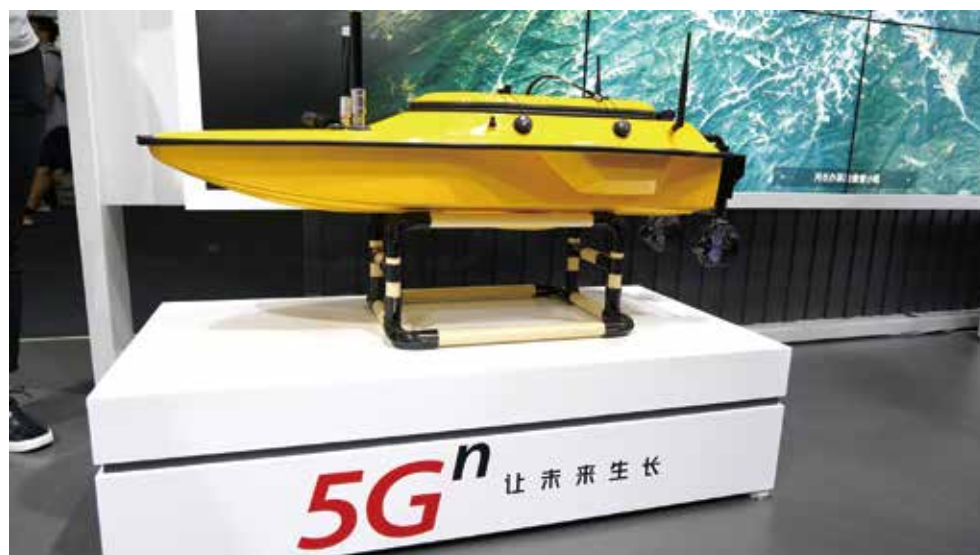
评论

- 07 “解禁”背后，华为“禁令”是否是个“伪命题”？
- 08 5G来了，Wi-Fi会消亡？

特别报道 MWC19上海 5G唤醒万物 09

- 09 MWC19上海洞察：未来已来
- 10 回眸MWC19上海，5G“最红”智联万物时代已来
- 12 运营商共绘5G新蓝图

- 14 收入增长停滞引发业界思考
5G赋能行业与自我成长是否存两全之道
- 16 垂直行业纷纷为5G应用“添砖加瓦”
- 17 王志勤：5G将与众多技术结合，加速产业数字化发展
- 18 5G改变社会从赋能千行百业开始
- 20 应用是5G成功的关键，英特尔助力5G应用创新落地
- 22 中移动引领5G发展，首份5G终端测评报告出炉
- 23 运营商纷纷在云端释放积极信号
- 24 华为凭什么助全球运营商领跑5G？
- 26 英特尔Asha Keddy：完善的5G网络需直面数据的挑战
- 28 胡厚崑：业务牵引才能使5G遍地开花
- 30 孟樸：5G赋能，高通携手业界驱动智能互连未来
- 31 与自己赛跑，迎5G而上：九州云做边缘计算实力玩家
- 33 中国电信夏旭：5G和AI让出行更智能



16 特别报道

在 5G 应用方面，各行各业一直在积极探索 5G 如何使能行业转型升级。

垂直行业纷纷为5G应用 “添砖加瓦”

34 MVNO创新峰会召开:

5G时代, 虚商机遇何在成关注焦点

运营之道

36 通信业营收锐减: 5G破局, 业务创新是关键

智能物联

38 吴基传: 5G的重要应用场景是工业互联网

39 发力云VR为何会产生巨大价值?

5G·无线

41 张峰: 三大举措推动5G商用发展

42 5G无线网建设挑战犹存, 多方配合方可高效建网

光·承载

44 5G背景下, 光接入网的发展趋势

47 OSAP全光业务接入 助力下一代精品专线承载

云·IT

48 电信云助力通信运营商网络升级转型

广告目录

封二

封底

通信世界全媒体广告

建国70周年征文



编委会

编委会名誉主任

苗建华 中国通信企业协会会长

编委会主任

顾 舫 人民邮电出版社社长

编委会副主任

赵中新 中国通信企业协会副会长兼秘书长

刘华鲁 人民邮电出版社副社长

编委会委员

蒋林涛 中国信息通信研究院科技委主任

余晓晖 中国信息通信研究院总工程师

胡坚波 中国信息通信研究院规划设计研究所所长

靳东滨 中国通信企业协会通信网络运营专业委员会主任

张明天 中国通信企业协会通信运营专委会常务副主任

杨 骅 TD产业联盟秘书长

李长海 中国工信出版传媒集团总经理助理

张同须 中国移动研究院院长

沈少艾 中国电信科技创新部顾问

张成良 中国电信科技创新部副总经理

黄宇红 中国移动研究院副院长

唐雄燕 中国联通网络技术研究院首席专家

吕廷杰 北京邮电大学教授

梁海滨 信通传媒副总编辑

刘启诚 信通传媒《通信世界》全媒体总编辑

陈山枝 中国信科集团副总经理

钱利荣 俊知集团有限公司董事局主席

彭俊江 爱立信东北亚区研发中心总经理

王瑞春 长飞公司研发中心总经理

马 斌 腾讯公司副总裁

《通信世界》全媒体中心

总经理/总编辑：刘启诚

策划营销部：

黄海峰 鲁义轩 姜蓓蓓

郅勇志 舒文琼 张 鹏

编辑部：

《通信世界》执行主编：刁兴玲

通信世界网执行主编：耿鹏飞

通信世界新媒体执行主编：申 晴

编辑记者：

程琳琳 蒋雅丽 范卉青

孟 月 甄清岚 刘婷宜

羊脂玉 梅雅鑫 田小梦

吕 萌 刘 江

综合部：

主任：林 嵩

美术编辑：

杨斯涵 李曼 张航

网络技术：伍朝晖

编辑部Edition Department：

+86-10-81055621

营销部Sales Department：

+86-10-81055499

发行部Circulation Department：

+86-10-81055598

传 真Fax：

+86-10-81055474(营销部)

+86-10-81055464(发行部)

通信世界网

Website of Communications World

网 址

Website : www.cww.net.cn

主管单位：工业和信息化部

Guided by the Ministry of Industry and Information
Technology

主办单位：人民邮电出版社有限公司

Organized by the Post & Telecommunications Press

广告许可证：京东工商广登字20170149号

承印单位：北京艾普海德印刷有限公司

地 址：北京市昌平区马池口镇横桥村南

定 价：15.00元

通信地址：北京市丰台区成寿寺路11号8层

Address: F8, No. 11, Chengshou Temple Road, Fengtai District, Beijing, China

邮发代号：82-659

国外发行代号：T1663

刊号：ISSN1009-1564

CN 11-4405/TP

邮 编：100164

Post Code: 100164

本
刊
声
明

- 《通信世界》授权信通传媒旗下通信世界网为本刊唯一网络发布平台，本刊所有内容将在通信世界网上同时刊登，本刊文章可能由通信世界网向其他合作网站免费提供。
- 向本刊投稿的作者，均应同意上述条件，如不同意请在来稿中特别说明。
- 本刊寄发给作者的稿酬，已含其作品发表在本刊网站及电子版上的稿酬。
- 向本刊投稿的作者应同意授权本刊可以依法维护其著作权等权利。
- 未经本刊书面同意，不得以任何形式转载、使用本刊所刊登的文章及图片。

本报记者

刘华鲁 易东山 梁海滨

黄海峰 牛小敏

国家新闻出版广电总局

举报电话:010-83138953

华为“解禁”迎来曙光

中长期国产化势在必行

不管“解禁”与否，华为都要坚持忧患意识的战略布局，在国产供应链上积极配合各个厂商实现技术以及产品上的研发及升级。

本刊记者 | 梅雅鑫

“美国企业可以继续向华为出售零部件，只要交易不会造成‘全国性的重大紧急问题’。”美国总统特朗普在G20大阪峰会闭幕记者会上表示。随后，该消息被不少国内媒体解读为特朗普将对华为“解禁”。

从“禁售”到“解禁”，只有华为清楚这其中的酸甜苦辣。今年5月16日，美国宣布将华为公司列入管制“实体清单”，禁止美国企业向华为出售相关技术和产品。随后多家企业受影响，断供华为或中断与华为合作，其中还包括提供Android的谷歌。

在经历了一系列的“断供”事件后，美国于5月21日决定对华为的禁令延迟90天实施，理由是华为及其商业伙伴需要时间来升级软件以及处理一些合同义务问题。直到6月29日，事件出现了转机。但是特朗普的“任性”历来有名，此番口头承诺的确定性还有待时间检验。

“解禁”并非“大赦” 但是必然之举

就在“解禁”消息被广泛传播之时，美国国家经济委员会主席拉里·库德洛于6月30日在美国电视采访中更加详细地解释了“解禁”一事。他表示美国商务部尚未把华为从“出口管制实体清单”移除，但后续商务部可能将会向一些美国企业发放临时的额外许可证，以允许其向华为出售零部件。

对于“解禁”范围，他强调华为仅可以购买“其它国家同样广泛销售的美国芯片产品”，并表示国家安全仍然是最重要的考虑因素。由此可见，所谓的“解禁”并不代表完全移出“出口管制实体清单”。通信行业资深专家项立刚表示，尽管“解禁”受到一定限制，但是此举也将为华为提供更多选择供应商的机会。

相较于美国的谨慎态度，中国的态度显然更为大气。中国外交部G20特使、国际经济司司长王小龙表示：“如果美方说到做到，我们是欢迎的。华为的信息技术在世界处于领先地位，华为无论到哪投资，或者参与当地通信产业的开发、建设、运营，都会对当地的通信产业起到很好的促进作用。”

值得注意的是，“禁令”实施以来，这是特朗普首次透露“解禁”之意。对此，项立刚提出自己的几点看法：第一，面对重重挑战，华为迎难而上，保证了公司的正常运转，用实力再一次证明了自己的强大；第二，“禁令”的实施并没有达到美国政府的目的，反而招来本土企业的“不满”。因此，“解禁”是必然举措，也是有利于中美双方的共赢之举。

无论“解禁”与否 都要争取主动权

在美国“禁令”下，华为已经在全球

获得50个5G商用合同，实现15万个5G基站发货量，这足以证明华为5G产品的领先与可靠。俗话说，手有余粮，心里不慌。不管“解禁”与否，华为都要坚持忧患意识的战略布局，同时不断积累在芯片、操作系统、5G等领域的深厚技术，在国产供应链上积极配合各个厂商实现技术以及产品上的研发及升级。

与此同时，华为的底气离不开其自身强大的研发能力。据悉，华为每年将收入的10%到15%投入到技术研发，目前华为在全球已拥有8万多项专利，包括美国授权的1万多项专利。华为尤其重视5G技术的研发，截至2018年年底，华为在5G的研发上已投入超过20亿美元，这一数字超过了欧美国家主要设备供应商5G研发投资的总和。

虽然专利可以成为华为所持的“利器”之一，但华为首席法务官宋柳平表达了华为在专利使用上的立场。他表示，华为不会将其专利组合“武器化”，而将采取开放合作的态度，按照公平合理无歧视原则，与各厂商和运营商进行专利许可和授权的讨论。

“华为愿意与全世界，包括美国公司和美国消费者，继续分享5G等技术成果，促进产业发展和人类进步。”宋柳平表示。

探路多元化发展

中国铁塔成立俩专业子公司

两个全资子公司的成立是中国铁塔共享理念的进一步延展和深化，未来可通过专业化的运作，进一步提升中国铁塔对主体资源的共享效益，从而创造更大价值。

本刊记者 | 孟月

6月26日，中国铁塔全资子公司——铁塔能源有限公司（下文称铁塔能源）和铁塔智联技术有限公司（下文称铁塔智联）在京正式揭牌成立。中国铁塔董事长佟吉禄表示，成立铁塔能源和铁塔智联两个专业化子公司，意在加快“一体两翼”战略布局，即以面向通信行业内的塔类与室分业务为“一体”，以面向社会的能源服务、跨行业站址应用与信息服务为“两翼”。

“两翼”齐飞，开展跨行业站址应用

据悉，铁塔能源主要依托中国铁塔动力电池的备电使用经验、规模采购优势、专业化维护能力和可视、可管、可控的智能监控系统，以高效动力电池为载体，主要面向金融、交通、医疗、低速电动车客户群体及一般工商业用户，提供备电、发电、充电、换电、储能等电力保障和能源服务。

截至2019年一季度，中国铁塔拥有站址近197万座，大部分都配有备用电源系统，以便市电停电时基站设备仍能正常运行。这意味着，中国铁塔拥有规模巨大的、分布式的储能系统。中国铁塔副总经理兼铁塔能源董事长刘国锋曾表示，中国铁塔正在积极探索推进新能源汽车退役动力电池的梯次利用。目前，中国铁塔在全国31省



基站使用梯次电池约3GWh，已成为全国退役动力电池梯次利用的主渠道。此外，中国铁塔将共享理念向社会延伸，推出了针对低速电动车的共享电池业务。

铁塔智联的定位是“具有中国铁塔特色的全国性的信息化综合解决方案服务商”，主要围绕智联、智享、智控三大品牌，开展基于站址等相关资源拓展的站址资源服务，数据信息服务以及基于动环监控系统提供的综合能力服务。铁塔智联董事长俞喆介绍，铁塔智联将依托中国铁塔遍布全国的通信基础设施资源，加快“通信塔”向“社会塔”转变，重点聚焦生态环保、国土农林、安全、应急、交通、卫星定位等领域，开展跨行业站址应用与信息业务。

当前，社会信息化和万物互联正呈现蓬勃发展势头，市场空间大，这也是中国铁塔成立子公司的一个重要因素，中国铁塔将通过公司的专业化运作，加速业务布局和市场发展，为中国铁塔可持续发展提供重要支撑。

高效利用站址资源 拓展社会共享空间

中国铁塔成立以来，持续深化共享发展的理念，积极从行业资源共享迈向社会资源共享，推动“通信铁塔”与“社会杆塔”相互转换，使资源充分共享，成本更加节约。4年多来，中国铁塔新建铁塔共享率从14%提升到75%，节约大量行业投资和土地等社会资源；5G网络启动建设以来，中国铁塔明确提出，深挖共享潜力，发挥好统筹共享作用，充分共享存量站址和社会杆塔资源，全量承接5G基站建设需求，快速经济高效地建设5G基础设施。

佟吉禄强调，中国铁塔因共享而生，靠共享创造价值，能源经营业务是基于站址的电力保障和备电服务能力社会化延伸；跨行业业务则高效利用铁塔站址资源，拓展社会共享空间。

工信部信息通信经济专家委员会秘书长陈金桥认为，共享经济内涵正不断丰富，模式不断迭代升级。设施共享作为中国铁塔最核心、最基础的商务模式，通过4年多的发展实践证明了其显著的经济与社会价值。

据测算，中国铁塔已为通信行业节约了上千亿的投资成本，大大加快了移动宽带网络的建设效率。两个全资子公司的成立是中国铁塔共享理念的进一步延展和深化，未来可通过专业化的运作，进一步提升母公司对主体资源的共享效益，从而创造更大价值。

“解禁”背后 华为“禁令”是否是个“伪命题”？

孙永杰

日前，美国总统特朗普在G20峰会答记者问中，允许美国公司继续卖产品给华为的言论在业内引起了强烈反响，国内外媒体对此进行了不同的解读。不管最终的结果如何，特朗普的言论至少证明美国对于华为的“禁令”，尤其是业内所言的事关华为生存和发展的供货“禁令”确实产生了松动。

那么问题来了，特朗普的言论能否化解或者减少华为所谓的危机？华为的未来会怎样？

实际上，就在特朗普发布上述言论之前两周，美国相关芯片企业美光、英特尔等已经开始恢复向华为部分供货，当然，是在不违反美国政府相关“禁令”的前提下。

据相关报道，美光、英特尔等企业对于华为的供货巧妙地绕开了美国政府“禁令”的限制，并有可能在此后被诸多与华为存在供货关系的企业效仿。如此一来，美国政府的“禁令”有可能形同虚设，至少对华为的负面影响将会大打折扣，这也是外界有观点认为特朗普的言论是一种无奈之举的佐证。

既然不能“禁”，还不如送个“顺水人情”。那么在“禁令”范围内的企业，尤其是美国企业，为何要想法设法继续向华为供货？

不可否认，无论是经济还是技术全球化的今天，华为的业务在某些核心领域依然离不开其他企业（包括美国企业）的支持与合作，这自然形成了彼此间相互依存和发展的关系。

以华为P30 Pro智能手机为例，据东京研究机构Fomalhaut Techno Solutions的拆解数据显示，华为P30 Pro总成本约为363.83美元，其中来自美国的组件大约有15个，虽然只占该机全部组件的1%，但是这1%的组件成本却占了华为P30 Pro总成本的16.3%。

不知业内人士看到这个统计数字作何感想？笔者看到的是，尽管美国企业在华为手机零部件供应中所占比例极小，但价值较大。不过既然是合作，从另一个角度看，这个价值也自然会反哺到相关的美国企业。这也就很好地解释了上述美国企业

的行为，包括更早些时候，博通、高通、微软等受限于华为“禁令”的美国企业纷纷游说美国政府相关部门，要求放宽对于华为“禁令”限制的行为。

不要小看美国这些企业的行为，在经济高度自由的美国，商业企业的这些行为往往会让政府相关部门的决定陷入两难的境地，更何况这些企业还找到了“绕道”的应对之策。

如果说上述是美国方面利好华为的客观因素，那么从我们的主观方面看，作为中国高科技企业创新和全球化的标志性企业，尤其是在即将到来的5G时代，华为无论是对于中国产业还是全球产业而言均不可或缺。这意味着除了市场因素外，在政府和国家层面，华为都理应是我们要力保的对象。虽然不能称之为举国之力，但肯定会竭尽所能。

当然这一切绝非是凭空而来，而是华为20多年来一直坚持创新，实力和影响力不断扩大的结果。以当下最热门的5G为例，德国专利数据库公司IPLytics发布的报告《Who is leading the 5G patent race》显示，截至今年4月，全球5G通信标准必要专利申请数量已超过6万件。其中华为在专利数量占比上排名领先，为15.0%。除了专利数量，5G标准技术贡献、5G标准会议出席率也是衡量为5G标准贡献多少的指标，在这两项指标中，华为依然领先。而华为主导的极化码、上下行解耦、大规模天线和新型网络架构等关键技术已成为5G国际标准的重要组成部分。

综上所述，笔者认为，由于华为在全球和中国相关产业中的影响力，以及近期“禁令”的新进展，无论是从主观还是客观因素，都对华为呈现出利好的态势。这也让笔者不得不想，也许美国政府当初对于华为的所谓“禁令”，从一开始就注定了是个“伪命题”，是不切实际和难以实现的。

当然，我们唯一可以确定的是，自主创新，不断打造自身在产业中的核心竞争力和影响力，应是中国企业无论身处何种环境均屹立不倒的根本。（作者为通信行业资深专家）

5G来了 Wi-Fi会消亡?

闫跃龙

在刚刚结束的MWC19上海展上,5G成为最大的热点,运营商和设备商纷纷演示5G,展现的高速率令人兴奋。

这就带来一个现实的问题:5G来了,Wi-Fi是不是就没有存在的价值了?

对于这个问题,有持肯定态度的人,他们认为5G速度已经达到了Gbit/s级别,又可以无处不在地覆盖,无论是手机还是笔记本电脑,直接在家里或者企业用5G上网就可以了,为什么还要连接Wi-Fi?

