

2017年6月 第6期

准印证号：粤内登字B第13111号

中兴通讯技术

Z T E T E C H N O L O G I E S

简讯

内部资料 免费交流

06

VIP访谈

NetCologne：为德国用户
提供最好的网络设施

携手全球主流运营商，共创
5G未来

12

视点

向际鹰：空分复用是实现
5G的关键

5G网络的引入与方案分析

专题：5G先锋

19

5G之路，自信前行

封面人物：NetCologne首席技术官Horst Schmitz



扫码体验移动阅读



张建国
中兴通讯高级副总裁

《中兴通讯技术(简讯)》顾问委员会

主任: 陈杰
副主任: 许明 张建国 朱进云
顾问: 鲍钟峻 陈坚 崔丽
方建良 王翔 杨家虎

《中兴通讯技术(简讯)》编辑委员会

主任: 王翔
副主任: 黄新明
编委: 柏钢 崔良军 韩钢
黄新明 衡云军 刘守文
孙继若 王翔 叶策
张振朝 周勇

《中兴通讯技术(简讯)》编辑部

总编: 王翔
常务副总编: 黄新明
编辑部主任: 刘杨
执行主编: 方丽
编辑: 杨扬
发行: 王萍萍

编辑: 《中兴通讯技术(简讯)》编辑部
出版、发行: 中兴通讯技术杂志社
发行范围: 国内业务相关单位
印数: 20000本
地址: 深圳市科技南路55号
邮编: 518057
编辑部电话: 0755-26775211
发行部电话: 0551-65533356
传真: 0755-26775217
网址: <http://www.zte.com.cn/cn/about/publications>

设计: 深圳愿景天下文化传播有限公司
印刷: 深圳市彩美印刷有限公司
出版日期: 2017年6月20日

5G腾飞，始