笔者对这个问题是持否定态度的——5G来了,Wi-Fi不仅不会消亡,反而会有更大的发展。

目前,5G还处于发展的早期阶段,从网络覆盖到终端推出,再到性价比合适,起码还需要2年甚至更长的时间,在这段时间内Wi-Fi是很好的选择。

即使到了5G大规模普及的时候,因为5G通常部署在更高频段乃至毫米波频段,更高的频率意味着更大的传输及穿透损耗,这让室内覆盖存在较大问题,加上中国的住宅、办公室大多采用钢筋混凝土结构,更将加剧5G信号入户的衰减,所以5G也不是全部选择。

最重要的是,Wi-Fi技术不是静止的,而是不断进化的。最新的Wi-Fi技术叫做Wi-Fi6,从名字就能看到Wi-Fi与时俱进的决心。以前的Wi-Fi技术都叫做“801.11+字母”,现在改成Wi-Fi6的形式,特别容易被记住,也便于在普通用户中推广。

Wi-Fi6技术比上一代技术在速率上提升了40%,最高的速度甚至可以达到11Gbit/s;Wi-Fi6将带来“目标唤醒时间”这一新功能,让智能手机、笔记本电脑和其他Wi-Fi设备有更长的电池续航;Wi-Fi6技术在拥挤地区的表现也会更好,英特尔宣称,在拥有大量连接设备的拥挤区域,Wi-Fi6将使每个用户的平均速度提高“至少4倍”。

可以这样说,Wi-Fi6和5G越来越像,他们共同使用的关键技术包括OFDMA、MU-MIMO等,看来是殊途同归。

5G和Wi-Fi6并不是竞争对手,而是彼此互补,5G主要面向大区域连接,而Wi-Fi6则是满足小区域、高带宽的要求。

接下来,笔者从消费者、企业和物联网3个方面,分析5G和Wi-Fi技术的未来选择。

对于消费者来说,主要考虑的是性价比,决定采用哪个技术主要由资费决定。如果像现在运营商所说的5G流量套餐和4G价格一样,手机用5G还可以,但是如果在家庭都用5G,恐怕会负担不起。如果用户经常使用电视联网看高清甚至超高清内容,每个月的流量消耗会非常惊人,如果运营商没有针对家庭的固定套餐,那家庭肯定还是Wi-Fi的天下。

从运营商的角度,是否要用5G占领家庭宽带,还要看成本。考虑到频谱的稀缺性,以及室内覆盖的复杂性,可以预计短时间内5G还是竞争不过“光纤+Wi-Fi”的组合。

对于企业来说,也需要根据自己的实际情况进行权衡。5G的优势在于高速率、低时延、安全性高,而且频谱都是授权频谱,干扰会比较少,缺点是需要室内覆盖方面进行补足,如部署更多室内基站等设备。而Wi-Fi技术尤其是Wi-Fi6技术的优势在于高速、低功耗,但是未授权频谱有可能带来干扰和安全问题。

再来看物联网,5G和Wi-Fi都将在未来万物互联的物联网领域承担重要角色,各有利弊和侧重。以车联网为例,两个技术目前也有不同的拥趸:基于Wi-Fi的DSRC技术,得到了大众集团、雷诺集团、通用汽车、恩智浦半导体等公司的青睐;而基于5G的C-V2X则是包括宝马、福特、德国电信、爱立信、华为、英特尔、高通等公司的选择。

总而言之,5G和Wi-Fi的关系,并不是你死我活的竞争关系,很大程度上是互补关系。5G和Wi-Fi的内核也越来越趋同,二者也有共同的愿景:无处不在的高速连接。

5G和Wi-Fi将不离不弃,一起迎接连接的未来。(作者为知名科技评论人)

MWC19上海已落幕，但内容丰富的演讲仍余音绕梁，精彩的展示仍让人回味无穷。在大咖的精彩观点和企业的丰富展示中，可以发现，5G建设的节奏正在加快，5G应用在各行业的推广正在加速。合作共赢，智联万物的美好时代即将到来。

洞察 MWC19上海 未来已来

回眸MWC19上海 5G“最红” 智联万物时代已来

回顾为期3天的展会，运营商和设备厂商展示了自己的十八般武艺，在5G组网和建设及应用方面纷纷亮出了自家的“拿手好戏”，一场精彩的5G实力展在上海拉开了帷幕。

本刊记者 | 蒋雅丽 程琳琳



日前召开的MWC19上海展，是我国5G牌照发放后的首次世界级行业“大阅兵”，呈现给参会观众一场关于5G的思想和视觉的饕餮盛宴。回顾为期3天的展会，运营商和设备厂商都展示了自己的十八般武艺，在5G组网和建设及应用方面纷纷亮出了自家的“拿手好戏”。

5G组网策略：坚持以SA为目标架构

在牌照发放后，5G网络建设和商业模式探讨成为当务之急，因此在MWC19上海展上，来自运营商和设备厂商的高层和行业专家们，争相探讨5G网络建设

中遇到的问题。其中，选择哪种组网方式（NSA/SA）是运营商网络建设面临的首要难题。不过在MWC19上海展期间，运营商纷纷表示坚持以SA为目标架构。

中国移动在展会上表示要加速推动SA产业进展，加快5G全球产业发展，推动SA端到端产业成熟，大力发展支持SA、NSA的多模、多频、多形态的全球通用智能终端。中国移动董事长杨杰表示，“虽然今年5G更多的是基于NSA推进，但要想5G真正发挥作用，SA才是目标架构、目标网络，我们希望‘SA发展得越早越好’”。杨杰还指出，为推动SA端到端产业的成熟，从明年开始单纯支

持NSA制式的手机将不可以入网，从明年1月1日起，新入网5G手机将全部支持SA。

中国电信一直旗帜鲜明支持SA组网方式。中国电信总经理柯瑞文表示，在业内关于SA网络演进方向达成共识之后，中国电信希望与产业各方加强合作，加快5G建设步伐，逐步实现华为与中兴等异厂家

SA互通，实现爱立信、诺基亚贝尔等全球主流厂家的SA测试验证，力争在2020年率先启动面向SA的网络升级，对外开放基于SA的边缘计算、网络切片等5G差异化网络能力。

目前，中国联通尚未明确表态选择哪种组网方式，不过随着SA网络的逐渐成熟，SA组网方式兴许也会成为中国联通的目标组网方式。

5G建网：降低建网成本是关键

在MWC19上海展上，三大运营商也更新了各自的建网规划。

中国移动表示将充分利用好已拥有

的2.6GHz和4.9GHz两个频段用于5G建设，这将有助于低成本高效建网。2019年，中国移动计划在全国建设超过5万个基站，在超过50个城市实现5G商用服务；2020年，将进一步扩大网络覆盖范围，在全国所有地级以上城市提供5G商用服务。中国电信2019年将在40多个城市推出5G NSA/SA混合组网，目前已经与多家主流厂商进行了SA互通测试，目标在2020年率先启动SA升级。中国联通总经理李国华表示，计划今年在7个特大城市、33个大城市提供5G网络覆盖，并将重点覆盖多个垂直行业。

运营商都已经秣马厉兵，准备好打赢5G建设这场硬仗。不过，成本问题是运营商在5G网络大规模建设前夕绕不开的话题。

业内有分析认为，5G基站投资是4G的2倍，功耗是4G的2.5~3倍。这给运营商的5G网络建设带来较大压力，在4G网络大规模建设期过去不久，再进行一次大规模的5G投资，运营商感受到了压力。

“如果5G基站功耗只有4G的1.5倍，将对中国移动建设5G是一个巨大利好。”杨杰指出。

关于降低5G建设成本，设备厂商也在积极改善产品性能，提升性价比，助力运营商更快、更低成本建网。华为专家认为，设备使用简单也可以降低运营商引

入5G的成本，华为5G基站性能比4G提高了20倍，但是重量大幅减轻，体积大幅缩小，使部署成本大幅降低。爱立信则表示，从2015年以后推出的爱立信无线系统都可以通过纯软件升级支持5G。其他设备厂商也纷纷提出了不同的解决方案，助力运营商5G网络建设。

关于5G建设问题，也引发了运营商关于5G商业模式的思考。在GSMA主论坛上，杨杰分析，当前信息通信业正面临新形势——随着人口红利逐渐消退、流量红利快速释放，行业发展简单依靠规模和量的增长已难以为继，必须推动价值经营实现质的提升。

在这样的大背景下，运营商必须要寻找新的经济增长点。5G时代，在连接快速增长情况下，万物智联赋能各行业数字化转型、推动供给侧结构性改革的作用正逐步显现，新型业务形态将驱动连接价值实现跨越式提升。因此，挖掘5G良好的商业模式，成为当前需要思考的问题。

5G应用：智慧生活指日可待

丰富多彩的应用也是此次展会的一大亮点。杨杰和中国联通总经理李国华都表达了“5G≠4G+1G”的观点。这表述了5G使能垂直行业的重要使命，也强调了

5G应用的重要性。

杨杰认为5G将更具有革命性，能够为跨领域、全方位、多层次的产业深度融合提供基础设施，充分释放数字化应用对经济社会发展的放大、叠加、倍增作用。而李国华也认为，5G是一次重大的颠覆性技术变革，将与人工智能技术一道，成为经济社会转型升级的重要推动力，人类在生产、生活以及社会管理方式上，将迎来革命性改变。

5G将开启万物互联时代，为经济转型、社会进步、民生改善带来更多更深刻的变化，并通过与工业、交通等垂直行业深度融合，实现从支撑移动互联网向支撑各行业全面数字化、智能化全新转型，催生更多创新应用及业态。

从三大运营商的展台就可以看到丰富多彩的5G应用。中国电信重点展示了涵盖政务、制造、交通等丰富的5G应用场景，以及集监控、称重、兑币、身份识别等功能为一体的智能垃圾回收站，解决垃圾分类的难题；中国移动展示了一个集互动模拟沙盘、远程操控平台、AR协作应用、全息立体影像于一体的“5G+新型智慧城市”模型；中国联通打造了基于MR (Mixed Reality) 技术的智慧冬奥展区，5G+AI智慧训练利用5G网络将比赛画面回传至云端进行战术分析、球员数据分析等，并将分析结果回传至本地教练员的设备上，从而实现训练的智能化、科学化，有效促进体育训练水平提升。

5G应用将是5G使能千行百业的关键，在此次展会的智慧医疗、智慧城市、智慧交通等应用中，也可以看出通信行业企业正在与垂直行业开展全方位的合作，通信行业将与各行各业携手，共同实现“5G改变社会”的梦想。

未来已来！



运营商共绘5G新蓝图

自我国 5G 商用牌照发放后，三大运营商加快了 5G 网络的建设步伐。

本刊记者 | 耿鹏飞

近年来，我国5G发展成为全球关注的焦点，6月26日，根据GSMA发布《移动经济》(Mobile Economy) 系列亚太版最新报告数据，亚洲运营商计划在2018-2025年间投入3700亿美元构建新的5G网络，其中仅中国就将为5G投资1840亿美元。

6月6日，我国5G商用牌照发放，自此之后三大运营商更是加快了5G网络的建设步伐。MWC19上海展作为5G发牌后的第一个行业盛会，三大电信运营商高层领导也纷纷“现身”演讲，除分享公司的各大战略规划外，更大的重心在于分享5G建网的最新思考以及实践探讨。

中国电信：力争在2020年率先启动SA的网络升级

中国电信董事长柯瑞文在MWC19上海大会上分享了中国电信在推动5G发展，促进云网协同，推进信息基础设施和物理基础设施深度融合，打造新一代网络，以及智慧社会赋能方面的认识、实践和打算。

柯瑞文表示，初期，中国电信将在40多个城市建设NSA/SA混合组网的精品网络，目前已经与华为在核心网、基站、终端等方面开展了SA端到端性能测试，取得了积极成效。

在业内对SA网络演进方向达成共



中国电信董事长 柯瑞文



中国移动董事长 杨杰



中国联通总经理 李国华

识之后，中国电信希望与产业各方加强合作，加快5G建设步伐，逐步实现华为与中兴等SA异厂家互通，实现爱立信、诺基亚等全球主流厂家的SA测试验证，力争在2020年率先启动面向SA的网络升级，对外开放基于SA的边缘计算、网络切片等5G差异化网络能力。“在建网过程中，中国电信将始终坚持以共建共享和产业协同为原则，保证网络连续覆盖和用户感知。”柯瑞文强调。

此外，柯瑞文指出，5G时代是云的时代，也是云和网相互融合的时代，5G加速云网融合，同时云网融合为5G赋予更多内涵，两者共生共长、互补互促。

一方面，云网融合为5G发展奠定坚实基础。5G网元云化部署，需要丰富完善的光网资源和云/DC（数据中心）资源，构建基于MEC的边缘云架构是5G网络全面云化的关键。另一方面，5G的发

展推动云网深度融合。5G具有高速率、大容量、低时延以及核心网全面云化的特点，是云网深度融合的重要推动力量。

柯瑞文承诺，未来中国电信将积极推进5G+云改，打造具有中国电信特色的信息基础设施，最终形成简洁、敏捷、集约、开放、安全的新一代全云化、全光化的智能网络。

中国移动：今年将实现“3个5”

作为全球网络规模最大、客户数量最多的电信运营企业，中国移动如何进行5G部署一直备受业界关注。6月25日，中国移动举办“5G+”发布会，这也是在5G牌照发放后，首个国内运营商对5G进行战略部署的发布会。在发布会上，中国移动董事长杨杰表示，5G商用元年，中国移动将会实现“3个5”，即推出“5G+”计划，建设超过5万个基站，在超过50个城

市开通5G服务，加快建设全球最大规模5G网络。到2020年，网络覆盖范围将进一步扩大，中国移动在全国所有地级以上城市城区提供5G商用服务。

而5G网络和千兆宽带是一个融合互补的有机整体。随着信息通信技术的不断发展和提速降费的深入推进，双千兆时代正在加速到来。在MWC19上海展期间，中国移动发布双千兆计划，为顺应双千兆时代发展趋势，抢抓机遇。在千兆宽带方面，中国移动将持续推动OLT设备升级，推动70%以上区域具备千兆能力，打造300个千兆城市，覆盖2亿潜在宽带用户。

在终端方面，终端先行将引领5G发展，终端对于运营商的影响可想而知。因此，中国移动宣布将5G终端先行者计划发布升级版，由“计划”变“联盟”，中国移动5G终端先行者产业联盟实现首次集结。同时，中国移动联合产业发布42款5G商用终端及解决方案，并完成首批5G终端万台交付，此外还发布了业界首份5G专业评测《中国移动2019年智能硬件质量报告（第一期）》，以及《5G终端产品白皮书》，对5G手机和泛智能终端从产品形态、无线、业务、性能、质量等方面提出了新要求，助力推动5G终端质量提升，实现5G终端产业共赢，加快推动终端多模、多频多形态发展。

对于如何发展5G，中国移动认为网络是基础，融合是关键，合作是潮流，应用是根本。未来，中国移动将全面实施“5G+”计划，通过推进5G+4G协同发展、5G+AICDE融合创新、5G+Ecology生态共建，实现5G+X应用延展，使5G真正成为社会信息流动的主动脉、产业转型升级的加速器、数字社会建设的新基石。

因此，为了更好服务合作伙伴，中国移动将推出“BEST”新商业计划，以基础（Basic）、使能（Enable）、专属

（Special）三种服务模式携手合作伙伴共创5G新时代（Times）。

“中国移动愿借助世界移动大会交流平台，加强与全球同行的沟通协作，加快5G发展，共促智联万物，共创美好未来。”杨杰表示。

中国联通：举众人之力推动5G发展

在MWC19上海正式开始的前一天，中国联通就召开了第14届国际合作伙伴会议。会议期间，中国联通正式发布了中国联通全球合作伙伴计划UP Program。目前，该计划创会会员已涵盖23家运营商合作伙伴。还邀请了来自全球各地的12家电信运营商加入5G国际合作联盟，组成全新5G合作阵容。

在开幕式上，中国联通总经理李国华从体制机制转变、战略、运营、网络、行业应用、生态等方面阐述了在数字化智能社会演进进程中，中国联通所作出的积极探索和大胆实践。

李国华指出，5G时代对电信行业提出了全新的需求，运营商需要从运营、业务、生态等方面进行重构与转型，为用户提供极致的智能体验。李国华强调，一方面，运营商之间要协同发展，共同做大行业价值；另一方面，加大与垂直行业融合创新力度，共同培育新的商业模式，从而打造多方共赢新生态。

在5G发展布局上，前不久中国联

通发布了5G全新品牌5Gⁿ，同时宣布“7+33+N”5G部署计划，在国内40个城市开通5G试验网络，在n个城市定制5G网中的专网，搭建各种行业应用场景，为合作伙伴提供更为广阔的试验场景。

此外，联通面向公众推出5G先锋计划，同时开启5G友好体验用户招募活动。在推动行业发展方面，中国联通积极推进5G应用孵化及产业升级，目前创新应用已经覆盖11个行业、100多个场景。据悉，目前中国联通发起成立的“中国联通5G应用创新联盟”，已有近200家领军企业先后加入，未来将达到1000家成员企业的规模。

目前，中国联通正致力于推动5G终端的快速普及。“今年上半年联通开展了大规模的5G端网协同测试，目前有6款5G智能手机具备了在联通网络下使用的条件。为了满足大家对5G体验的迫切需要，中国联通在4月推出了5G先锋体验计划，让广大用户在部分城市‘不换卡、不换号、不换套餐’，享受5G的服务。”中国联通副总经理买彦州在25日召开的“华为5G is ON峰会”上表示，“我们将以最大的努力、最快的速度，联合产业链推动千元智能5G手机上市。”

最后，李国华呼吁在5G生态合作层面“乘众人之智，用众人之力”，借助MWC上海这一世界性平台，加强与全球行业内外合作伙伴的融通、互鉴与协作，携手让人们畅享更加智慧美好的数字生活。

编辑 | 田小梦 txiaomeng@yxintong.com.cn



收入增长停滞引发业界思考 5G赋能行业与自我成长是否存两全之道

5G 建网需要巨额投资，但是运营商收入增长停滞，同时又面临着利润增长的考核要求。双重压力之下，运营商能否找到破局之路？

本刊记者 | 舒文琼

每年夏天在上海召开的世界移动通信大会MWC已经成为业界最重磅的会议之一，会上大咖云集，金句频出，发人深思。例如，去年时任中国电信总经理的刘爱力发表了“一碗汤、汤一碗”的关于行业“零和博弈”的观点，今年中国移动董事长杨杰直言“2019年中国通信行业收入增长基本停滞”，对行业提出了直指灵魂深处的拷问。

一方面，5G赋能千行百业，助推数字经济发展，被业界寄予了极大期望；另一方面，5G需要巨额投资，给运营商带来了沉重负担。

有人关心运营商飞得快不快，也有人关心运营商飞得累不累。从MWC19上海展可以看出，产业链在对5G发展普遍看好的同时，也提出了经济高效、低成本的建网方案，并在5G应用、商业模式上进行了探索。

行业收入增长停滞

5G作为整个社会和经济增长的关键基础设施，构建了新一代的信息通信基础设施，正在从助力经济发展的基础动力向引领经济发展的核心引擎加速转变。5G设施将会渗透到包括电网、交通、工业、智慧城市在内的基础设施。在融合渗透的过程中，5G与各行各业结合，催生出新产品、新业态，为数字经济创建出新的发展空间。

对于数字经济的规模，中国信息通信研究院经过测算认为，从2020年到2025年，5G带动信息产业的增加值将达到3.3万亿元，拉动其他行业增长达到11.9万亿元。随着网络的不断完善，5G对各行各业的贡献值将不断增加，加速各行业数字化、网络化、智能化发展。

前景诱人的5G毫无疑问将成为下一个经济增长的爆点，而业界也对5G的发展寄予了厚望。在MWC19上海，5G成为当仁不让的话题担当，无论是论坛还是展馆，5G都成为各方关注的焦点。

在业界一致对5G抱有美好期望的同时，运营商领导人的一番话让业界透过5G的光鲜亮丽，看到了其负重前行的另一面。

在6月26日上午的发言中，中国移动董事长杨杰“自暴家丑”：“2019年前5个月，中国通信行业收入增长处于停滞状态，中国移动甚至出现了负增长。随着人口红利逐渐消退、流量红利快速释放，简单依靠规模和量的增长将难以为继。”

根据工信部的数据，2019年1-5月，我国电信业务收入累计完成5590亿元，同比增长0.3%，增速同比回落3.9个百分点，较1-4月回落0.4个百分点。收入增长停滞已经成为整个行业无法回避的客观现实。

而在不久前，国资委刚刚明确了2019年度中央企业净利润的增长目标，

中国移动2019年度合计净利润目标须较上年增长12%，中国电信和中国联通2019年净利润目标须增长9%。

在收入增长停滞、利润不得退步的双重压力下，运营商的5G建设资金从何而来？

5G建网成本高

5G商用牌照正式发放，运营商引弓而发，纷纷制定了积极的建网计划。中国移动宣布2019年将在全国范围内建设超过5万个5G基站，在超过50个城市实现5G商用服务，2020年将在全国所有地级以上城市城区提供5G商用服务；中国电信表示初期将在40多个城市建设NSA/SA混合组网的精品网络，力争在2020年率先启动面向SA的网络升级；中国联通发布了“7+33+n”5G部署计划，在国内40个城市开通5G试验网络。

众所周知，5G建设在高频段上，基站覆盖将更为密集，较4G网络有更高的建网成本。

对于具体的数字，中国电信科技委主任韦乐平认为，5G基站数至少是4G的2~3倍，基站单价至少是4G的2倍，功耗至少是4G的5倍，投资至少是4G的1.5倍。中信建投预计，未来5G基站量将是4G的2倍，运营商5G建网主体投资可能将达1.23万亿元，较4G投资增长68%。

根据此前公布的数据，运营商2019年的5G投资不超过342亿元，但从目前的建网计划来看，这一数字可能有些保守。

运营商对于5G建网方式的明确，意味着5G投资还会增长。韦乐平表示，基

于4G核心网EPC的NSA部署是5G部署初期的选择，随着NSA部署规模的扩大和SA的引入，网络将频繁“折腾”，基于5GC+NR的SA网络才能支持真正的5G业务需求和相关功能特性。

中国电信表示，将把握5G的本质与核心，坚持SA的目标网方向，力争在2020年率先全面启动5G SA的网络升级。杨杰表示，中国移动将推动SA端到端产业的成熟，从2020年1月1日起将全部支持SA。

SA与NSA的主要区别在于核心网新建还是与4G共享，这就带来了成本方面的差异：NSA成本较低，SA成本较高。

运营商收入增长停滞，5G建设成本又居高不下，这样的两难局面该如何破解？

寻找赋能行业与自我发展的两全之道

面对上述困境，运营商也在找寻出路。杨杰认为，基础电信业务从规模经营向基于规模的价值经营加速转变是必由之路，信息通信市场要从“要素”竞争向“要素+能力”竞争加速转变。只有做大产业，才能实现自我成长。运营商在赋能社会各行各业、助推数字经济发展的同时，才能创造新的发展机会。

6月25日，中国移动发布了“5G+”计划，其中的5G+X，就是指通过5G赋能垂直行业的应用创新，推动5G在智慧交通、智慧电网、智慧医疗、智慧工厂、智慧校园、智慧城市、家庭娱乐、智慧农业、无人机等行业深度应用。

中国电信董事长柯瑞文指出，5G的应用创新将推动个人生活、家庭社区、产业、政府管理智慧化，形成智慧社会的基础，不断满足人民对美好生活的向往。

中国联通总经理李国华表示，5G的超高速率、超低延时以及海量物联，不仅意味着构建新型基础设施、实现能力增强

和技术升级，更意味着能力开放、数字化转型以及平台与生态化服务，让感知体系更为泛在，助力思考体系智能决策，促进执行体系精准交付，从而全方面加速社会数字化、智能化。这不仅是从0到1的重构与突破，而且是从1到n的进化与生长。

当然，如何在5G时代避免运营商在产业链中继续被“管道化”和“边缘化”，让运营商在为各行各业赋能的同时，掌握价值链的关键环节，实现价值的增长以及自身产业掌控力的提升，是运营商赋能社会与自我发展得以兼顾的关键。这是困扰运营商已久的问题，也是运营商在5G时代必须直面且找到解决方案的问题。

经济高效建网方案暂缓压力

有人关心运营商飞得快不快，也有人关心运营商飞得累不累。运营商5G投资的沉重压力引起了产业链各环节的关注，目前，包括爱立信、华为等在内的主要设备商都推出了助力运营商高效、低成本建设5G网络的方案。

在今年2月的MWC2019上，爱立信提出了“开启5G 化繁为简”的理念，并推出了增强型5G平台，该平台具有全、易、灵、省4个特性，可简化5G部署与运营。其中，“全”指的是端到端、全场景、全方位；

“易”指的是爱立信2015年以后发布的4G基站可以软件升级至5G，以及自动化运营商管理等；“灵”指的是引入虚拟化、频谱动态共享等技术；“省”则是帮助运营商降低建网和运营成本，加快上线速度。

在推出“一键开启5G”的方案后，爱立信创新脚步仍在继续。近期，爱立信又推出了5G SA新空口系统、频段间载波聚合技术。

在MWC19上海展上，华为提出“极简、智能、开放”的站点建设策略，给出未来站点发展方向，让5G时代运营商建站更简单，加速5G商用部署。极简指工程部署化繁为简；智能指管理可视化智能化；开放指复用社会资源，推动站点开放。

华为无线网络站点产品线总裁郝应涛表示：“上述方案不仅降低了5G引入对工程部署的需求，提升网络运维效率，降低网络OPEX，还意图推动基础设施资源向移动网络站址开放，帮助运营商提前布局5G网络。”

除了设备商以高效易行的方案帮助运营商降低建网成本，还有业界第三方专家直截了当地呼吁：“5G既然可以赋能千行百业，惠及整个社会发展，那么政府应该给予运营商一定的资金、税收支持。”

编辑 | 吕萌 lymeng@xinhong.com.cn



垂直行业纷纷为5G应用 “添砖加瓦”

在5G应用方面，各行各业一直在积极探索5G如何使能行业转型升级。

本刊记者 | 程琳琳

应用是5G商用的重要基石，“高速公路（5G网络）”修好了，还要有各种各样的“车（应用）”奔驰于上。在MWC19上海上，除了建网，5G被讨论最多的便是应用。关于应用，各行各业都开展了广泛的尝试和探索，如今已经取得了初步成果。

应用是5G发展的关键

5G是未来发展的重要使能技术。当前数字化转型是大势所趋，5G作为新一代信息通信的主要发展方向，成为全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施。中国信息通信研究院副院长王志勤表示，5G将有效推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，有力支撑网络强国和制造强国的建设。

今年6月6日，工业和信息化部发放了5G商用牌照，这标志着我国正式步入5G商用元年。牌照发放后，全国各地都开展了5G网络和应用的建设的工作。上海市经济和信息化委员会副主任张建明表示，应用成为5G发展成功的关键因素。上海作为国内信息基础设施建设先行城市，在网络先行、产业发展、应用创新方面都有优势，正在加紧推进5G网络建设和应用。上海市计划于2021年5G发展实现“十百千”目标，聚焦十大垂直领域，形成一百个行业应用标杆，培育一千个创新应用项目。

在推动5G应用发展方面，三大运营商一直在积极努力。中国移动成立5G创新中心和三大产业研究院，围绕九大领

域开展了100多个应用示范，涵盖交通、能源、娱乐、智慧城市等领域；中国电信推动三朵云架构使能5G应用，满足低时延、高速数据业务需求，在工业互联网领域开展了广泛研究，如在镇海打造智慧工厂、与兆丰电机联合打造5G柔性工作车间、与红狮水泥打造5G智慧工厂等；中国联通也在新媒体、工业互联网、智慧旅游、智慧交通、智慧医疗、智慧教育等方面做了很多探索工作。

垂直行业企业开展了广泛的5G探索

在5G应用方面，各行各业一直在积极探索5G如何使能行业转型升级。

作为重工业的领军企业，三一重工十分关注5G应用。三一重工智能研究院总工范晓冬表示，一直以来，三一重工都非常关注智能制造，5G被认为是在智

能制造领域非常关键的使能技术。目前在一重北京产业园已经部署了多个MEC试验场景，此外，机器人、云化AGV等应用也在不断试验和探索中。

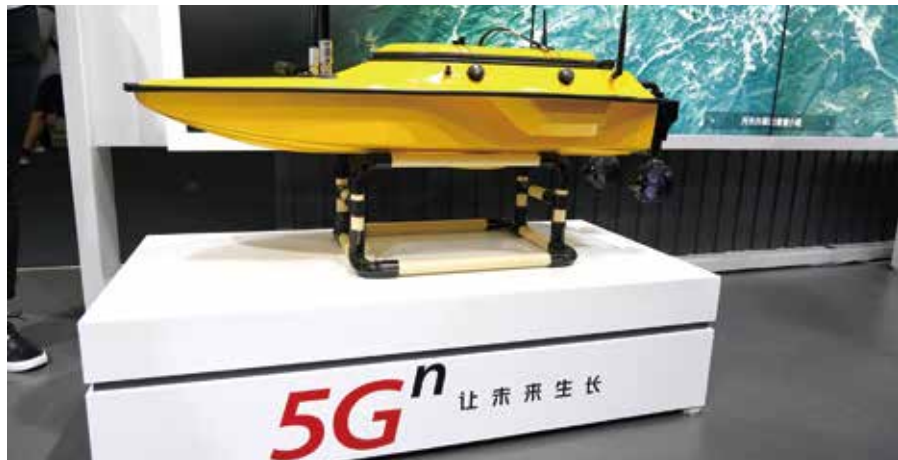
家电企业海信也开展了多项5G+AI智慧应用，海信网络科技公司副总工孙永良讲道，海信已经在智慧街区、智慧应急、公共安全、交通管理、公共运输、智慧高速车路协同等6个方面开展了5G试点应用，未来期待5G能力建设可以更快、更好地应用到智慧城市的解决方案中。

随着5G技术的应用，银行的服务和产品会更加智能化和开放化，中国农业银行网络金融部博士吕芙蓉表示，在该阶段，人工智能、大数据、边缘计算、物联网会得到大范围普及。5G可以助力网点转型和渠道优化，还可以在偏远地区用5G技术和设备探索为用户提供更好的服务。

“5G应用很可能在港口率先落地。”

上港集团海勃物流软件有限公司总经理黄彬讲道。在集装箱码头，集装箱都是标准化操作，集装箱规格全球统一。5G可助力实现港口运输全程无纸化，在港口的内部实现数字化。港口应用是工业4.0完美展现的舞台，未来将与物联网、边缘计算、人工智能、大数据等进行更加紧密的融合，有望成为各种前沿科技的竞技场。

编辑 | 田小梦 tianxiaomeng@xinhong.com.cn



加速产业数字化发展

信通院针对 5G 在 2020~2025 年对中国数字经济贡献进行了测算，预计 5G 带动信息产业增加值将达到 3.3 万亿。

本刊记者 | 刁兴玲

在近日闭幕的MWC19上海展上, 5G贯穿全场, 5G应用也成为讨论最多的热点话题。

数字经济迎来发展黄金期

在中国信息通信研究院副院长王志勤看来,当前,数字经济呈现了更多的平台化发展趋势和生态发展模式,数字经济迎来发展黄金期。产业数字化是数字经济发展主阵地,5G将为数字经济提供全新的关键基础设施,成为推动各类产业发展的引擎,催生更多新兴需求和服务,使能产业加速向数字化、网络化、智能化、自动化方向发展。

5G作为整个社会和经济增长的关键要素,构建了新一代的信息通信基础设施,将对数字经济产生带动作用。5G的设施会渗透到生产型的基础设施和社会型的基础设施中,包括电网、交通、工业、智慧城市等领域的城市基础设施。

王志勤表示，5G要真正发挥效能必须是5G和其他新一代信息技术一起构建新型的服务体系。她认为，5G要和云计算、大数据、人工智能一起来赋能行业的发展。

“此外, 5G和各行各业结合过程中必然会创生新的产品、新的业态, 为数字



经济创建出新的发展空间。所以我们认为5G会助力各行各业加速发展,也会催生更多的需求和服务。”王志勤如是说。

信通院针对5G在2020~2025年对中国数字经济贡献进行了测算,预计5G带动信息产业增加值达到3.3万亿,产业数字化就是5G技术和各行各业结合,拉动其他行业的经济发展新的空间增长达到11.9万亿。经过2020年以后网络的不断完善,5G对各行各业的贡献值在不断提升,特别是会加速各行业数字化、网络化、智能化发展。

5G赋能千行百业

目前, 5G和各行各业的发展还处在探索阶段, 例如, 5G和工业互联网的融合更多是体现生产环节的智能化、协同化, 以及从制造向服务化的转型。在初期阶段, 5G和视频技术的结合使产业更成熟,

可以看到工业、无线相机, 还有工业虚拟增强现实的技术已经有了诸多应用。

在5G和车联网领域，5G能够在车联网更高级的阶段提供更加复杂和高级别的业务能力。车联网的发展要经过

3个阶段，第一阶段是信息服务阶段，目前已经实现；第二阶段是安全和效率服务的业务；第三阶段是实现完全的自动驾驶。

5G和智慧医疗结合是现行社会有迫切需求的应用之一。

5G+医疗将满足三大场景需求,一是医疗设备无线采集,实现仪器的无线联网等;二是远程图片、实时视频的传送,针对很区实现远程的辅导和诊疗;三是手术。

在王志勤看来，5G的应用发展是逐步提升的过程。5G发展初级阶段更多的是聚焦增强宽带和低延时、高可靠业务方面，随着5G网络覆盖的完善，物联网业务能力将得到进一步提升。未来5G会和越来越多的行业进行深度的交融，促使各行各业从初步的实现网络联网到智能化的发展提升。

信通院也在积极打造5G和5G业务应用生态。近日信通院成立了5G应用产业方阵，和各行各业结合寻找5G典型的应用场景，解决共性的产业问题，营造良好的5G发展环境。“我们也会通过一些大赛推动应用的孵化和落地。希望能和产业界一起助力产业数字化发展，助力5G的成功商用。”王志勤最后表示。

5G改变社会 从赋能千行百业开始

从“5G改变社会”到“千行百业+5G”，业界对于5G的探索逐渐深入，5G与各行各业的融合渗透也不断加深。

本刊作者 | 舒文琼

谈起移动通信对经济社会的影响，“4G改变生活，5G改变社会”这句话在业界广为流传。如今，随着5G商用大幕的正式开启，“5G改变社会”变得更为清晰且可落地——以华为等为代表的5G领头企业提出了“千行百业+5G”的理念，并进行了积极探索和实践。

在6月25日华为召开的“5G is ON”峰会上，围绕

“5G服务千行百业 拉动数字化升级”这一话题，5G产业链相关环节和制造、医院、电力等领域的专家带来了5G赋能行业的具体实践和成果。

从“5G改变社会”到“千行百业+5G”，业界对于5G的探索逐渐深入，5G与各行各业的融合渗透也不断加深。

5G赋能千行百业成共识

5G具有低时延、大带宽、高容量的特征，能够使得4G时代效果不佳或者无法实现的很多场景成为可能。在深入渗透到各行各业的过程中，5G也将带动数字经济的蓬勃发展。

中国信息通信研究院副院长王志勤表示，5G构建了新一代信息通信基础设施，将对数字经济起到带动作用。5G设



施将会渗透到电网、交通、工业、智慧城市等基础设施中，在此过程中，5G将与各行各业结合，为数字经济创建出新的发展空间。

“千行百业+5G”已成为运营商和设备商的共识。中国电信科技委主任韦乐平认为，运营商能否将5G顺利推进下去，取决于获取传统连接业务以外的新业务收入多少。其中新业务收入就来自于将5G与千行百业相结合产生的收入。

中国移动近期发布了“5G+”计划。中国移动副总裁李慧镝认为：“5G网络将会改变我们的社会，可以让千行百业的数字化更有想象力，成为数字经济发展的新引擎。”谈到具体应用，中国移动（成都）产业研究院工学博士、教授级高级工程师苏郁认为：“5G是无人机低空通信的最优

技术，在广域覆盖、传输速率、网络延时和可靠性等方面具备极大优势。”

中国联通副总经理买彦州表示，5G将为社会数字化、智能化发展提供新动力，5G与各行各业相结合，将是中国联通未来发展的重点。

谈到5G为各行各业带来的改变，华为常务董事、运营商BG总裁丁耘表示，当前千行百业正在拥抱5G，而5G也在快速推动经济社会的全面数字化转型及社会效率的提升。

部分行业已先行

在“千行百业+5G”这一共同理念的指引下，目前产业链各环节已经行动起来，探索5G与各行各业结合的可能。

在“5G is ON”峰会上，诸多嘉宾带来了鲜活生动的5G应用案例，让5G如何服务千行百业变得清晰可见。

丁耘在现场带来了“背包改变直播方式”和“警用无人机改变出警方式”的案例。丁耘介绍，传统电视台直播需要一台至少8000万元的直播车、150名现场工作人员参与采录编播控，且依赖成本高昂的卫星传输。而在云直播应用中，带有5G CPE、成本不到1万元的摄影背包就能极大减少各类成本，现场工作人员可以大幅降低到5人。

在深圳警用5G无人机应用中，无人机+5G也改变了出警方式，无人机跨越空间阻隔，快速抵达现场，全程经由5G网络的超高清4K视频实时回传，由指挥中心集中监控，实现空中立体布控。智慧警务+5G能实现快速出警，震慑罪犯，从而保护居民生命财产安全。

包钢股份董事长李德刚介绍，包钢集团逐步实现5G技术下的智慧矿山蓝图，

运用于运矿车辆无人驾驶、无人机测绘地理信息、矿山生产调度监控，以及5G通信技术支持的无线数据传输等各个领域。

郑州大学第一附属医院党委副书记赵杰教授表示，5G的新特性可以帮助医院实现覆盖院内、院间、院外，从设备互联到协同救援的全场景覆盖，其中院前急救、远程指挥、远程会诊、手术示教等是重点5G应用场景。

中国南方电网公司电力调度控制中心通信处处长洪丹轲介绍，南方电网、中国移动和华为联合验证了5G+差动保护与PMU配网业务，并验证了5G SA端到端切片的安全隔离性。

全球5G产业界积极行动

对于5G与千行百业的相互融合，部分领先运营商以及一些AI先锋已经积极思考，进行了初步探索，形成了独到的见解。

在5G应用方面，中国移动建立了5G联创中心，吸收了500多家合作伙伴，建立了多媒体、自动驾驶、智慧城市、能源互联网等产业联盟，建成了22个开放实验室，联合华为、中央电视台实现了5G+4K的春晚高清直播，联合南方电网和华为打造了5G的智慧电网。

中国联通也携手行业合作伙伴成立了5G应用创新联盟，实施了40多项5G行业应用产品，涵盖了10多个重点行业。

Elisa执行副总裁Vesa-Pekka Nikula介绍，Elisa采取独特不限流量定价模型，满足客户实现更快网络连接、驱动5G的可行商业用例——将客户感知到的业务质量置于首要优先级位置。

LG U+已经成功商用了5G，不仅网络快速部署，而且也在业务应用方面进行了广泛探索。LG U+前CEP李相哲认为，5G带来的价值和机遇将远远超过4G创造的“视频”价值。

Sunrise率先商用5G，成为瑞士5G先锋。Sunrise首席消费官Bruno Duarte介绍，未来Sunrise将借助5G增强网络体验，将业务将延伸到多个行业。

模块化方案让“千行百业+5G”更深入、更广泛

虽然在产业链各方的努力下，“千行百业+5G”已经小有成绩，但是毕竟5G大幕刚刚开启，5G标准尚未完全确定，所以5G与各行各业融合发展还处在探索阶段。如果说“千行百业+5G”是满园春色，那么现在看到的只是探出墙角的

数支花朵。

决定“千行百业+5G”进程的因素有很多，而对于运营商来说，建设高效、强大的5G网络，是千行百业能否万紫千红的最为基础的前提条件。

丁耘介绍，在助力“千行百业+5G”方面，华为早在2016年就开始立项，致力于推出模块化全系列解决方案。2016年，华为确定了绿色、融合、极简的基本理念，从功放、材料、天线等方面支撑绿色能力的实现。

丁耘表示，业界在讨论SA和NSA的时候，华为5G就从基站、回传到核心网采用了双架构、全融合的结构，各类终端均可接入。无论宏站还是小站，华为5G设计都遵循极简的原则。华为提供Massive MIMO、Blade Site、bookRRU等模块化全系列解决方案，相比传统RRU+天线建站，AAU体积减少55%，重量减轻23%，更好地助力运营商实现地空立体覆盖、原址连续覆盖、区域热点覆盖，服务千行百业。

5G时代，体验为王。在提升5G业务体验方面，华为进行了积极探索，提出了立体化的解决方案。“体验是5G实现业务跨越式发展的基础。5G时代，需充分利用各类站点资源，提升投资效率，打造由宏站、杆站、微站组成的三层立体网，构筑无处不在的Gbit/s体验。”华为5G产品线总裁杨超斌表示。

在华为“5G is ON”峰会上，华为分享了在全球5G市场的最新进展：已获得50个5G商用合同，实现15万个5G基站发货量，这50个合同占全球正式宣布5G商用网络的2/3。华为5G商用的50个合同中，还不包括与中国四大运营商的合作。在丰富的应用实践中，华为不断验证和完善5G模块化全系列解决方案，也助力5G尽快走进千行百业。



应用是5G成功的关键 英特尔助力5G应用创新落地

在 MWC19 上海展现场，英特尔的身影出现在各大运营商的展台，英特尔携手运营商和设备厂商等产业链伙伴，加速 5G 应用落地。

本刊记者 | 程琳琳



MWC19上海展已圆满结束。与以往不同的是，此次上海展是5G牌照发放后的首次世界级行业大“阅兵”。从人头攒动的展会现场可以发现，参会观众从网络谈到终端，从业务谈到应用，5G牌照发放后的狂欢就此开场。展会现场丰富多彩的5G应用展示吸人眼球：机器人踢球、机器人弹钢琴、远程手术、高清VR……这些改变社会的精彩应用让观众也对未来5G时代的美好生活充满了期待。

为了助力5G应用的发展，各行各业都在积极思考，群策群力，碰撞出智慧的火花。为此，英特尔与信通院合作举办了“5G应用发展创新论坛——第二届‘绽放杯’5G应用征集大赛应用研讨会”，英特尔致力于与各行各业合作伙伴深入合作，加速5G应用创新。

应用是5G成功的关键因素

5G作为新一代信息通信的主要发展方向，成为全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施。中国信息通信研究院副院长王志勤表示，5G将有效推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，有力支撑网络强国和制造强国建设。

6月6日，工信部发放了5G的商用牌照，标志着我国正式进入5G商用。牌照发放后，全国各地都展开5G网络建设。上海市经济和信息化委员会副主任张建明表示，应用成为5G发展成功的关键因素。上海作为国内信息基础设施建设先行城市，在网络先行、产业发展、应用创新方面都有优势，正在加紧推进5G网络建设和应用落地。

在推动5G应用发展方面，中国移动成立5G创新中心和三大产业研究院，推动5G不断试点应用，围绕九大领域开展了100多个应用示范，涵盖交通、能源、娱乐、智慧城市等领域；中国电信推动三朵云架构使能5G应用，满足低时延、高速数据业务需求，中国电信在工业互联网领域开展了广泛研究，如在镇海打造智慧工厂，与兆丰电机联合打造5G柔性工作车间，与红狮水泥打造5G智慧工厂等；中国联通也在新媒体、工业互联网、智慧旅游、智慧交通、智慧医疗、智慧教育等方面做了很多探索。

运营商一系列5G应用离不开产业链的支持，其中，英特尔为运营商的5G试点提供了端到端的解决方案。在MWC19上海展现场，英特尔的身影出现在各大运营商的展台，英特尔携手运营商和设备厂商等产业链伙伴，加速5G试点商用。

发掘数据潜力，发挥5G效用

英特尔认为未来网络是分布式的室内室外网络。英特尔数据中心事业部副总裁兼5G网络设施部总经理林怡颜表示，未来会有很多种虚拟的网络来满足智慧城市、场馆、零售、机场、港口和专网（如医院）的需求。

林怡颜也表示，在赋能各行各业的进程中，数据将发挥十分重要的作用。作为一家提供端到端5G解决方案的公司，英特尔助力5G加速在行业的落地。英特尔以数据为中心，提供云化网络能力。如日本乐天准备部署4G和5G网，就是用云来改造数据中心。所以，英特尔认为，云作为网



络的基础是改造ROI最好的方向, 每一个网络的节点都应该有分析和存储的能力。

英特尔预计, 到2022年45%的数据会在边缘存储、分析、决策。英特尔表示, 未来生产的芯片也许会同时具备运算、存储和分析能力。

5G应用使生活更智慧

在5G赋能垂直行业的技术方面, MEC可谓赋能垂直行业的“先驱”。如今, 边缘计算正在从理念进入到实际部署阶段, 逐步应用在智能工业、酒店博彩、智能交通、车联网、新零售、智慧城市、云游戏、基础设施、智能场馆、VR/AR、智能安防等领域。

在智能场馆领域, 5G可以实现多角度视频点播和视频聊天, 进行比赛实况数据采集和分析, 通过边缘计算, 实时视频传输延时从30秒减低至0.5秒, 提供运营和娱乐服务。如今, 智能场馆应用正在全面开展试点和部署工作, 在该场景中, 5G网络可以提供的功能有自适应转码、AR/VR、360° VR实时广播和重播、视频聊天、游戏、赛事追踪、零售和推荐服务、安全监控、全息图、人群管理、物业管理和边缘CDN等服务。

在数字化智能零售领域, 5G网络有更多应用和案例, 如商店分析、库存管

理、移动支付、移动POS、AI分析、精准营销、客户跟踪、内容缓存和自主等功能。

边缘计算平台还可以实现增强隐私、低时延、QOE、本地内容管理更高效、工作进程合并等。

在智能工业领域, 智能工业的AI、区块链等所需要的计算与分析能力都会在边缘云部署。边缘计算可以提供计量学、移动式机器人、MOM平板、企业安全框架、增强现实修理和装配、安全AI、工具跟踪等服务。

此外, 在车联网领域, 英特尔也开展了广泛的合作。很多企业采用英特尔的参考设计, 使用AI框架OpenVINO, 加上计算机视觉, 以及MEC网络的能力。

基于边缘计算在5G时代广阔的应用前景, 英特尔数据中心事业部网络平台部门市场开拓资深总监杜唯扬也在同期举办的“5G Network Forum”上表示, 边缘计算未来几年会有很大的市场变化, OTT企业也明确表示要发展边缘计算。而当公有云发展到一定程度的时候, 边缘计算能够帮忙企业解决很多问题以及提升用户体验。边缘计算应用容易碎片化, 不过从运营商的角度来看, 边缘计算是必须把握的时机, 一旦错失良机, 就会失去一块很大的市场。

英特尔端到端加速5G应用落地

英特尔端到端解决方案赋能5G应用。林怡颜表示, 英特尔的解决方案实现了端到端赋能5G网络, 从边缘计算, 到包括小站、大站、宏站、核心网、数据中心的连接, 英特尔都可以在同一平台上实现, 优化的时候不需要每次改变节点重新优化, 这是英特尔的优势。可以把软件交给开源中心, 拓展整个生态。因此英特尔和更多的合作伙伴开展了全面的合作, 比如, 英特尔和腾讯建立了5G+MEC联合实验室, 携手加速5G与MEC落地。

英特尔在硬件方面为产业界提供了多样的选择, 包括低功耗的Atom、适合边缘应用的Xeon-D处理器以及更有扩展性的至强可扩展处理器, 配合FPGA、eASIC、VPU等各种加速技术, 英特尔还提供网卡、硅光、傲腾固态硬盘、傲腾数据中心级持久内存等相关产品。

在软件方面, 英特尔投入大量资源支持开源生态和企业大型软件的优化。在应用侧, 英特尔自身也提供了多种支持边缘应用的开源组件, 如高清视频编解码套件、视频推理平台Open-VINO、边缘计算平台软件OPEN-NESS, 还提供基于x86平台的FlexRAN, 支持虚拟化的RAN技术。

中移动引领5G发展 首份5G终端测评报告出炉

5G 将驱动个人消费市场升级，拉动传统终端产品创新发展。

本刊记者 | 蒋雅丽

时来易失，赴机在速。在国内手机厂商依靠质量逐渐赢得市场时，还应该思考如何占据5G高地。在MWC19上海期间，中国移动发布了《中国移动2019年智能硬件质量报告（第一期）》（以下简称报告）。报告聚焦生活热点，围绕5G、AI、个人、家庭、娱乐等方面，披露了终端质量数据，其中5G芯片、5G终端为业内首次评测，为终端产业如何发展指明了方向。

两大影响 六大趋势

5G牌照的发放标志着中国5G时代已经到来。而5G技术是全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施，将促进信息消费市场升级，培育社会经济发展新动能，拥有广阔的市场空间。对此，中国移动副总裁李慧镝表示，5G将会对终端行业产生两大影响。

一是5G将驱动个人消费市场升级，拉动传统终端产品创新发展。5G提供更高速率、更大连接、更低时延，超高清视频、云游戏、虚拟现实等业务的用户体验，将催生更多新的应用、内容和业务形态，持续丰富人民生活。

二是5G将赋能行业垂直领域，催生更多形态终端品类，促进泛智能终端蓬勃发展。通过建设工业互联网、远程教育、远程医疗、智慧城市、智慧交通、智慧农业等，通信行业将迎来与各个行业融合发展的全新历史机遇。

同时，中国移动终端公司副总经理汪恒江认为，5G时代的终端产业有六大趋势：一是5G和AI技术相遇催生更多“瘦”终端和多形态智能硬件，智能手机将更加智慧；二是5G上下行能力提升，提升终端内容采集、生产、展现能力；三是5G时代将推动业务价值链的创新和重构；四是高速率、低时延提升移动互联网业务体验，但未来5G“杀手级应用”仍有待探索；五是To B产业被广泛认为前景广阔，但面向产业化发展，仍需破局；六是5G终端规模普及是关键。

优化多天线性能是5G终端提升通信性能的关键

作为业界首份5G专业评测，报告对5G芯片、5G终端、热点手机的整体性能进行了评测，同时还比较了手机拍摄、游戏能力等热点性能。

在5G芯片方面，海思Balong5000网络兼容性和吞吐量性能表现良好。各芯片在技术特性、吞吐量等方面仍需持续攻关，功耗在小包流量场景以及高带宽高吞吐量场景仍需持续优化。总体而言，优化解调算法、提高抗噪性能仍然是5G芯片的吞吐量攻关方向。

在5G终端方面，测评汇集了国内最新的5G手机和5G CPE产品，从表征通信性能的上行接入能力、现网吞吐量表现、手机续航能力和发热表现来考察5G



中国移动副总裁 李慧镝

终端的性能表现和产品成熟度。中国移动认为，着力优化多天线性能是5G终端提升通信性能的关键。

后4G时代，通信技术成熟，性能稳定，终端创新主要集中在外形美观、硬件升级、软件智能化及效率化等方面，尤其注重在特定场景下极致用户体验提升，不断满足人对美、知、效，也就是观感、娱乐、视觉等的追求。在手机整机测评方面，报告围绕消费者的核心诉求，选取了13个品牌、41款手机，从通信能力、多媒体能力、产品可用性和用户口碑四大维度进行评测。最终，在3500元以上价格档位，华为P30 Pro、三星S10+位列一二。

同时，拍照功能也是消费者的关注点之一。极目处，微云暗度，耿耿银河高泻，如此良辰美景若能被哪款手机所捕捉，该手机定会在市场上畅销。基于此，在手机摄像头（拍照+视频）评测方面，报告选取了3档价位的18款热点手机，从高动态范围、逆光人像、超级夜景、超广角等12个维度考察手机拍照与视频拍摄性能，为用户选择手机提供重要参考与依据。最终结果为华为P30 Pro感光能力强，夜拍出色；一加7 Pro防抖性突出；小米9指标均衡，性价比高。

终端将引领5G发展。李慧镝表示，在智能硬件蓬勃发展的时代背景下，希望5G产品能够尽快“飞入寻常百姓家”，而这也是大多人的心声。

运营商 纷纷在云端释放积极信号

云网融合将使 5G 业务的价值得到进一步提升，从而为运营商带来业务收入。

本刊记者 | 梅雅鑫

随着5G商用牌照的正式发放，车联网、智能工厂、远程医疗等云应用场景被激活，云计算依托5G技术与产业深度融合，正在促进各行业发展方式发生巨变。近日，在MWC19上海展上，运营商纷纷看准时机，抢先在云端开启下一段征程。

中国电信 5G与云网融合相辅相成

中国电信董事长柯瑞文在MWC19上海展上分享了中国电信5G发展的愿景，并着重探讨云网融合和5G发展的相辅相成关系。柯瑞文表示，5G时代是云的时代，也是云和网相互融合的时代，5G加速云网融合，云网融合为5G赋予更多内涵，两者共生共长、互补互促。

一方面，云网融合为5G发展奠定坚实基础。经过多年的运营实践，中国电信积累了丰富的云网资源，建成了“固移融合、天地一体”的信息通信网络，拥有全球运营商规模最大的光网络、数据中心、综合接入局所和自主可控的云平台，在全国建立了“2+31+X”的云资源池。

另一方面，5G的发展推动云网深度融合。5G具有高速率、大容量、低时延以及核心网全面云化的特点，是云网深度融合的重要推动力量。中国电信将利用边缘计算技术，借助光传输优势，推进5G网络

和天翼云的深度融合，为智慧警务、智慧城市、媒体直播等各行各业提供端到端、可定制的信息化服务。

柯瑞文承诺，未来中国电信将积极推进5G+云改，打造具有中国电信特色的信息基础设施，最终形成简洁、敏捷、集约、开放、安全的新一代全云化、全光化的智能网络。

中国联通：基于MEC，打造“网云业”三位一体

不同于中国电信的云网融合计划，中国联通将云计算的重点放在边缘，在会上重磅揭牌“5Gⁿ+边缘云业务运营中心”。作为中国联通5Gⁿ最为重要的战略，MEC边缘云聚集了产业链上诸多优秀的合作伙伴，已在国内20余个地市开展试点。

MEC边缘云将高带宽、低时延、本地化业务下沉到网络边缘，成为网络重构和数字化转型的关键。从2018到2019年，中国联通以MEC边缘云为锚点，形成的“网、云、业三位一体发展”模式，受到越来越广泛的认可。

在“网”方面，中国联通MEC边缘云架构已经具备支持4G到5G平滑演进的能力，5G网络可进一步支持MEC灵活部署，5G MEC SA架构可为运营商更快地

支撑新业务发展；在“云”方面，其打造的边缘云业务平台正在通过多地试点全面赋能行业应用；在“业”方面，中国联通也正在全面探索MEC边缘云商业场景，重点孵化十大行业产品。

中国移动：管、端、云全面发力

同期，中国移动发布了“5G+”产业计划，宣布成立中国移动5G云计算联盟。中国移动将联合云计算合作伙伴，顺应企业上云和终端应用云化趋势，加快网络云化改造，构建以云为核心的新型网络架构，构建一站式云网融合服务能力。

中国移动与产业链合作伙伴深度探讨了5G与云计算在重点行业的应用前景：在工业互联网行业，5G与云计算结合将全面助力工业互联网企业实现转型升级、加快创新的步伐；在医疗行业，5G技术将助力互联网医疗融合发展；在媒体行业，5G技术将融合媒体跨越式升级，通过5G边缘云计算，媒体可以实现随时随地制作节目。

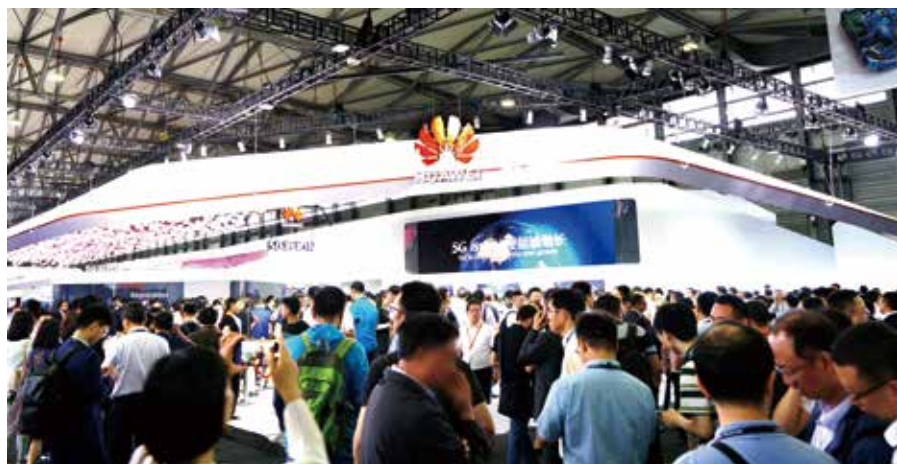
中国移动集团副总裁李慧镝表示，在5G核心网领域，中国移动已经完成了40多个城市的900多套核心网设备的升级，同时也启动了八大区的电信云资源池的建设，网络的弹性大幅度提升。

尽管三大运营商在云端部署的侧重不尽相同，但目前市场对于云网融合有着强烈的需求，而且云网融合也已经取得了一定的成果，运营商必须推出更具吸引力的全业务解决方案，才能在竞争中占据优势。

华为凭什么 助全球运营商领跑5G?

从 5G 基站、承载、核心网，再到 5G 终端等设备，华为打造端到端 5G 方案，全力支持运营商引领全球 5G。

本刊记者 | 黄海峰



当前，全球5G产业快速成熟，5G发展驶上快车道。2019年将有40多个国家发放5G频谱，60余家运营商规模部署5G网络，60余款5G终端面世。在中国，2019年6月6日5G牌照发放，中国5G产业进入快速发展时期。

在这样的大背景下，6月25-28日召开的MWC19上海展毫无疑问成为5G的盛宴。各大企业拿出大量展区，展示基于5G的技术研究和业务探索，比如华为展台展示的内容80%以上与5G相关。就在此次大会期间，华为表示将助力中国乃至全球运营商领跑5G。

业界疑惑，华为凭什么做到这点？通信世界全媒体记者通过参加本次展会上多个展览展示、论坛活动、峰会发言等，找到了答案：领先的极简5G建网方案、全球5G实践积累经验以及已携手运营商探

索千行百业上5G。

可以看到，华为与全球运营商客户和合作伙伴从5G立体覆盖、极简站点、业务发展、行业应用、智慧运营等多个维度，显示华为5G各方面实力和具体实践经验。基于此，华为正帮助运营商快速展开5G网络大规模部署，拓展商业新边界，助推千行百业上5G，连接智能未来。

据悉，华为已经助力韩国、瑞士、英国等多地运营商开展5G商用部署和业务发展。在中国，华为在全国40多个城市与三大运营商开展了5G规模商用试验，均已达到商用标准。

推5G极简方案：吸引超50家运营商

在MWC19上海展前一天，华为常务

董事、运营商BG总裁丁耘表示，目前华为在全球已经和超过50家运营商签订了商用合同，5G基站全球发货量超过15万个，这两个数据都位列世界第一。

为何这么多的运营商选择华为？原因之一就是华为提供的极简5G方案。在华为主展台记者看到，华为展示了基站、承载、核心、终端等层面的端到端5G系列产品和解决方案。除此之外，华为还重点展示如何从5G覆盖、建站、运营与业务发展上解决运营商的实际问题。

华为轮值董事长胡厚崑表示，华为在5G方面保持长期持续投入，拥有2500多项5G基本专利，占比达到了20%。同时，在IMT2020第三阶段的外场测试中，华为遥遥领先，在几个关键的指标上，均处在行业第一的位置。此外，华为5G设备使用简单，可降低运营商引入成本，令其更容易普及。

“体验是5G实现业务跨越式发展的基础。”华为5G产品线总裁杨超斌表示，“5G时代，需充分利用各类站点资源，提升投资效率，打造由宏站、杆站、微站组成的三层立体网，构筑无处不在的Gbit/s体验。”

谈及具体的5G建网思路，杨超斌重点谈到以下几点：与4G共站同覆盖，实现5G宏站不增新站点，最大宏网价值；批量利用杆站资源，实现“忙+盲”双补，杆站是宏网重要补充；5G时代，室内数字化需与宏网同步开展；基带集中协同三层网中心边缘体验保持一致。

的确，当前运营商的移动网络经过2G/3G/4G发展，5G时代运营商将面临多个挑战：第一，多频段多制式共存，天面复杂度增加，存量站点空间、承重受限，



无法新增设备；第二，网络运维复杂度增加；第三，新建站址审批周期长。为此，华为无线站点产品总裁郝应涛表示，华为准备了“极简、智能、开放”的5G站点策略，助力运营商储备站址，简化站点，实现5G快速部署。

MWC19上海展上，业界激烈讨论5G NSA和SA的网络建设。对此，华为方面表示，华为5G从基站、回传到核心网，均采用了NSA/SA双架构、全融合的结构，各类终端均可接入。

值得一提的是，业界有声音认为华为5G将面临特朗普“禁令”带来的挑战。大会期间，丁耘回复：“我们拥有芯片、模块、数据库、操作系统等底层能力，所以我们不仅可以飞12个月，还可以一直飞下去。”这给了全球运营商更多信心。

5G进入千行百业：业务创新加速5G发展

“5G改变社会”作为5G最为强劲的宣言，让人们对于5G有太多的期望。5G如何改变社会，如今又已在哪些方面产生了改变？在MWC19上海展期间，华为展台更为形象地向消费者诠释了“5G改变社会”的真谛。

比如，华为展示了在中国实践的“千行百业+5G”，包括视频、媒资、矿山、交通、医疗等行业拥抱5G后，将为运营商带来新的收入增长点。从华为展台的展示可以发现，5G让直播更具想象力，5G

背包搞定直播；5G让电力更高效，巡检走“芯”不走腿；5G可以让矿山更安全，办公室里“开”矿车等。

相比去年的展示，今年华为的5G应用展示不再是存活在PPT上，而是基于现有的5G测试网，真正开始落地使用，并积累了不少让运营商心动的探索经验。

5G为行业数字化打开新空间，带来更多契机。郑州大学第一附属医院党委书记赵杰教授表示，5G的新特性可以帮助医院实现覆盖院内、院间、院外，从设备互联到协同救援的全场景覆盖，其中院前急救、远程指挥、远程会诊、手术示教等是重点的5G应用场景。

为了推动以“差异化+确定性”使能千行百业，华为推出5G确定性网络理念。据悉，5G确定性网络是以原生云超分布式架构为基础，通过超性能异构MEC和动态智能网络切片等关键技术，用一朵云满足行业“差异化的网络需求和确定性的SLA”。

“5G确定性网络将为行业应用提供一个可靠、可预期的网络环境，满足行业差异化、确定性的网络需求。”华为云核心网产品线总裁石冀琳表示。在MWC19上海展上，华为联合30多家产业伙伴成立了5G确定性网络产业联盟及产业创新基地，持续推动产业共识和生态建设。

携手中国三大运营商，发布多个新方案

在MWC19上海展期间，浙江移动、

中国移动研究院携手华为发布智简5G承载网。据悉，该承载网采用中国移动提出的切片分组网络（SPN）构建的智简5G承载网。截至目前，浙江移动已完成近1000个5G基站接入，并在现网成功商用了网络云化引擎“管、控、析”平台，成为国内首个智简5G承载网商用局点。

与此同时，中国电信携手华为发布了5G超级上行联合技术创新。该方案可实现TDD/FDD协同，高频/低频互补，时域/频域聚合，进一步提升数据的上行能力，降低时延，为垂直行业应用提供更好的发展空间。

此外，华为协助运营商在MWC19上海展馆部署了5G室内数字化系统（DIS），支持多个5G行业应用展示。比如基于5G DIS，中国联通、美团与华为在此次展会上首次进行无人配送车联合示范。中国联通携手华为等20余家产业合作伙伴，成立“5G数字化室分创新发展联盟”，共同推动5G DIS制定建网标准、丰富产品形态、推广应用场景、做大市场规模。

“5G的发展和应用需要产业各界的支持，华为会不断加大投入，一方面提供领先的、优质的5G解决方案；另一方面，更要推动5G产业进入到百姓生活中、企业的数字化转型中，为用户带去更好的体验，为企业带去更便利的智能信息服务。”华为无线网络首席营销官彭红华表示。

除了5G，记者在此次展会发现，华为积极在网络、业务、商业模式等层面持续创新，通过类5G体验的LTE、10G PON 千兆城市、云网融合、NB-IoT、数据中心等创新商业解决方案，与客户一起探索电信行业新模式与新边界，实现运营商的商业新增长。

而这一系列的联合展示和发布，显示了华为帮助运营商领跑全球5G发展的底气。

英特尔Asha Keddy 完善的5G网络需直面数据的挑战

在这个数据大爆发的时代，英特尔将通过领先的技术，促进数据的高效合理利用，并全面推动 5G 网络的建设与发展。

本刊记者 | 程琳琳



在MWC19上海展会期间，各大论坛都离不开5G这个热门话题。在6月28日的5G峰会上，英特尔全球副总裁兼标准与下一代技术部门总经理Asha Keddy深入探讨了建设完善的5G网络要解决的问题。数据的暴增对下一代网络提出了多方面的要求，要部署完善的5G网络建设需要直面多方面挑战。

人们正在进入数据爆发的时代

通过MWC19上海展，人们进一步了解了移动数据流量是如何爆炸式增长的。Asha Keddy讲道，2017年全球移动数据流量增长71%，达到每月11.5 Exabyte(1 Exabyte=1M Tb)，这个数字大约是10年前的8000倍，是15年前

的近8亿倍。全球移动数据流量也在以两倍于IP流量的速度增长。这不仅是因为联网设备数量的激增，还因为人们对丰富的媒体服务和业务体验需求不断提

升。所有这些都对无线网络提出了前所未有的要求。

值得注意的是，所有数据，无论是无线的还是有线，不仅呈指数级增长，还在不断发生变化。世界上超过一半的数据是在过去两年中产生的，而其中只有不到2%的数据得到了分析或使用。越来越多的信息处理发生在边缘，预计到2019年，45%的信息将被存储、分析和作用于边缘。

“企业和消费者创造的需求越来越多，处理需求也变得更加实时，他们希望数据能得到即时、个性化处理，从而在每个人的工作和生活中释放数据的价值。”Asha Keddy表示。

例如，路边装置要实时记录过往车辆的数据；制造车间的自动化机器人和

机器依靠实时数据进行过程控制和改进；计算机视觉正在实时分析场景以检测部件的缺陷或潜在的安全漏洞；AR/VR需要实时响应人体运动。庞大的数据如果可以得到很好的利用，将大大提高人们的工作和生活效率。

人工智能解锁数据的价值

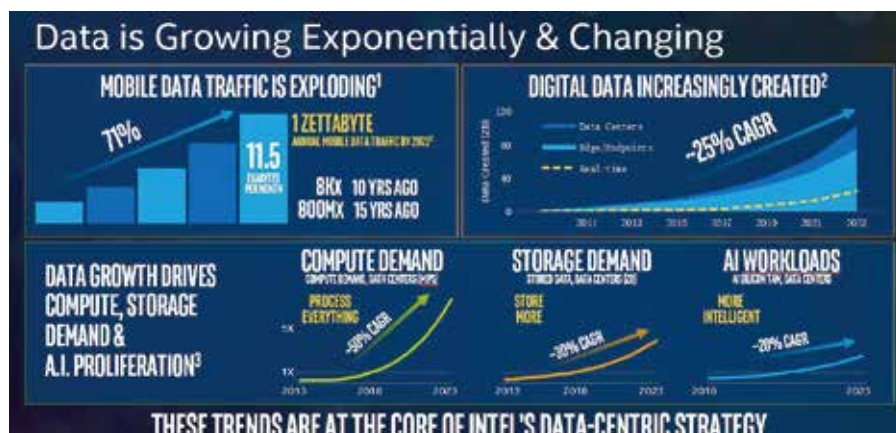
丰富的应用也使得数据变得越来越非结构化，越来越多的分析和智能化需要人工智能。人工智能、可视化计算和自动化将创造前所未有的数据增长和计算需求。到2025年，人工智能软件收入预计将增长至1058亿美元。

人工智能可以解锁数据的价值，带来新的业务模型。这些新的业务模型和经验反过来又推动了对更多数据的需求。然而，人工智能任务的复杂性在不断增加，当计算移动到边缘和端点时，会重载用户设备并增加功耗，这些趋势推动了对计算、存储和网络的需求，使数据处理速度越来越快。

“以上趋势分析便是英特尔数据中心战略的核心，英特尔认为这些趋势对已知的生态系统和其他新领域来说都是非常好的发展机遇。”Asha Keddy表示。

应对数据暴增，网络云化成为未来趋势

如今，随着科技的发展，网络和分布式计算范例已经进化到能够满足数据的基本需求。网络的工作是检查、加密、压缩和传输所有这些不断增长的数据。为了



还有很大的空间，5G网络的能力还有待充分挖掘。

“当我们展望未来5G网络应该是什么样时，应该充分考虑如何支持这些高可靠、低时延的数据需求。5G的超高可靠和超低时延能力会催生一系列实时计算需求，其应用案例涵盖高清视频和工厂自动化等。”Asha Keddy表示。

在这些案例中，无线要能够实现真正实时、高可靠的连接，传输能力也不再是瓶颈，无线的传输还可以促进人与物之间的互动循环成倍增长；工作负载需求也可以实现动态和应用程序可控；无线性能还将满足企业和工厂的本地网络标准，即降低成本、提高灵活性和提高产量。

5G网络的可靠性、低时延和新的部署模式将创造下一个无线技术转折点。因此，英特尔在积极推动5G网络建设和发展，据统计，英特尔已经在全球参与了约125项5G试验，未来英特尔还将继续与合作伙伴合作，通过用例推动5G创新。

在这个数据大爆发的时代，英特尔将通过领先的技术，促进数据的高效合理利用，并全面推动5G网络的建设与发展。

编辑 | 程琳琳 chenglinlin@intel.com.cn

更好地推动网络发展，英特尔正在深入研究所有的数据网络、运营商网络、企业网络和云服务提供商网络。

回顾以往的通信网络发展进程。在2005-2016年，传统网络由固定功能的专用设备构建，比如负载均衡器、防火墙、交换机和路由器。网络规模通常为每年365天的7×24高峰流量。但这些固定功能的设备不能在空闲时间重新供应或重新编程。事实上，很多网络节点的利用率都没有超过25%~35%。在推进网络云化的过程中，英特尔一般会将会问题重新建构为高性能的计算问题。英特尔向客户提供了将底层基础设施池用于多个不同工作负载和用例之间共享的优势，还提供了云架构和云业务模型，帮助客户更好地实现网络云化。

在2017年以后，网络正在成为智能的、分布式的、可伸缩的、可编程的平台集。这个智能网络能够执行数据分析、压缩和存储，以及最优的数据配置。为顺应未来分布式发展趋势，分布式数据中心和分布式云开始涌现。

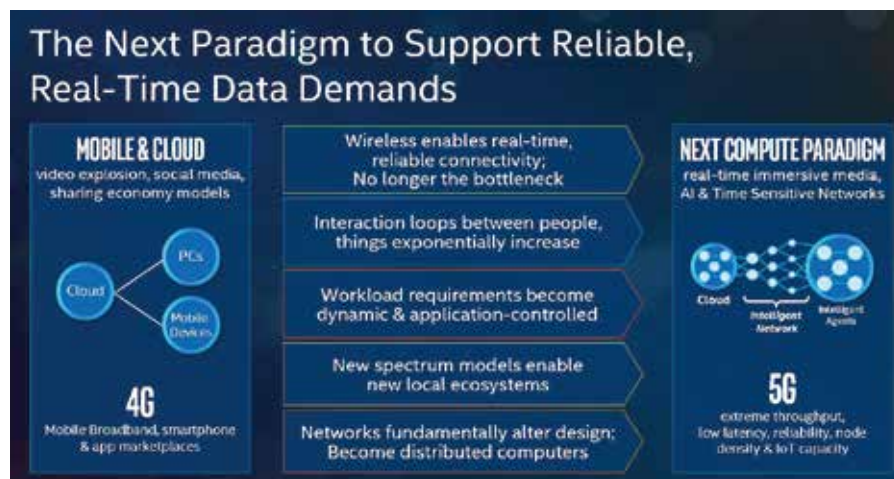
5G加速了网络的云化，带来了计算和通信的融合，这就需要更智能、可伸缩和可编程的网络。如今，全球已经有很多运营商在推动网络云化。如AT&T最近宣布，去年年底，其65%的核心网络功能实现了虚拟化。不仅AT&T，世界上所有基于NFV的

商业部署都运行在英特尔架构上。

5G网络设计应满足数据的需求

5G的R16版本将具备超高可靠、超低时延通信(uRLLC)能力，再配合大宽带能力，将使5G成为真正的行业变革力量。5G承诺“5个9”(99.999%)的可靠性，或要求应用程序的时延小于或等于1毫秒。5G的这些能力将为企业和行业带来真正的变革。

为了更好地使能行业，5G网络将从根本上改变其设计，要实现完全分布式的计算，就要充分利用好每个网络节点。另外，随着新频谱模型的应用，如本地授权频谱，无线还将为企业提供全新的生态系统。因此，未来5G网络的发展



胡厚崑：业务牵引 才能使5G遍地开花

通过 X Labs 等跨行业的平台，华为已经同合作伙伴一起开展了超过100多个5G产业合作项目，在智慧电网、新媒体等行业积极进行探索实践。

本刊记者 | 黄海峰



随着中国开启5G元年，全球已经开始大规模的5G网络部署。在这一阶段，运营商更加重视5G业务的良性发展。在近期举办的MWC19上海展期间，华为轮值董事长胡厚崑表示，网络奠定了5G发展的基础，但只有业务牵引才能使5G遍地开花。

“围绕5G的业务创新是5G健康发展的关键抓手。通过跨行业的合作，华为将5G技术和各行业需求有效结合起来，与运营商及行业伙伴一起孵化5G新应用。”胡厚崑如此表示。

据了解，华为已经向全球发货15万个5G基站，获得50个5G商用合同，其中有28个来自欧洲、11个来自中东、6个来自亚太、4个来自美洲、1个来自非洲。在中国，

今年6月6日5G牌照发放，中国正式进入了5G元年。目前华为已经在全国40多个城市与中国三大运营商开展了5G规模商用试验，均已达到商用标准。

“我们将竭尽全力与合作伙伴共同投入，以推动行业合作，使5G发展为千行百业的数字化进程添砖加瓦。”

胡厚崑表示，华为10年来在5G上累计研发投入已达40亿美元，未来还会继续加大投入。据了解，今年华为规划在5G研发方面投入约100亿人民币。同时，华为第一款5G手机Mate20 X（5G）在6月25日获得中国首个5G终端入网许可证。对此，胡厚崑表示，该手机将在近期上市，下半年华为还会有更多终端产品上市。

技术创新是一场“马拉松”

为什么这么多运营商愿意选择华为的5G产品？华为认为，一个重要原因在于华为在5G方面的长期持续投入。“技术创新就像马拉松，要有速度，更要有耐力。”胡厚崑认为。

可以看到，华为在5G方面的投资也秉承了这样的理念，主要有3个特点：一是投入早，早在2009年，华为就开始进行5G的研究，而那一年4G才刚开始投入商用；二是投入多，过去10年，华为在5G上已经累计投入了40亿美元；三是投入深，这也是华为有别于其他设备商的方面。

胡厚崑介绍，当华为开始发力5G时，业界尚无5G标准，很多内容都是从零开始。在5G的研究上，华为不仅开发产品，更在早期积极参与5G标准的制定，同时也参与了整个5G的基础研究，从芯片到材料，从散热到算法，都需要华为从无到有的探索。

一流企业做标准。正是因为有了这样持久且深入的5G研发投入，华为才能在5G技术方面处于领先地位。目前华为拥有2500多项5G基本专利，全球占比达到了20%。同时，在IMT-2020第三阶段的外场测试中，华为遥遥领先，在几个关键的指标上处在行业第一的位置。

在进入5G建设元年后，很多运营商开始关注如何更快、更省地建设5G网络。

“5G的技术创新，不仅体现在技术的先进性上，设备使用简单，降低运营商引入成本，令其更容易普及，也是关键之一。”胡厚崑介绍。

华为的5G基站性能比4G提高了20倍，但是重量大幅减轻，体积大幅缩小，使

部署成本大幅降低。现在，华为部署一个5G基站，只要2个人2个小时就可以搞定，相比4G基站的部署，节省了近一半时间。

“正是凭借技术创新，华为在5G的商用过程中得到了全球运营商的广泛支持。”胡厚崑认为，预计到今年年底，华为5G基站的全球发货数量将增长到50万。

5G改变社会：让视频、电力、矿山再升级

5G发展，网络是基础，但一定要靠业务来牵引。因此，在下一个阶段，围绕5G的业务创新是5G健康发展的关键抓手，因为只有更多的业务创新才能够推动网络性能得到有效提升，也只有更多的业务创新，才能让运营商逐步在5G的投入中获得回报，推动5G商业进入良性循环中。

在个人业务领域，胡厚崑介绍，在4G视频应用的基础上，5G时代的视频应用会变得更加丰富多彩。如果说在4G时代，视频应用还更多地体现在点播式的有限带宽业务上，到了5G时代，业界会看到更多交互式大带宽的视频应用。

与此同时，5G业务创新的最大价值将会体现在对各个垂直行业的影响上。这方面，有一些成功探索已初步显现，胡厚崑介绍举例了三大5G行业应用。

首先是媒体行业。在传统条件下，电视直播信号传输主要是靠微波和卫星。在直播现场，直播车经常出现，这种模式下的直播成本非常高。华为初步测算，购买一台直播车需要5000万~8000万人民币，而且要提前几天部署，流程也比较麻烦。

而5G将为直播带来一些革命性的变化。只要在5G背包里放入一个5G CPE，就可以很轻松地将其放至车顶或是桌上，甚至是任何一个直播现场，成本也仅为1万元人民币左右。在直播中，摄像师可以把它带到离拍摄对象最近的地方，即插即用，不用等待。由于机位在整个活动场所

里非常灵活，因此可以拍摄出最具动感和真实性的直播画面。

其次是电力行业。5G可让电力运维更高效，巡检走“芯”不走腿。目前，5G在电力行业也有了初步的应用。5G的大带宽、低时延特性，在电力行业里可以匹配很多应用场景，比如电网保护、无人机巡检以及智能抄表。

最后是在矿山领域。目前，地质不稳定等因素导致在矿山运行的矿车经常处在不安全状况。而5G可让矿山工作者更安全，让办公室里“开”矿车成为现实。

矿山运营者遇到的困难也不少：一是安全事故频发；二是工作效率低下，即使是最有经验的司机，开车时速也只能达到规定的安全速度10km/h；三是成本高，每个司机一年工资25万元，平均一个月2万元，比如内蒙古某稀土矿山总共有30辆矿车，每个矿车要配4个司机2班倒，1辆矿车每年人工费就需100万元。

如今，5G可以解决很多问题。5G网络装备的无人驾驶矿车，省去了高额人力费用。此外，车辆行驶的速度可以提高到35km/h，大幅度提高了工作效率。由于无人驾驶，矿山很大程度上避免了人员伤亡。可以看到，5G将为矿山行业带来巨大的经济效益和社会效益。

5G成数字经济底座 华为探索新应用

其实，5G的价值不只是让各行各业升级，还将带动国家经济的发展。“从多

个案例中可以看到，5G的发展正好处在了中国各行各业数字化转型的关键时期。中国工业化发展走到今天，正从过去的机械化、电力化，走向自动化、数字化、智能化。可以说，5G技术到来恰逢其时。”胡厚崑表示。

有了5G的支撑，不论是云、人工智能，还是边缘计算都会释放其真正的威力。5G与这些关键技术相融合，也将极大加快各行各业的数字化和智能化进程。

“从这个意义上讲，我认为，5G对推动中国数字经济发展的作用是毋庸置疑的。”胡厚崑认为。

综上所述，5G的成功发展关键在于将5G技术和各行业的需求有效结合起



来，通过跨行业的合作，才能更好地理解业务场景以及业务需求。在这方面，华为也进行了积极的探索。

2016年，华为成立了X Labs平台，与运营商及行业伙伴一起孵化5G新应用。面向区域产业合作，华为于5月底在韩国开放了5G Open Lab，这也是全球首个5G开放实验室。

截至目前，通过X Labs等跨行业的平台，华为已经同合作伙伴一起开展了超过100多个5G产业合作项目，在智慧电网、新媒体等行业领域积极进行探索实践。

孟樸: 5G赋能 高通携手业界驱动智能互连未来

“5G 开启的是一个继工业时代和信息时代之后的全新时代——发明时代。5G 时代的机遇不可限量,今天看到的只是开始。”孟樸表示。

本刊记者 | 刁兴玲

今年是全球5G商用元年,5G成为MWC19上海展期间以及业界最关心的话题。目前,业界各方已纷纷在5G领域展开布局。

高通中国区董事长孟樸在MWC19上海展的主题演讲中表示:“5G开启的是一个继工业时代和信息时代之后的全新时代——‘发明时代’。这个全新时代将掀起前所未有的创新思潮,从而变革各行各业,创造新的就业机会,并带来令人惊喜的各种智能终端、服务和用户体验,丰富人类的生活。”

5G开启发明时代

5G作为一项通用技术,将为中国和全球生态系统提供巨大机遇。除了消费者的互联网应用,5G还将推动各行各业变革,催生全新的创新周期,支持全新的商业模式和服务,开拓新的营收来源,提高运营效率。5G预计将对全球经济产生巨大影响,创造高达12万亿美元的经济价值,并带来超过2000万个工作机会。“很高兴,我们发明的基础科技能够推动5G在中国和全球落地,为生态合作伙伴带来巨大机遇。”孟樸表示。

与此同时,5G与人工智能(AI)、大数据、物联网等前沿技术的深入融合,将驱动新一轮产业变革,助力众多传统产业

升级转型,释放5G的全部潜能。

在孟樸看来,5G和AI是全新发明时代的主旋律,5G与AI的结合可为智能互连的世界提供可靠支持。以汽车行业为例,5G的超大带宽能为车载信息处理和车内信息娱乐提供更高的速度和容量,AI可提升驾乘的个性化体验,支持更自然的人车交互。

此外,“5G+AI”还将驱动制造业的变革,基于AI的信息采集、机器视觉识别、数据处理等将大大提升智能制造的自动化水平;基于5G的工业物联网,使得在时延1毫秒的超可靠链路上控制关键设备成为可能。

携手生态伙伴 驱动万物智能互连

一直以来,高通积极联合运营商、基础设备供应商、终端制造商和内容供应商等合作伙伴,共同推动5G发展和商用进程。在高通和产业链各方的共同推动下,3GPP通过引入NSA模式成功加速5G发展进程,全球5G商用时间比原计划提前一年,在2019年即启动了部署。

同时,通过多款5G系统原型和测试平台及完整的5G解决方案,高通为企业和产业界加速开发5G的网络、产品和服务提供了重要助力,为不同企业的创新提供基础性的技术支持。值得一提的是,高



高通中国区董事长 孟樸

通推出的多款5G调制解调器、射频前端解决方案和5G平台,可帮助生态系统提升竞争力和创新力,为社会打造更多的5G终端。目前,全球有超过75款基于高通5G解决方案的终端已经发布或正在设计当中。

去年,高通与多家中国厂商发起了“5G领航计划”。在今天看来,当时的目标已经基本实现——在2019年为市场带来顶级5G终端。在中国,终端厂商已经准备了大量5G终端产品,今年下半年即将上市。在各个海外5G市场中,中国终端厂商的身影也十分活跃。“高通将继续和5G的终端产业密切合作,利用5G赋能广泛的终端类型,包括汽车、移动PC和各种消费产品。”孟樸表示。

以5G、AI、大数据为代表的下一代技术将为不同企业和更多行业驱动创新发展提供坚实基础。作为背后的赋能者之一,高通未来将一如既往地坚持“全球协作+本土创新”。孟樸最后表示:“我们将继续与中国的生态合作伙伴密切合作,抓住5G的机遇,共建万物智能互联的未来。”

与自己赛跑 迎5G而上 九州云做边缘计算实力玩家

“未来我们面对的敌人将是自己，我们需要与自己赛跑，把握 5G 带来的边缘计算机遇，实现自我的不断突破和超越。”九州云首席运营官王忠伟表示。

本刊记者 | 舒文琼

从年初在西班牙巴塞罗那召开的那那MWC2019，到刚刚闭幕的MWC19上海，随着5G全球商用步伐的加快，边缘计算的概念持续升温。而在两次展会中，九州云都携边缘计算产品和方案参展，引起了观众浓厚兴趣。

九州云这家成立于2012年的年轻公司，已是我国OpenStack领域的“技术大拿”，以及边缘计算领域的一匹“黑马”。面对5G和边缘计算的机遇，九州云首席运营官王忠伟向通信世界全媒体记者表示：“未来我们面对的敌人将是自己，我们需要与自己赛跑，把握5G带来的边缘计算机遇，实现自我的不断突破和超越。”

成功绝非偶然 OpenStack到边缘计算一脉相承

ICT技术日新月异，在前进的道路上可能会出现不同技术选择的岔路口，它们往往各有优劣，难分伯仲，给企业领导人提出了巨大考验，因为方向一旦错误，前期巨额投资将会付诸东流。

在云计算前行的道路上，OpenStack开源架构因为成熟度问题起初并不占据优势。但是九州云创始



九州云首席运营官 王忠伟

人兼CEO张淳高瞻远瞩地认识到了开源技术架构乃大势所趋，很早就确定了OpenStack的方向且持续投入。后来的事实证明，九州云选择了正确的主赛道，当OpenStack在各行各业得到广泛应用时，九州云凭借先发优势成为了OpenStack领域的佼佼者，也借助在OpenStack领域的领先地位，在多个行业发力云计算，获得了巨大成功。

ICT技术的创新和演进向来不会孤立前行。随着5G概念的出现，逐渐成熟强大的OpenStack开始从云计算延伸到了边缘计算领域，奠定了边缘计算的架构和基础。而在OpenStack方面领先的九州云，也敏锐地捕捉到了边缘计算的“风口”，于2017年确立了边缘计算的战略方向，从而将自身在OpenStack领域的优势延续到了边缘计算领域。

谈到5G与边缘计算之间的关系，王忠伟表示，边缘计算是与5G相伴而生的一个概念，5G是边缘计算大规模部署的重要推动力量，边缘计算是5G成功商用的关键，5G的正式商用会加速边缘计算

产业链的成熟。因此随着5G的成熟，边缘计算也在持续升温。

王忠伟认为，5G时代强调云、边、端的协同。利用大带宽、低时延、广连接的特点，5G能够实现真正意义上的万物互联。国际电联定义了三大类5G应用场景：eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（超可靠低

时延）和mMTC（海量机器类通信）。为满足uRLLC和mMTC的超低时延、海量连接需求，5G网络需要更加去中心化，需要在网络边缘部署小规模数据中心，进行终端请求的本地化处理，为此，边缘计算成为5G的核心技术之一。随着上述应用的落地，IDC预测，到2020年超过50%的数据需要在网络边缘进行分析和处理。

5G正式商用大幕已启，边缘计算有望成为未来10年产业增长的风口。

把握5G风口 布局边缘计算蓝海市场

伴随着5G风口的到来，整个行业都在为边缘计算进行战略布局。作为全球最强的开源社区之一，OpenStack陆续推出了边缘计算项目，如以

OpenStack+K8S为核心技术的边缘计算StarlingX项目,以及OpenStack基金会下面的AirShip项目。目前来看,OpenStack是边缘计算的核心关键技术之一,其作为边缘计算云端平台极具吸引力,同时边缘计算的浪潮也让OpenStack获得了新的推动力。

此外,AT&T、Verizon等全球5G先行运营商,也都沿着以OpenStack为基础的边缘计算技术路径来规划5G发展,它们对5G后来的发展起到了引领和示范作用。

每一次通信产业的迭代都会带来意想不到的变化,产生前所未有的机会。看到上述趋势后,九州云在2017年底果断把发力边缘计算作为基本战略之一。王忠伟表示,以在OpenStack社区网络技术强而知名的九州云,凭借领先的技术优势,借助边缘计算的机遇,很早就与运营商和通信主设备厂家展开了合作与研讨,推出了ME-laaS(移动边缘基础设施即服务)、MEAO(移动边缘业务编排)、MEPM(移动边缘平台管理)等产品。

应用落地是边缘计算价值实现的关键。九州云目前在工业互联网、智能养殖、电网无人机巡航、赛事和演出场馆的沉浸式体验等领域获得了边缘计算应用场景的成功经验。作为国内最早一批利用边缘计算赋能工业互联网的厂家之一,由九州云承接的西格刀具项目,先后获得了“2018年度制造业信息化优秀智能制造解决推荐方案奖”“2018CAA智慧系统创新解决方案奖”和“2018中国软件行业优秀解决方案奖”。

王忠伟介绍,传统刀具无法精确追溯刀具流转,刀具寿命靠人工统计,费时费力,且刀具磨损、崩刀等过程无法监控,质量风险性和随机性等问题突出。九州云联合西格数据推出了基于OpenStack的刀具检测和寿命预测的智能管理边缘计算平

台。该方案以CNC机加工设备的物联为基础,对主轴负载数据进行采集和分析,实现边缘侧刀具在加工过程中的实时状态监测和寿命预测管理以及数据信息可视化。西格刀具智能管理方案可以为用户降低30%的刀具成本,增加30%的刀具寿命,提高加工效率15%以上。目前该方案已部署在苏州工业园区的多家机加工企业,并将有100余家制造型企业计划或即将完成该套解决方案的部署安装工作。

与自己赛跑 新起点实现新超越

6月6日工信部发放5G牌照拉开了5G正式商用的帷幕,边缘计算的发展也因此站在了新的起点上。

王忠伟表示,为迎接5G的到来,九州云在技术和市场方面已经做了大量准备。例如,九州云在2018年6月成为“中国联通边缘生态合作伙伴”,并获得“2018年中国联通MEC边缘云金牌合作伙伴先行者”的荣誉。2018年10月,九州云成为中国移动边缘开放实验室的成员。现在,面对徐徐开启的5G商用市场,王忠伟表示,九州云将利用自身在SDN、NFV等领域的技术优势,做好5G网络云化、边缘计算及重点垂直行业的边缘计算应用,并将扩大与运营商、设备商及合作伙伴的合作,通过规模化部署实现技术上的不断升级,保持在技术和服务方面的领先优势。

“基于在OpenStack方面的技术优势以及前期项目实践,九州云的技术和服务能力已越来越被市场所认可,相信在不远的将来大家一定会看到5G网络中‘九州云OpenStack inside’的存在。”王忠伟信心十足地表示。

而对于我国5G牌照发放后的首个通信行业盛会MWC19上海,九州云也是有备而来。据悉,九州云此次带来了基于

StarlingX的边缘计算解决方案。目前,九州云技术总监黄舒泉是StarlingX社区的技术指导委员会成员之一,也是唯一的华人成员,在他的带领下,九州云以StarlingX为基础,构建全新的ME-laaS(边缘基础设施即服务),有效地满足边缘计算场景下的高可用性、高服务质量、高性能等方面需求。

在MWC上海展台上,九州云展示了如何借助StarlingX优化边缘机器学习的重要场景。首先,展示中心云与边缘云之间的协同能力,即StarlingX方案对分布式云计算的支持能力。其次,展示中心云与边缘云之间的服务协同能力,测试StarlingX解决方案下,边缘云从中心云实时获取应用镜像的能力。最后,展示在边缘侧开源软、硬件加速下,边缘云计算平台在机器学习应用场景中的可用性与效率。

同时,九州云还展示了基于ETSI规范的边缘开放管理平台解决方案。九州云遵循ETSI规范、基于TOSCA电信标准、容器YAML编排规范和StarlingX、Tacker等开放技术,打造ETSI规范中定义的MEC三大子模块MEAO、MEPM、ME-laaS,构成了运营商边缘整体解决方案。该解决方案承上启下,向上针对运维管理人员、终端设备、用户管理的接口,接受调度指令,向下包含通过MEAO、MEPM实现对边缘资源的调度,满足边缘应用的部署和服务的生命周期管理需求。

凭借对市场的准确把握,九州云在OpenStack和边缘计算两个节点做出了正确选择,且坚持不懈投入其中。近年来我国云计算市场大浪淘沙,九州云在正确的主赛道上执着前行,一路过关斩将,成为市场领先者之一。“未来我们面对的敌人将是自己,我们需要与自己赛跑,把握5G带来的边缘计算机遇,实现自我的不断突破和超越。”王忠伟表示。

中国电信夏旭 5G和AI让出行更智能

5G 商用加速开启智联出行。中国电信是 5G 智慧交通的先行者，不断积极推动标准研制，深耕产业研究，拓展 5G 产业生态圈。

本刊记者 | 程琳琳

在MWC19上海上，论坛众多，大咖专家齐聚一堂，金句不断，可谓思想的盛宴。中国电信智能网络与终端研究院夏旭分享了中国电信5G融合AI赋能智慧交通领域的探索。

3GPP已在四大车联网场景中定义标准

随着5G技术不断演进，作为5G标准的制定组织，目前3GPP R15版本已经冻结，R16大部分功能也即将在2019年底和2020年初完成。在车联网方面，3GPP TS22.186已经定义了自动编队、协同自动驾驶、远程驾驶、精准地图等四大车联网需求场景。

5G的核心能力MEC将网络服务“边缘”化靠近用户，拥有即时反馈和无延迟的特点，能满足车联网的超低时延需求。同时，5G智能网络切片能够对场景的网络时延、抖动、计费、安全的差异化要求，提供深度定制化专网，并基于AI的预测和保障，现实智能切片的自动部署和动态调整，提供最懂交通行业的网络服务，满足智慧交通各种业务需求。

随着6月6号中国5G商用牌照的发放，我国正式进入5G商用元年，5G商用加速开启智联出行。5G作为智联出行的基础设施，可以从以下4个方面改变现有

的交通方式。

一是泛在的车、路、人和环境交互，如可将车视范围从现在的2~3米扩展到几百米以外，实现更多的驾驶视觉盲区的提前排查。

二是各类AI能力的车载传感器只有联网才有计算能力，实现自动驾驶感知、规划和决策。

三是网联信息的共享，如同现在基于NB-IoT的共享单车，将催生出更多共享车经济。

四是联网车将改变传统汽车架构，例如让电动车充电更加容易，推动新能源汽车的发展。基于5G车联网出行，能够给人们带来更安全、更高效出行和更愉悦的出行体验。

做智慧交通的先行者

中国电信是5G智慧交通的先行者，已经在北京、雄安、深圳和成都试点城市开展了车联网的技术应用。在深圳，中国电信通过“地空巡防一体化”，实现车牌、人脸等数据的实时检索和分析，提供可视化的智慧警务应用，打造5G智慧派出所。

在电信研究院的所在地——北京北七家未来科学城，中国电信依托国家重大专项，打造智慧园区道路和关键设施，与

合作伙伴共同开发验证车联网关键技术，实现智能网联、车辆预警、自动泊车、车辆编队、远程遥控驾驶、自动驾驶等。

中国电信在推动5G发展已做出诸多努力：已5G建网，围绕5G网络关键技术，推动网络具备成熟能力；已5G造芯，开展测试验证，加快5G智能芯片和多形态的智能行业终端的研发；已5G催用，积极打造5G车联网创新解决方案，发挥示范效应，推动在工业、医疗、农业、金融跨行业应用。

5G能真正解决垂直行业客户痛点

每十年出现一代新的通信技术，第一代通信技术解决了从固定到移动通话，第二代通信技术实现了从模拟到数字转变，第三代通信技术实现了移动互联网，第四代实现了各种手机应用为代表的消费互联网，5G与前几代通信技术相比，除了给大众带来“飞一般速度”的直接体验以外，5G更将在垂直行业发挥作用。

5G网络呈现“四大特征”：一是基于SDN/NFV的全云化、软化、模块化架构；二是云网协同和固定移动融合；三是支持大规模天线、毫米波等无线新空口技术；四是网络智能AI化，例如融合了大数据和AI能力PaaS平台，高性能的IaaS产品，支持跨行业的SaaS服务。

“受益于5G技术在网络容量、覆盖率、安全方面有飞跃式的技术创新，5G时代，运营商真正能够解决行业客户痛点问题（比如毫秒级超低时延、高可靠等），5G作为社会数字化转型的基础，将引领消费互联网向产业互联网的数字化变革，打造数字经济服务体系。”夏旭表示。

“中国电信也在积极推动标准研制，深耕产业研究，做到筑巢引凤，拓展5G产业生态圈，共创开放生态，共助产业发展。”夏旭最后总结道。

MVNO创新峰会召开 5G时代, 虚商机遇何在成关注焦点

5G时代, 虚商面临巨大的发展机遇, 但也存在一定的挑战。面向5G, 虚商只有加快业务创新才能走得更远。

本刊记者 | 耿鹏飞

6月28日, 由中国工信出版传媒集团主办、信通传媒·通信世界全媒体承办的“MVNO创新峰会暨2019移动转售产业浦东研讨会”在上海浦东嘉里大酒店隆重举行。作为本届世界移动大会唯一MVNO领域峰会, MVNO创新峰会被列入官方合作伙伴大会议程。本次大会以“智联万物 共话未来”为主题, 来自产业链上下游企业代表300余人齐聚一堂, 共同探讨5G时代, 新的发展机遇与商机。



中国工信出版传媒集团总经理助理 刘华鲁

会上, 中国工信出版传媒集团总经理助理刘华鲁代表主办方致辞。刘华鲁表示, 近日, 工信部向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电颁发了5G商用牌照, 中国正式迎来5G商用元年, 5G时代正式拉开大幕。5G大幕开启也将带动万物互联的发展。5G时代的来临为移动转售产业开启了发展新篇章, 随着智联万物时代的到来, 移动转售企业必将迎来大好的发展机遇。同时, 国内移动转售产业在迎来新机遇的同时也面临一些亟待解决的问题。但相信通过产业界的共同努力, 我国移动转售产业将快速发展, 取得更加辉煌的成绩。



上海市通信管理局副局长 谢雨琦

上海市通信管理局副局长谢雨琦表示, 截至目前, 共有37家前期试点企业获得了正式商用许可, 移动转售用户总规模超过9000万户, 占全国移动电话用户总数的比重达到5.5%。其中, 上海市移动转售用户规模超过300万户, 市场份额已达到7.6%。今年1月6日, 全新的165亿级号段正式启用, 为移动转售业务的发展开辟了新空间。这些成绩来之不易, 是各转售企业、基础电信企业共同努力的成果。谢雨琦强调, 如何把握时代机遇, 改进发展模式, 实现新跨越, 这些都是业界需要思考的问题: 首先, 合法合规经营是前提; 其次, 创新驱动发展是主线; 再次, 互惠合作共赢是保障; 最后, 用户权益保护是底线。



GSMA大中华区战略合作总经理 葛硕

GSMA大中华区战略合作总经理葛颀表示，MVNO下一步发展可能需要着眼于行业客户。全球80%~90%的运营商CEO认为行业客户是5G发展最重要的商业机会、应用场景和创新空间。“对MVNO而言，5G是下一个增长空间，5G的红利会惠及更多消费者，同时政府客户、行业客户会成为新的用户增长空间。我们不仅是做虚商，更要做服务的运营商，并通过服务为企业客户、个人客户创造价值。”葛颀说道。



中国信息通信研究院专家 许立东

中国信息通信研究院专家许立东表示，今年整个虚商的发展和年初预计的一样，整体上资源的供应也比较充沛，实现月均增长用户200多万，目前虚商用户已突破9000万。许立东坦言，5G时代，虚商面临巨大的发展机遇，但也存在一定的挑战。面向5G，虚商只有加快业务创新才能走得更远。从未来流量价值撬动的角度来看，虚商其实具有很大的发展潜力。在5G时代，运营商面向各个行业市场提供更多的创新布局，虚商可以结合基础运营商进行网络能力的开发。“5G时代，物联网将成为众多虚商企业可以共同切入的巨大市场。”许立东表示。



中国联通监管事务部总经理 周仁杰

中国联通监管事务部总经理周仁杰表示，联通转售用户连续5年保持千万级增长、份额持续领先，2018年5月，移动转售正式商用之后，联通数据流量开始呈现快速增长趋势。在周仁杰认为，近七成转售出账用户在网时长在一年以内，因此吸引并留住用户、满足用户高质量需求是存量经营的关键。在周仁杰看来，正式商用牌照是驾照不是毕业照，机遇和挑战永远在路上，发挥自身优势、专注行业应用是未来虚商5G成功的关键。最后，周仁杰表示：“中国联通一如既往坚持‘积极开放、合作共赢’的理念与合作伙伴携手让未来生长、让梦想绽放，共同铸就健康、繁荣的移动转售新生态！”



远特通信董事长兼CEO王磊

远特通信董事长兼CEO王磊表示，在42家虚商中，远特通信是一家小而美的民营企业，远特通信紧抓自身特点，做深做精，提高用户服务质量。通信行业发展到5G时代，是一个场景为主要驱动力的市场。为寻找更好的切入点，远特通信致力把极致便利的场景提供给开发者、实践者。远特拥有卡盟包和智能开放的物联网平台，其中卡盟包为线下渠道网点和站点的标准化的业务载体，是可以管理、控制的实名制写卡设备。王磊期待未来卡盟的码号可以被联通eSIM使用，同时任何一个eSIM终端都可以连接到远特的终端上。

此外，会上优友互联副总经理赵松、MTX Connect COO及联合创始人Artem Kirillov同样分享了5G时代虚商发展的精彩观点。5G时代对于虚拟运营商而言是重要的机遇，未来已来，期待我国移动转售产业在未来拥有更为广阔的发展空间。



通信业营收锐减： 5G破局，业务创新是关键

后 4G 时代，通信行业对互联网等经济业态的增长拉动贡献开始减弱。ICT 领域把目光聚焦在 5G 上，但 5G 的资本密集需求，已经预示了其未来发展的曲折。

中国移动通信集团有限公司 | 贾丽君

在我国经济高速发展的态势下，通信行业的辉煌维持了将近十年。之后互联网行业飞速发展，成功接棒通信业高速增长势头，在 4G 时代取代通信业成为辉煌的代表。通信和互联网的发展为社会生活和工业生产提供巨大便利的同时，也为自身的发展集聚了条件。但如今，通信业持续发展的瓶颈在后 4G 时代被不断放大，互联网行业也即将进入低速发展阶段。可以说，通信行业对互联网等经济业态的增长拉动贡献开始减弱。

通信业和互联网业收入增速双降

2019 年一季度，工业和信息化部的数据显示，我国电信业务收入累计完成 3323 亿元，同比增长 1.0%，增速同比回落 4.1 个百分点，较 1-2 月回落 0.9 个百分点。今年前两个月，我国规模以上互联网和相关服务企业（简称互联网企业）完成业务收入 1498 亿元，同比增长 10.0%，增速比去年同期回落 10.4 个百分点。通信行业收入增速从 2018 年一季度的 5.1% 锐减至 2019 年同期的 1.0%。从运营商已经

公布的一季度经营报告可以看出，作为主要收入来源的流量业务收入增长乏力，可以覆盖语音业务减收的新兴业务又暂时缺乏。未来通信行业收入提升的空间非常有限，收入进一步降低的压力非常大。此外，从腾讯、百度、阿里和京东等已经公布的最新季度财报情况看，互联网企业的情况也不甚乐观。

持续的提速降费使得运营商的收入增长失去主要驱动力。监管层要求运营商不断提速降费，这种“放水养鱼”实际上是在支撑互联网企业的发展。然而，经



过烧钱混战后的互联网行业失去了热钱投资之后收入增长也失去了推动力。互联网企业创新驱动不足，必然导致应用不足，并进一步影响到收入增长，反过来又进一步降低了对资本的吸引力。反复循环之后的最终表现为互联网行业的收入增长大幅降低。当然，增长趋势的持续走低，供给过剩也是重要的原因。

无论是通信行业还是互联网行业，现在都已经进入供给过剩阶段。虽然大家都认识到了品质提升的重要性和迫切性，但是品质提升的过程非常漫长且耗费资金。

基础设置和能力扎实，互联网创新继续突破

作为全球最大的单一通信市场，我国的通信基础设施不但支撑了庞大的用户需求，而且通信基础能力和品质还在

不断提升。截至今年3月末，全国互联网宽带接入端口数量达8.89亿个，同比增长10.1%，比上年末净增304万个。基础电信企业继续加快“光进铜退”进程，光纤接入（FTTH/O）端口达到7.93亿个，比上年末净增1354万个，占比由上年末的88%提高到89.2%。各类数字用户线路（xDSL）端口比上年末净减604万个，总数下降至1041万个，占比由上年末的1.9%降至1.2%。移动通信基站总数达662万个，其中3G/4G基站总数为485万个，占73.3%。我国光缆线路总长度达到4471万公里，同比增长14.6%。在自身本已规模庞大的基础上还能保持持续的接近甚至超过两位数的增长，这反映了运营商的不懈努力。

网络基础能力为业务应用发展和创新提供了条件。互联网投资热潮退去后，存量业务的过度竞争和新业务的创新不足成为互联网行业收入增长放缓的主要原因。当然监管政策的不断收紧也使互联网的野蛮发展有所收敛。在人与人通信领域，社会总需求的增长速度本身也限制了互联网行业的进一步发展壮大。多种原因共同作用之后，互联网行业亟需找到新出路支撑自身发展。但是，投入不足或许将影响创新的过程。工业和信息化部的数据显示，今年1-2月，互联网全行业研发投入额达60.6亿元，同比增长11.5%，低于去年前11个月投入同比增长13.1%的数值。

5G虽是出路，但仍需较多耐心

中国移动新任董事长杨杰在到任伊始就提出了“5G+”计划，意在通过5G+4G、5G+AICDE、5G+Ecology壮大5G产业。在深圳召开的“5G创新合作大会”上，中国电信展出了5G相关的大量创新业务，包括十大行业5G应用、

5G+云创新业务、5G+工业互联网等。5G网络能满足多样的业务需求和场景，既可以提供高速无线接入，又可为垂直行业赋能。

在“2019上海5G创新发展峰会暨中国联通全球产业链合作伙伴大会”上，中国联通表示将携手产业链各方，秉承开放合作心态，着力推动5G技术与应用的创新融合，探索5G商业模式。实际上从4G商用之初到现在，4G+垂直行业的探索就一直未停。但是到现在真正成长起来的应用可以说是屈指可数。现在5G即将商用，国内外都在为5G寻找应用场景和变现模式。

全球各地的运营商之所以在5G投资建设上如此谨慎，除了5G技术和设备的成熟度之外，5G应用场景和商用模式的缺乏是最重要的因素。大规模投资建设5G网络本来就不容易，在缺乏变现应用的情况下收回成本更为不易。现在通信行业和互联网行业都把目光聚焦在5G上，但是5G能否给大家带来预期的惊喜，还不能完全确定。即便预期的惊喜能够实现，其中的过程也不会如想象中的轻松。4G已经满足了人与人的通信需求，未来的5G新应用主要集中在工业互联网领域，必然需要大规模的烧钱来培育市场。5G的资本密集需求，已经预示了其未来发展的曲折。

对广大人民群众来说，已经深刻体会到了4G改变生活的高效和便利。现在虽然各行各业都在高喊5G改变社会，但是这种改变现在还处于“水中月镜中花”阶段。对5G的潜力和前景，以及5G之后的各种新互联网应用，特别是对经济增长的贡献，应该持乐观态度。不过在5G发展初期，无论是通信业还是互联网业，都需要对未来发展的曲折和困难有充分的预判。

吴基传

5G的重要应用场景是工业互联网

5G 不是要取代 4G，而是要下沉到工业互联网，解决物和物之间的互联。

本刊记者 | 孟月

“5G很热，比100℃的开水都热。”在由中国通信企业协会主办的2019年信息通信行业高级管理研修班上，原信息产业部部长吴基传表示，5G只是移动通信发展进程中的一个过程，作为业内人要弄清楚5G到底用来做什么。

5G不是替代4G

随着5G牌照的发放，5G热潮不断，从规划到部署到应用，5G动态不断。对于5G部署，有声音称，5G基站价格比4G基站要高2.5~3倍，能耗也要比4G基站高接近3倍。那么就要思考建设5G基站是为了解决什么问题？吴基传表示：“建设5G不是用来替代4G业务的。因为我国进入4G的时间并不是很长，4G业务也还没有充分利用发挥好，所以，现在的问题不是单独去谈4G/5G技术怎样，更重要的是要和互联网联系起来。”

“4G具有消费互联网的特征，有C2C、C2B。”吴基传讲解道。消费互联网为用户的生活提供了很多便利，从最初的上网查资料、聊天、视频等消费领域应用，到目前也涉及管理领域。随着技术的发展，医疗、教育等设备管理也都应用了移动互联网，这都是属于“消费领域”的互联网时代。吴基传认为，4G在消费领域并没有到消亡的阶段，还有很多业务没

有完善，甚至还有很多业务有待开发。至于为何要研发5G，是因为物与物之间的互联在连接层面提出了更大的挑战，这需要5G去解决。

吴基传强调，5G的重点不是在4G里做事情，而是要下沉到工业互联网，解决物和物之间的互联，即物和物之间信息的处理。“我们要清楚地认识到，5G是4G和互联网的一个发展过程，而不是5G替代4G。在这个过程中，5G的服务场景、服务场所有别于4G。”吴基传如是说。

5G的应用场景到底是什么？吴基传认为，5G的应用场景是用户、市场需求的场景，工业互联网将是5G的重要应用场景。物和物的连接量将在1000亿~2000亿，和74亿人口相比，是一个非常大的“蓝海”。

抓住机遇变革期

对于数字经济和工业互联网，吴基传表示，数字经济以信息技术、信息元素作为经济的要素，用智能网络作为载体，并运用各种平台服务的方式来提供服务。数字经济不仅包括消费管理和生产，更要进入生产领域，一个经济系统有消费、有生产、有管理才能构成数字经济。

吴基传认为，将来的工业互联网生产对于传统的生产模式是颠覆性的。发



展数字经济和工业互联网关键要在操控体系设计上下功夫，要做好生产设备平台、流程平台和管理平台建设。“3个平台至关重要，尤其生产流程或者称为核心操作体系，对于任何一个生产企业来说，都是要绝对自己管控。这需要企业不断努力研发，抓住企业生存的命脉。”吴基传如此表示。

互联网从技术的发展来看，核心是芯片，这就需要从底层研究开始。国家提出网络强国、制造强国，真正要“强”，就要在基础研究上下功夫，各个企业都要舍得投入。除了芯片以外，软件业的发展也至关重要，软件研发依靠人才，我国要加大人才培养的力度。

对于通信企业来说，现在正面临着新旧技术交替的机遇期，谁抓住了机遇，谁就能脱颖而出。吴基传表示：“企业需要有所创新，扎扎实实地沉下心研究，从实际出发，用好庞大的市场及政策支持，寻求新的突破。最后也要注意，生产力和生产关系变了，上层建筑必须相应改变，国家的法律法规需要尽快跟进和完善。”

发力云VR 为何会产生巨大价值？

云 VR 是一个端到端的业务链，对于通信运营商而言，发展云 VR 可以从业务体系完善、网络价值提升、服务能力增强 3 方面获得巨大价值。

中国联通网络技术研究院 | 林鹏



业、医疗、教育等行业应用市场规模将由 2018 年的 8% 升至 2020 年的 19%。

VR 产业在经历了 2018 年稳步发展以及迎来 2019 年 5G 商用“东风”后，目前进入了新一轮快速发展时期，新技术、新应用层出不穷，用户体验得到了极大提升。在终端方面，现阶段像 Pico、创维的最新 VR 一体机已经配备了 4K 屏幕，部分终端实现了硬解全景 8K 视频的能力。MPEG OMAF 架构标准也逐渐开始广泛应用，华为、Intel 等企业都实现了基于 FOV 的 8K 全景视频体验能力，像 Visbit 更通过其 VVOS 等技术达到了全景 12K 视频观看效果，用户体验得到进一步提升。

在应用方面，VR 技术从全国两会、大型体育赛事、演唱会深入到发布会、展会、论坛、民间活动等各种场景，并通过 VR 头显、手机端等多种渠道传递给广大用户，使老百姓更容易接触、体验到 VR 内容。

国内外运营商也在借助网络优势发力 VR 业务。韩国开始 5G 商用后，SKT、KT 和 LG U+ 三大运营商纷纷推出 VR 业务，如 VR 社交、VR 直播、VR 游戏等，通过差异化业务吸引大批用户办理 5G 套餐，目前韩国 5G 用户已经接近百万。在国内，中国移动福建分公司在 2018 年就推出了“和·云 VR”业务，中国电信也以广东为试点区域推动云 VR 业务落地应用。

6 月 6 日，工信部向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放 5G 商用牌照，我国正式进入 5G 商用元年。5G 具有高速率、低时延、高可靠等特点，是新一代信息技术的发展方向和数字经济的重要基础。随着 5G 网络的正式商用，各项创新业务应用百花齐放，VR 便是重要应用业务之一。

新一轮快速发展时期到来

经过了“寒冬期”，VR 产业在 2016 年终于迎来了大爆发，产品逐步得到推广普及，并逐渐渗入各个垂直行业应用，实现了产业化发展。在该阶段，更多企业、资

本涌入 VR 市场，更多不同层次的设备产品涌现，内容产业和技术支撑更加成熟，用户规模也不断扩大。

2018 年，全球 VR/AR 市场规模超过 700 亿元人民币，同比增长 126%。其中，VR 整体市场规模超过 600 亿元，AR 整体市场超过 100 亿元。据预计，到 2020 年，全球 VR 产业规模将超过 2000 亿元，其中 VR 市场 1600 亿元，AR 市场 450 亿元。同时，2017-2022 年全球虚拟现实产业规模的年均复合增长率预计超过 70%，VR 占据主体地位，AR 增速显著。从产业结构来看，终端器件领域市场份额占据首位，内容应用市场快速增长，其中工

5G网络助力VR快速发展

5G标准定义了三大场景，即eMBB、mMTC和uRLLC。其中，eMBB对应的是4K/8K、VR/AR等超高清视频等大流量移动宽带业务，mMTC对应的是大规模物联网业务，而uRLLC对应的是如无人驾驶、工业自动化等需要低延时、高可靠连接的业务。在产业链的共同努力推动下，围绕这三大核心场景，5G网络将会让越来越多的产业形态和创新应用成为可能。

5G网络峰值传输速率极快，端到端时延达毫秒级，连接设备密度增加10~100倍，流量密度提升1000倍，频谱效率提升5~10倍，能够在500km/h的速度下保证用户体验，同时结合MEC、网络切片等特性，为VR业务发展提供强有力的全面网络解决方案。

第一，5G自身大带宽、低时延的特性，满足云VR的要求，同时利用网络切片技术，可以充分保障用户体验。

第二，5G MEC技术可以有效解决云渲染资源以及极低渲染时延要求的问题，同时云VR可以降低VR终端成本，便于VR普及。

第三，5G可以解决野外、航拍直播等移动VR场景网络需求。

发力云VR将获巨大价值

云VR是一个端到端的业务链，对于通信运营商而言，发展云VR可以从业务体系完善、网络价值提升、服务能力增强三方面获得巨大价值。

首先是业务体系完善。VR业务的发展，不仅丰富了视频业务体系，还可以基于VR业务的云渲染资源，赋能AR业务、物联网业务、图像处理业务、高性能计算业务等多种应用业务，全面带动多项业务综合发展，完善业务体系。

其次是网络价值提升。云VR业务对

于网络带宽、时延等要求极高。基于5G网络大带宽、低时延特性，同时针对宽网络的升级改造，以及固移融合边缘计算的业务应用部署，云VR业务能够全面带动业务承载及发展，全面提升网络价值，使运营商不再仅是管道。

最后是服务能力增强。以云VR业务为核心，建设面向个人用户的自有服务能力体系，同时联合产业合作伙伴，面向垂直行业客户推出端到端服务能力，依托传统网络优势、结合业务应用，全面提升服务能力，实现5G、宽带网络的价值提升。

中国联通针对云VR业务的发展规划将分为两个阶段，第一阶段以大力发展5G+VR制播ICT服务为主，同时与合作伙伴共同搭建直播平台聚合内容，后续逐步发展构筑VR直播云能力，为业内端到端企业输出直播能力，使中国联通建立VR业务运营能力。

第二阶段，基于5G固移融合网络和边缘云，建立面向云业务的VR云平台。该阶段的核心是部署含GPU资源的边缘硬件资源池，中枢是云VR管理平台，关键是低时延的传输网络，辅以内内容聚合及呈现终端，加之面向2B2C的合理高效的商业模式，最终形成良性循环的云VR业务。在第二阶段，中国联通云VR平台一方面向企业、个人用户提供VR业务服

务，另一方面也可以基于云VR的云资源开展面向高性能计算、图像处理、渲染资源租赁等服务。

中国联通在2018年9月便发布了《中国联通VR业务发展白皮书》，分别就VR业务发展目标、VR业务能力、VR业务端到端解决方案等内容进行阐述解读。同时，通过不断在VR制播领域开展端到端技术研究，中国联通在2019年初推出了VR制播产品服务。仅在2019年上半年，中国联通在全国多省完成大量VR制播工作，重点包含全国两会VR直播、江西VR春晚、重庆国际马拉松VR直播等一系列有重大影响力的活动及赛事的VR制播，在VR制播方面为VR产业树立了良好的标杆效应，全面推动广大用户认识VR。目前中国联通正在着力推动全国多省的VR业务试点工作，不久将面向广大用户推出包含VR直播、点播、云VR游戏等在内的VR服务。

当然，目前VR产业还存在诸多问题，如VR产业规模太小、云VR建设成本高昂等。推动VR产业发展，不能只依靠运营商发力，还需要通过政策、技术、用户、资本四轮驱动全面提升产业链发展水平，将云VR规模做大、成本做低，不断满足用户需求，真正实现VR产业爆发。

编辑：蒋雅丽 jiangyali@xinxing.com.cn

Virtual Reality，即虚拟现实，简称VR。

以VR为代表的虚拟现实技术给人突然出现并爆发的感觉，但实际上，虚拟技术从模糊期到萌芽期，从只有概念直至今天快速发展，已经走过了半个多世纪的历程。

1968年美国计算机图形学之父Ivan Sutherland开发了第一个计算机图形驱动的头盔显示器HMD及头部位置跟踪系统，这便是目前VR的雏形；1991年，首款消费级VR设备Virtuality 1000CS问世，掀起了VR商业化的浪潮；2014年Facebook以20

亿美元收购Oculus，VR商业化进程在全球范围内得到加速。

到2015年，微软、三星、HTC、索尼等科技巨头组团加入VR行业，国内出现百家VR创业公司。终于，VR在2016年迎来了一场大爆发，产品逐步推广普及，并逐渐渗入各个垂直行业应用，实现了产业化发展。在该阶段，更多企业、资本涌入VR市场，更多不同层次的设备产品涌现，内容产业和技术支撑更加成熟，用户规模也不断扩大。

张峰 三大举措推动5G商用发展

5G 商用将对我国经济社会带来深远影响，业界必须采取切实有效的措施，推动 5G 商用发展。

本刊记者 | 孟月



“6月6日，工业和信息化部向4家企业正式颁发了5G业务经营许可，标志我国已正式进入5G商用元年。”工业和信息化部党组成员、总工程师张峰在“2019年信息通信行业高级管理研修班”上表示。

“2019年信息通信行业高级管理研修班”是中国通信企业协会自2016年起连续举办的第四期，针对行业高管人员的研修班。在本期研修班，中国通信企业协会会长苗建华做了开班动员讲话，副会长兼秘书长赵中新主持开班仪式，来自中国电信、中国移动、中国联通、中国铁塔、中国广电以及部分省区市的通信公司、科技公司、通信行业协会的150名学员参加了培训。

5G商用影响深远

在研修班开班致辞中，张峰指出，5G以全新网络架构、数十倍于4G的峰值速率、毫秒级的传输时延和亿万级的连接

能力，正开启万物互联、人机交互、智能变革的新征程，5G商用将对我国经济社会带来深远影响。一是构筑万物互联新基础。5G将构筑新型网络基础设施，将汇聚集成新一代信息通信技术，打通信息大动脉。二是打造产业变革新引擎。5G商用将充分发挥运营企业的需求牵引和产业拉动作用，将5G技术产业优势转化为市场优势，为ICT产业发展注入新动力。三是拓展融合发展新空间。从人人互联到万物互联、从大众消费到生产制造、从物理世界到数字世界，5G与工业、能源、电子、生物、交通等多领域深度融合，将大幅拓展制造业转型的空间、网络融合的空间、科技创新的空间，赋予制造强国、网络强国、科技强国建设新时代的新内涵。

从2G跟随、3G突破、4G并跑发展到5G，经过各方共同努力，我国5G发展已颇有成效。在标准方面，我国话语

权显著提升。我国企业在标准制定组织（3GPP）成员单位中占107家，累计提交5G标准化文稿超过2.6万篇。总的来看，我国与全球主要国家形成了“你中有我，我中有你，谁也离不开谁”的格局。在技术路线方面，我国率先发布5G中频段规划，大力推进5G中频技术和产业成熟。目前中频段已成为全球产业界公认的5G商用初期核心频段。在产业方面，我国5G系统、芯片、终端产业链水平不断提升，我国5G设备制造达国际领先水平。截至2019年4月，全球共发布5G手机13款，国产手机占9款。

三大措施共推5G发展

张峰强调，党中央、国务院高度重视5G商用，5G商用是党中央统筹考虑国家发展战略、产业发展需求、电信市场格局、网络技术研究等多方面因素，立足当前、着眼长远，做出的重大战略部署。当前全球5G竞争日趋激烈，必须采取切实有效的措施，推动5G发展。

一是统筹共建共享，加快5G建设。建设覆盖全国的5G网络投资巨大，各企业要积极推进网络共建共享，做到“绿色建网”“集约建网”，协力建成覆盖全国、技术先进、品质优良、全球领先的5G精品网络。

二是聚焦融合应用，打造5G生态。要整合各方资源，尽快形成5G产业生态。坚持以市场需求为导向，围绕工业互联网、物联网、车联网等重点领域，积极培育深度融合应用场景，构建数字经济新蓝海。

三是深化国际合作，构建统一战线。移动通信产业全球化分工协作的特征明显，我国要坚持开放合作的理念，不断扩大“朋友圈”，深化与相关国家和国际机构合作，吸引各国企业广泛参与我国5G市场，共谋我国5G发展，分享5G发展成果。

5G无线网建设挑战犹存 多方配合方可高效建网

5G 无线网建设落地难、建设 / 运营成本高、配套建设复杂，如果仅依靠运营商的力量，将难以实现 5G 网络的快速高效部署，因此需要政府、运营商、通信基础设施单位、设备制造商等多方配合，才能有效支撑 5G 网络的建设及后期运营。

中通服咨询设计研究院有限公司 | 蒋晓虞

2018年12月7日，工信部向三大运营商发放了全国范围的5G中低频段试验频率。2019年3月，三大运营商在香港年报发布会上透露了当年5G投资计划，中国移动预计5G投资172亿元，中国电信预计投资90亿元，中国联通预计投资60亿~80亿元，同时各运营商纷纷制定了相关的网络建设方案，为5G试商用做好了资源储备。

2019年6月6日，工信部向三大运营商及中国广电发放了5G商用牌照，标志中国正式进入5G元年。根据消息，各大运营商都将在9月底之前完成当年建设任务并启动商用，不同于4G时代国内的商用相比国外晚2~3年的情况，中国5G推进时间计划和国际基本一致。

5G无线网特点分析

相比2G/3G/4G网络，5G网络除了提供2C（面向公众客户）业务以外，还将要满足2B（面向行业用户）业务的需求，以及除手机终端以外各类物联设施的接入需求，覆盖范围将区别于现有的移动网。同时由于5G高频段、高速度、低时延等网络特性，5G无线网的建设将与前代技术存在显著区别，整体来说将有以下三大特点。

一是超密立体组网。一方面，5G

将主要基于高频段开展建设（中国移动2.6/4.9GHz、中国电信和中国联通3.5GHz），同时考虑到5G业务要求，相比原4G组网，整体的站点规模将有2~4倍的提升；另一方面，5G的重点应用是VR/AR等高带宽业务，要求网络速率达到100M甚至更高，业务热点区域的密集组网将是解决容量需求的主要手段。

二是大规模智能天线将广泛应用。为实现5G的高带宽，大规模智能天线成为标配。根据目前发布产品的情况来看，64T64R、192振子的配置将成为运营商主要的设备形态，可为网络带来4~32倍的数据提速。

三是BBU云化，实现动态资源管理。5G时代将实现端到端的云化，BBU可根据需求拆分为CU和DU，可将CU进行集中云化部署，从而实现动态资源管理。

表1 运营商在网资源统计

运营商	运营制式及频段
中国移动	GSM (900M/1800M)、TD-LTE (2600M/2300M)
中国电信	CDMA(800M)、LTE FDD (800M/1800M/2100M)
中国联通	GSM (900M/1800M)、WCDMA (2100M/900M)、LTE FDD (1800M/900M)

5G建网面临四大难点

针对网络建设特点，5G网络在实际部署及运营时，也将面临一系列难点，主要是以下几个方面。

第一，站址获取难度加大。目前各运营商均有2G/3G/4G多种资源同时运营，同时考虑到共建共享，多数落地塔的天面资源已经用完，同时由于业主协调等因素，现有的部分楼面站资源也面临无法利用的情况。根据资源摸排情况，可直接利用的站址资源不足10%，见表1。

第二，配套改造压力大。5G AAU集成了天线和RRU，相比原4G设备，重量均有所增加，部分厂家设备迎风面有所减小，部分现有塔桅不满足建设要求，同时5G AAU的设备类型会将重量集中在抱杆上部，对于楼顶站的配重建设要求较高，建设成本也会增加，见表2。

第三，传输设施要求高。5G网络能力的提升也对传输资源提出更高要求，前传带宽达到25GE要求（eCPRI接口），回传与中传也达到10GE要求，随着后期BBU云化的推进，对光缆资源的要求将进一步提高，5G传输架构如图所示。

第四，后期运营成本高。由于采用大带宽和大规模智能天线技术，5G设备的功耗将显著提升，厂家设备功耗见表3。以一个电线的三扇区站点为例，5G单站点的年电费将达到1.6万元（按照直供电0.8元/度进行分析），是一个电信4G站点的

表2 厂家设备尺寸及重量分析 (三阶段外场测试设备)

厂家	AAU			与4G典型设备区别	
	尺寸mm	迎风面m ²	重量kg	迎风面减少	重量增加
华为	795×395×175	0.31	40	-25.6%	40.4%
中兴	880×450×140	0.40	40	-6.2%	40.4%
诺基亚贝尔	1140×480×144	0.55	47	29.6%	64.9%
大唐	895×490×142	0.44	47	4.2%	64.9%
爱立信	810×400×216	0.35	43	-16.6%	50.9%
4G (1800M) 天线+RRU		0.42	29		



图 5G传输架构

3.2倍。目前约有30%的站点采用的是转供电，转供电每度电费可能达到1.5元甚至更高，这将给运营商带来较高的运营成本压力。

多方配合，全力推进5G网络建设

基于以上分析，5G无线网建设落地难、建设/运营成本高、配套建设复杂等，如果仅依靠运营商的力量，将难以实现5G网络的快速高效部署，需要政府、运营商、通信基础设施单位、设备制造商等多方配合，才能有效支撑5G网络的建设及后期运营。

首先，政府要高度重视，给予政策支持。5G网络建设对于整体的产业发展具有重要意义，政府应鼓励推动如办公楼宇、电力杆塔、监控杆、路灯杆等现有的基础设施资源向通信设施建单位开放，降低站址的获取难度，同时，建议协调电力设施单位推进直供电改造以及电力资费优惠，降低后期运营压力。例如，江苏省政府在2019年5月发布了《省政府办公厅

关于加快推进第五代移动通信网络建设发展的若干政策措施的通知》（苏政办发[2019]49号文），从设施保障、用电政策、产业发展、建设审批等多方面给予了政策支持，文件的进一步落实将有助于5G建设的提速。

其次，设备性能需要提升及多样性产品研发。目前的设备仍有重量体积大、功耗高等问题，各设备厂家都有计划在2019年下半年推出更低功耗、更低重量设备，重量有望降低到30kg以下，单站功耗有望降低至3000W以下。同时，考虑到不同场景的覆盖要求，各设备厂家也在研发路径上考虑了多种设备，如16T16R、

表3 厂家设备功耗分析 (三阶段外场测试设备)

厂家	CU/DU合设功耗W	AAU		单系统功耗W
		规格	功耗W	
华为	1400	64T64R	1150	4850
中兴	3900	64T64R	1900	9600
诺基亚贝尔	1660	64T64R	1500	6160
大唐	1850	64T64R	1700	6950
爱立信	1700	64T64R	1200	5300

8T8R、4T4R等类型，多种类型的设备有助于打造立体覆盖，提高网络覆盖的同时也增加网络建设的灵活度。

再次，2G/3G退网工作应尽快开展。现有的2G/3G设备普遍已经运行7~8年以上，随着VoLTE的商用推进，目前4G网络已可承载语音、数据等全业务形态。同时，三大运营商在2017年开始，就启动了2G/3G低频段重耕为4G应用的工作，提升4G网络的覆盖深度和广度。建议各运营商应采用套餐引导、终端补贴等政策，引导用户的终端置换，逐步推进2G/3G的退网工作，有利于资源的释放，提高现有站址的利旧比例，同时降低运营商整体的运营成本支出。

最后，运营商需做好光缆资源储备。除了基础配套、电源配套以外，5G网络对传输资源也提出较高要求，运营商在进行光缆网建设时，应根据后期BBU云化的要求，做好光缆资源预留，也可根据具体需求，采用波分等技术，提高光缆资源使用效率。

移动通信是国家关键网络基础设施，是推动国民经济发展、提升信息化水平的重要引擎，5G的快速部署将助力工业互联网、智能制造、现代农业、智慧城市等方面的发展进程，但我们也看到，5G网络建设存在诸多困难，需要政府、运营商、通信基础设施单位、设备制造商等多方配合，才能实现快速高效的建网目的。

编辑 / 耿鹏飞 gengpengfei@txjntong.com.cn

5G背景下 光接入网的发展趋势

5G 背景下的光接入获得了新的活力，将持续创新，持续发展，不断迈上新台阶。

中国电信集团有限公司科技创新部 | 王波

2019年6月6日工信部正式发放5G牌照，意味着我国5G建设将进入一个快速上升期。每当新一代移动通信技术开始部署时，人们常常会有疑问：它是否会取代固定接入？从网络接入、网络承载和网络架构三大角度看，光接入与5G有各自不同的特点和适用场景，光接入能够对5G网络提供承载，二者协同互补，提供高速率和广覆盖，此外，固移融合、云网融合将成为光接入与5G的共同趋势。

光接入与5G的关系

事实上，光接入与5G有不同的特点和定位。

从速率角度看，对于光接入，10G-EPON系统下行速率10Gbit/s，上行速率10Gbit/s或1Gbit/s；XG-PON系统下行速率10Gbit/s，上行速率2.5Gbit/s；单用户速率与ONU（家庭网关）设备接口类型、数量及设备转发能力相关，下行具备数千兆的接入能力。反观5G，IMT-2020提出的目标为峰值速率20Gbit/s、用户体验速率100Mbit/s（如图1所示）。事实上，对于Sub-6GHz频段、100MHz带宽，无法实现20Gbit/s的峰值速率；考虑8流，峰值频谱效率30bit/Hz，得到峰值速率理论值为3Gbit/s（从实际测试情况看，单小区峰值速率在8流时可接近3Gbit/s，在理

能实现端到端时延10ms以内，与4G网络相比明显降低，已经能够满足多数业务的需求。

从覆盖场景看，光接入更适合覆盖室内。而5G主要覆盖室外，目前室内覆盖方案需进一步研究。对于商务楼，5G室内分布系统无法重用3G/4G（模拟系统），需新建（数字系统）；而对于居民楼，建设室分系统成本高，室外基站覆盖室内效果有限。另外，国外5G发展初期应用于光纤无法覆盖的场景，提供固定无线接入，但这不适用于中国。

从发展阶段的成熟度看，10G-EPON标准于2009年发布，XG-PON标准于2010年发布，设备已成熟并规模部署；而5G R15版本NSA（Option 3）于2017年12月发布，R15版本SA（Option 2）于2018年6月发布，设备和网络还处于发展初期。

从目标客户群看，光接入的客户以家庭为主，中小企业为辅。5G的目标客户重点是To B、To C，盈利难。

光接入与5G各有特点，其关系不是互相替代，而是协调发展、实现宽带广覆盖。光接入可稳定地提供高性能，已覆盖上亿家庭用户和大量中小企业用户，具备提供千兆速率的能力；5G可提供远高于4G的性能，适合于室外等用户移动场景以及垂直行业难以采用有线方式的场景，而且能够快速灵活地提供临时性覆盖需求。行业应合理利用光接入和5G两种手段，建设光宽+5G双千兆网络，打造智能连接基础设施。光接入和5G的协调发展，需要共同促进高带宽业务应用的发展，如4K/8K高清视频、云VR、云游戏

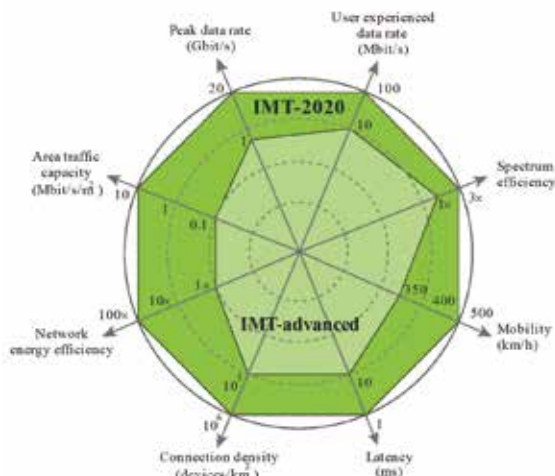


图1 IMT-2020关键能力目标

想条件下实现更高流数时可达10Gbit/s；单用户速率（2T4R终端）取决于无线环境，可达数百兆、甚至超过1Gbit/s）。

从时延角度看，对于光接入（TDM PON系统），下行时延<1ms，上行时延<1.5ms。对于5G，3GPP标准（TR38.913）提出无线网用户面单向时延（DL/UL）目标值，eMBB为4ms，uRLLC为0.5ms。基于R15标准的系统仅能实现4ms左右的时延，无法实现IMT-2020提出1ms（如图1所示）的目标。超低时延需空口新机制，甚至新频段（目前3.5GHz为TDD，FDD更有利于降低时延）。尽管如此，由于5G核心网支持边缘计算，从网络架构上降低时延，有可

等。光接入和5G的协调发展,需要推动固移融合的技术发展和网络部署,在光缆、局所、DC(边缘DC)、承载网等方面充分共享资源。

PON技术对5G前传的支撑

光接入作为一种网络接入方式,与5G是协同互补的关系;同时,光接入作为一种承载方式,能够在5G承载中发挥作用。其中, $N \times 25\text{Gbit/s}$ WDM PON承载5G前传的eCPRI信号(25Gbit/s)就是一个典型案例。AAU与DU之间的点对点光纤直连是一种简单易行的方式,但在光缆资源不足的场景,就需要采用基于波分复用的技术。 $N \times 25\text{Gbit/s}$ WDM PON系统架构如图2所示。

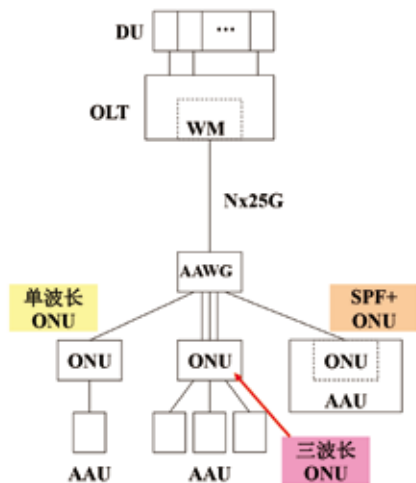


图2 $N \times 25\text{Gbit/s}$ WDM PON系统架构

中国电信积极推动相关行业标准制定,提出了既切合网络需求、产业现状,又能经济合理、易于实现的技术指标。其中,最大光纤距离为10km,链路预算14dB,上下行均采用C Band波长(单纤双向),系统包括20通道、14通道两种规格。ONU可以是独立设备,也可以基于SFP内置于AAU中;其基本要求是“无色”,通常基于可调激光器实现。以20通

道系统为例,采用一芯光纤(不考虑引入纤)即可承载6个基站/18个AAU(其余2通道备用),而点对点方式(一般为双纤双向)需要36芯光纤,因此,该系统能够有效节省光纤,在光纤资源紧张的场景实现快速部署。

5G驱动网络重构及对光接入的启示

SDN、NFV技术的发展,带来了开放、开源、通用、白盒、虚拟化、微服务、自动化、智能化、迭代式开发、灰度升级等一系列新理念、新思路、新方法,促进了CT与IT的深度融合。5G网络架构的设计融入了IT、NFV、SDN技术的理念和思路,与4G相比发生了根本性变革。5G网络成为NFV、SDN落地和规模部署的最佳机遇、最主要场景,将有力推动NFV、SDN技术的不断成熟,推动网络架构重构的持续深化。

5G网络架构如图3所示,其主要特点是:第一,5G核心网实现了控制与转发的完全分离,用户面网元为UPF,控制面的主要网元包括AMF、SMF、AUSF、UDM、PCF、NRF、NSSF、NEF等。第二,5G核心网的控制面采用服务化架构,网络功能(NF)细分和模块化,可独立演进、按需部署、独立扩容,NF间以总线方式相联系,每个NF接口以API方式呈现,供其

它多个NF调用;“点对点”接口方式相比灵活性更强、扩展性更好。

转控分离、SBA架构有利于5G采用NFV方

式,基于NFVI提供的虚机、容器等方式部署,利用MANO实现网元(网络功能)的自动化、智能化编排管理,最终实现网络功能按需定制,灵活支持不同业务场景和需求。5GC的控制面以计算功能为主,对转发性能要求不高,可以虚拟化,并基于通用服务器、采用软件加速技术实现。5GC的用户面(UPF)由于对转发性能,包括吞吐量、时延要求较高,其具体实现方式主要有三种:通用服务器+软件加速方式、通用服务器+智能网卡(硬件加速)方式和基于专用硬件的方式。综合考虑性能与通用性,通用服务器+智能网卡(硬件加速)方式是未来的重点发展方向,应大力推动智能网卡的异厂商通用。

5G无线网(NG-RAN)中,AAU采用专用硬件。对于CU、DU,现阶段比较成熟的是二者合设并基于专用硬件实现,以简化部署和维护,降低时延。随着技术的发展,CU、DU虚拟化方面也有不少研究和方案。由于无线接入网与光接入网有一定的相似性,这方面的进展作为他山之石,值得借鉴。日本新兴移动运营商Rakuten的4G网络采用无线网、核心网完全虚拟化的方式,并已规模部署,5G网络也准备引入虚拟化的DU、CU。由于5G DU的复杂度大大增加,基于智能网卡的方案是方向。当然,这些方案都处于发展初期,后续还需对性能、功耗、成本

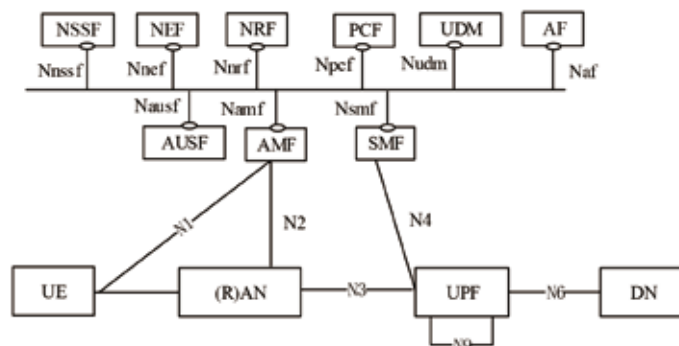


图3 5G网络架构

等因素进行综合评估。

近年来,在国际上光接入网架构的演进方面也有很多探索。例如,BBF提出了Cloud CO架构(TR-384);同时,引入BAA,并成立开源项目,主要面向基于专用硬件(PNF)的设备,基于标准模型对接入设备进行两级抽象,形成技术无关、厂商无关的模型,构建抽象业务参数与物理参数的映射。AT&T率先提出CO重构(CORD),并以固移融合为目标,基于同一架构实现R-CORD、M-CORD和E-CORD。AT&T主导了OLT硬件抽象(VOLTHA),并进行开源,用于向上层(如SDN-C)屏蔽PON技术细节(如T-CONT、GEM port、OMCI等),将PON设备抽象为可编程的以太网交换机。近期ONF启动了固移融合的COMAC项目,提出PON与移动网络的接入控制融合、固移核心网用户面融合的方案。

就目前来看,光接入网架构的演进是一个长期的过程,很可能与下一代PON技术引入相结合。

图4是光接入网一种可能的演进架构。OLT存在无法虚拟化的部分(pOLT),包含OLT用户面以及对实时性要求较高的控制功能;基于SDN的集中管理是必要的,而且是管控一体的,非实时性控制功能虚拟化实现(vOLT),并与SDNC结合集中部署;OLT新功能的引入可以在vOLT/SDN-C实现,也可能通过SDN-C北向接口在更高层面实现。由于OLT虚拟化还是个长期的过程,近期应重点推动PON YANG模型的标准化。中国电信积极参与BBF WT-383、WT-385项目,主导WT-431、SD-418项目,同时制定PON YANG模型企业标准,推动控制器和PON设备对YANG1.1版本(RFC 7950)的支持。

OLT哪些功能适合虚拟化,需综合考虑性能、成本、集成度、功耗等因素,

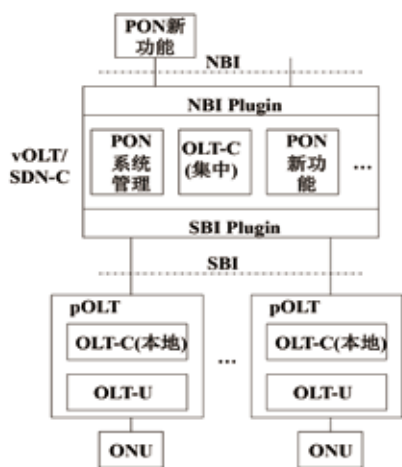


图4 光接入网一种可能的演进架构

并结合机房位置、条件等因素考虑。图5为固移融合的边缘云的一种可能架构,OLT在其中的作用有多种可能性,例如,专用硬件(PNF)、专用硬件+虚拟化(PNF+VNF)、专用硬件并内置虚拟化基础设施(PNF+NFVI)等。应积极储备接入局所作为未来超低时延、固移融合边缘DC的能力。

光接入下一步的发展

在5G等移动通信发展的同时,光接入技术也在持续推进中。目前,10G PON技术(含10G-EPON/XG-PON)已经规模部署,下一步应如何演进?需要回答的两个关键问题是,采用单波长还是多波长?

每波长什么速率合适,25Gbit/s或50Gbit/s,

还是100Gbit/s?这方面,产业界的不同国家的运营商、厂商、专家提出了许多不同观点。

中国已成为世界上规模最大的宽带接入市场,有必要也有能力提出适合国情的技术演进路径。考虑到设备成本

和维护难度,单波长系统更优。25Gbit/s对现有的10Gbit/s提升有限,而100Gbit/s实现难度太大,50Gbit/s最为合适。经过中国电信与国内运营商、厂商、研究单位等联合推动,经过激烈讨论,50G TDM PON于2018年在ITU-T成功立项。

目前,下一代PON总体要求(G.hsp.req)的研究不断推进,也取得一些初步共识。50G TDM PON速率(DS/US)包括50G/10G,50G/25G,50G/50G三种。在波长选择方面,下行1342nm±2nm,上行仍然待定。其基本思路为:选择O-band以降低ONU成本;在同一PON口下仅考虑两代技术共存,不考虑三代共存,以节省波长资源;同一代技术的不同速率以TDM方式共存,相邻代技术以WDM方式共存;考虑到不同运营商的演进路径不同,不同代的上行波长交替使用1260~1280nm、1290~1310nm窗口。对中国而言,50G TDM PON仅考虑与XG-PON(或10G-EPON)在一个PON口下共存,重用GPON上行波长(1290~1310nm窗口)。

小结

5G背景下的光接入获得了新的活力,将持续创新,持续发展,不断迈上新台阶。

编辑: 甄清凤 zhenqingfan@ptxiong.com.cn

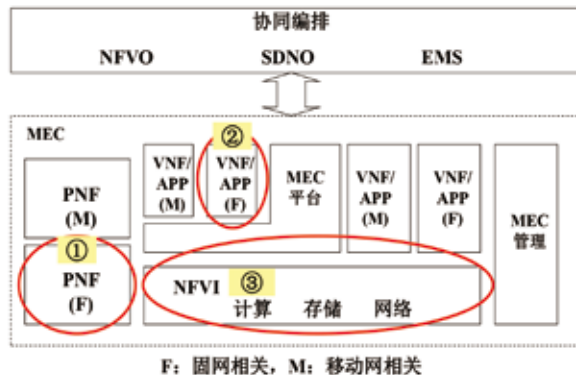


图5 OLT与固移融合的边缘云

OSAP全光业务接入 助力下一代精品专线承载

助力下一代精品专线承载网，瑞斯康达推出 iTN 整体解决方案，以“多业务平台，差异化智能远端”的产品组合，以分组增强 OTN 为基础，保持接入网在未来网络技术的持续演进，并提供基于原有 SDH 和 MPLS-TP/IP MPLS 分组的兼容能力。

瑞斯康达

随着大数据、信息化、智能化时代的到来，为全面落实国家“提速降费”战略，运营商加速网络重构，除了核心网络的改造，更在接入端引入更高的接入速率、更多的接入端口数量、更丰富的接入技术，进而实现接入带宽的提速、资源利用率的提升、建设管理成本的降低。

凭借二十年专注政企接入的积累，瑞斯康达全新推出OSAP (Optical Service Access Platform) 全光多核心融合承载解决方案，将电层承载和光层传输无缝融合，以构建安全可靠、灵活高效、极简超宽、智能前瞻的全光业务接入平台为目标，打造高品质的下一代精品专线接入与承载网，提供智能化网络性能主动监测手段，助力电信运营商实现精细化的专线业务运营。

具备三大优势 推出iTN精品 专线组网方案

瑞斯康达OSAP全光业务接入平台融合了OTN交叉、MPLS-TP、SDH特性于一身，具备高集成度、全业务接入以及灵活的多核心交叉调度能力，一张网络即可满足客户多种业务的综合承载需求，使网络更加扁平化。此外，瑞斯康达OSAP

全光业务接入平台具备三大优势。

第一，提供极宽的光传送网络：OSAP全光业务接入平台融合了DWDM光层扩容能力和电层ODUK交叉调度，具备大容量和远距离传输能力，同时极大减少光缆资源消耗，为业务长期发展提供大带宽扩容能力。

第二，灵活搭建SDH/分组双平面专线承载网：OSAP全光业务接入平台可按需配置核心，按需搭建SDH和分组平面，及按需灵活配置DWDM/OTN核心，简化网络层次和减少设备堆叠，实现多业务混合承载，刚性管道和弹性管道相结合，根据业务灵活选择接入和承载方式，充分满足客户对网络和技术的自主选择性要求，为客户提供端到端的高带宽、低时延精品专线承载网。

第三，端到端的“智能管道”主动监测网络性能：专线的“智能管道”需要从接入层出发，通过SLA管理，利用iTN设备基于业务和服务的OAM，让客户感知到带宽提速带来的变化，包括连网速率、时延、网络抖动及带宽可靠性等，实现用户业务的端到端的管理与感知。基于客户业务的端到端监控，可以实现对政企专线客户网络质量的有效监控。可完全覆盖专

线点对点、点对多点以及互联网专线等应用场景，在不影响正常业务的情况下实时探测业务的时延、抖动、丢包和吞吐等指标，并可通过手机客户端随时实时监控和回溯查看。

以用户为中心，打造最适合的 专线解决方案

在5G商用即将到来之际，运营商的网络重构正在加速，在集客专线领域从拼价格走向拼业务拼增值，网络将从提升带宽为主逐渐转变为智能利用网络资源，提升业务体验应运而生，即网络将从“傻管道”走向“智能网络”，通过管道和业务互动来提高管道价值。

瑞斯康达公司的iTN整体解决方案提出以“多业务平台，差异化智能远端”的产品组合，以分组增强OTN为基础，保持接入网在未来网络技术的持续演进，并提供基于原有SDH和MPLS-TP/IP MPLS分组的兼容能力，一方面有效保护早期的网络建设投资，另一方面帮助网络平滑过渡，使TCO得到有效降低。

iTN构建精品专线接入网的解决方案，对于客户来说不一定是完美的解决方案，但一定是最适合的解决方案。面对电信行业的转型和网络融合的发展，瑞斯康达将继续基于客户需求，不断加大技术创新力度，努力提供领先的产品和解决方案，与各大运营商共同面对未来的机遇与挑战，使接入的路越走越宽，真正做到智慧接入、共赢未来，为下一代智能专线业务领航。

电信云助力通信运营商 网络升级转型

随着软件定义网络以及网络功能虚拟化技术的发展，电信云将对电信领域的业务实现、业务运营等各个方面带来巨大变化。电信云将最终承载运营商 5G 核心网的业务 / 支撑 / 网络系统，成为运营商 ICT 基础设施的新核心。

中国信息通信研究院 | 李哲

经过多年发展，云计算已经形成较为完整的生态体系，并逐渐切入到重点行业。在电信行业，传统运营商网络大多是以专用形态来呈现的，紧耦合的软硬件形式导致网络系统的业务“竖井”和功能绑定，因此业界需要一种通用的硬件架构，配合灵活的软件方式来解决这些问题，在此背景下，电信云应运而生。

应对网络转型的需求 电信云应运而生

云技术的成熟和网络业务的升级驱动电信云发展。一方面，不断涌现的新型IT技术正逐渐渗入到电信行业，虚拟化、云计算、SDN/NFV等技术可以实现电信业务云化和网络功能灵活调度，以达到网络资源最大化利用；另一方面，伴随着5G时代的到来和边缘业务的兴起，当前运营商网络软硬一体的通信网元和转发控制一体的网络设备，难以满足快速发展的网络业务需求，不能很好地兼容新业务。为应对网络转型的需求，以SDN/NFV等技术为基础的电信云应运而生。

电信云基于虚拟化、云计算等技术可

以实现电信业务云化，基于SDN/NFV关键技术实现网络功能自动配置和灵活调度，基于管理与编排实现业务、资源和网络的协同管理和调度。根据服务的对象不同，可以将电信云分为面向CT的云和面向IT的云。

如图所示，CT云侧重于网络的云化，意在建设云化的新型电信网络服务环境；IT云是针对运营商内部的应用系统的云化，如计费与结算系统、营业与账务系统、客户服务系统和决策支持系统等的云化。

CT云将通信网元建设在云的架构

上，由于电信业务的特点，使得CT云在功能和性能方面明显区别于IT云。功能上，CT云除了有云资源管理，还有虚拟化网元生命周期管理和电信业务编排和管理，通信行业属性显著。性能上，由于通信网络强转发大路由的特点和99.999%的高可靠性要求，CT云需在转发平面、操作系统、虚拟化层等方面进行电信级技术增强。

全球运营商皆迈向云化演进道路

早期，移动通信设备都是以专用的设

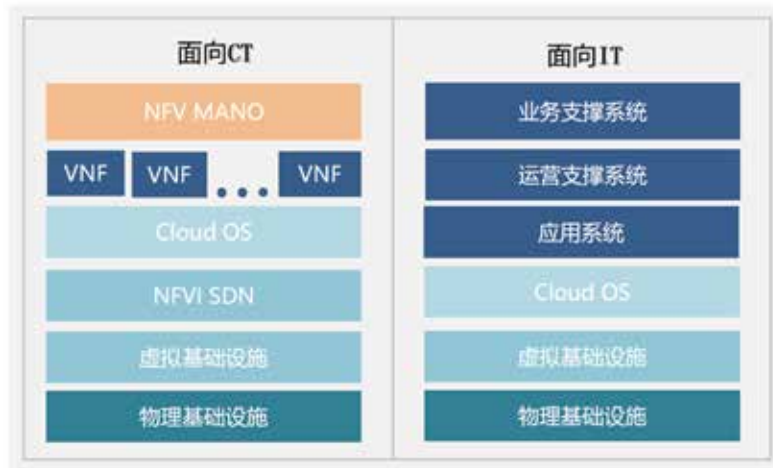


图 电信云架构

备形态呈现的,在专有平台架构下,各硬件设备彼此独立。随着IT技术的快速发展,云计算、虚拟化、SDN/NFV等技术逐渐应用到电信行业,灵活的软件方式终将替代传统的专属硬件。将电信业务云化可以实现网络功能的灵活调度和网络资源的最大利用,因此,建设电信云服务环境来重构电信网络以及电信业成为了运营商战略转型的重要一步。

在国外,从AT&T发布的Domain 2.0计划开始,DT、Orange、Telefonica等大量的电信运营商迈向云化演进的道路。在国内,中国移动的NovoNet 2020、中国联通CUBE-Net 2.0、中国电信的CTNet 2025等一系列规划和愿景,本质上都是传统电信网络的云化转型,基于电信云服务环境来承载电信级业务。

从目前来看,电信云的发展可以概括为两个阶段:独立电信云阶段和分布式统一电信云阶段。

独立电信云阶段,运营商主要部署vIMS、vEPC、vBRAS、vCPE等网元,同时,引入MANO来实现自动化的网元和业务部署。在这种方式下虽然也会部署几个数据中心,但是各个数据中心的电信云是互相独立的,之间没有DCI(数据中心互联)或者业务互相迁移的需求。

分布式统一电信云阶段,运营商希望中心DC、区域DC和边缘DC能够统一管理,业务和管理呈现为一朵云,真正形成分布式统一电信云。这就要求把整个广域网纳入电信云管理平台实现DCI,对系统的整合能力提出了更高的要求。

电信云关键特性及对网络转型的支持

电信云具有以下3个显著特点:高性能、高可靠性和电信级可管可控。

高性能体现在大路由转发和网络

自动化。电信云有大量路由型VNF的引入,需要支持海量IPv4/IPv6路由学习与转发,以及数据中心网络的故障快速感知与倒换,实现网络拥塞前调整流量、质量劣化前优化质量,从而达到网络自治。

高可靠性体现在电信级“5个9”的针对性优化。电信业务对现有IT数据中心和基础设施在可靠性方面提出了更高要求,NFV系统由服务器、存储、网络和云操作系统多部件构成,涉障节点多,潜在故障率更高,电信级“5个9”的可靠性需要针对性的优化方案。

电信级可管控体现在标准化电信资源的运维和管理。电信云将资源集中管理,全网资源共享,提升资源利用率,降低建设成本;网络集中运维,提升运维效率,降低运维成本;业务集中部署,实现业务快速迭代。

传统运营商网络大多是以专用形态来呈现的,这种紧耦合的形式必然导致网络系统的业务“竖井”和功能绑定。随着软件定义网络以及网络功能虚拟化技术的发展,电信云将对电信领域的业务实现、业务运营等各个方面带来巨大变化。基于电信云的关键特性,可从以下4个方面助力通信运营商完成网络转型。

一是架构重构,建立以DC为中心的云化架构,支持新业务快速上线与调整。

二是网络重构,通过SDN/NFV实现灵活智能的网络,自动感知业务需求,自动调整网络连接,实现网随云动。

三是业务重构,基于统一的云平台,重构不同的电信业务,实现按需业务部署与调整,降低新业务上线周期。

四是运营重构,通过“全在线”、按需自动化、智能化、互联网化的运营模式,将业务运营模式从管理型转变为服务型,提升业务体验。

一个敏捷灵活的电信云平台是实现以上四大重构的基础。统一融合的电信云平台可以同时承载CT和IT业务,满足移动接入、企业连接、固定接入、承载网、核心网和运营商应用系统等多种业务场景需求。

电信云助力5G发展

基于SDN/NFV技术,电信云将5G核心网网元功能如路由转发、移动性管理、会话管理等从硬件设备中解耦出来,拆分为更细粒度的服务单元,这一思想与5G核心网设计原则不谋而合。5G核心网系统架构采用原生云化的设计思路,将网络功能拆分为细粒度的网络服务,网络服务可以对应部署在电信云平台上,为差异化的业务场景提供敏捷的系统架构支持。同时,电信云操作系统协调上层应用和底层硬件,支持基于MANO的全自动部署,实现自动化弹性伸缩,提升运维效率。

另外,5G核心网的关键特性之一网络切片,也可以由电信云的虚拟切片网络来支持,实现网络切片的各子片业务需求到网络资源的传递与适配。电信云将网络拓扑虚拟化,由虚拟的计算、存储资源和拆分后的网络服务单元按需构建隔离的专用虚拟切片子网。根据切片承载的业务对网络的需求不同,层次化地控制各个切片,最终实现网络拓扑和资源端到端的统一编排管理。

电信云将最终承载运营商5G核心网的业务、支撑、网络系统,成为运营商ICT基础设施的新核心。未来,基于云的架构和思想来提供网络服务已成趋势,电信云将不仅服务于5G网络,还将应用于运营商现网的升级改造,成为运营商战略转型的重要一环。



建国70周年

“我与通信的故事”及“通信记忆”图文征集活动

为庆祝中华人民共和国成立 70 周年，通信世界全媒体特组织以“我与通信的故事”及“通信记忆”为主题的图文征集活动，面向信息通信行业从业者和社会各界人士征集相关作品。

作品主要围绕庆祝中华人民共和国成立 70 周年重大活动，讲述自己或家人长辈与通信行业之间的精彩故事，用图片、文字等形式展示通信人在建国 70 年以来的艰苦奋斗、自强不息、勇攀科技高峰、无私奉献的精神面貌。

征集内容

“我与通信的故事”：文章请采用记叙文的形式，要求主题明确、行文详实、言之有物、以小见大，字数不超过 2500 字。

“通信记忆”：摄影作品请用 JPG 格式，不小于 1M，老照片可适当降低要求，作品附详细说明文字。

征集时间

2019 年 7 月 1 日~9 月 10 日

参与方式

来稿请发送到 chenglinlin@bjxintong.com.cn,

并在邮件标题中注明“建国 70 周年”征文。征文提交时，请务必注明作者姓名、工作单位、联系地址、联系电话和电子邮箱。

展示形式

组委会将在通信世界建国 70 周年特刊、通信世界网、通信世界公众号、通信世界矩阵号上分别设置“建国 70 周年”专栏，陆续刊登优秀征文来稿。

奖励形式

通信世界全媒体将评选出一等奖、二等奖、三等奖、优秀奖，奖励现金或等值奖品。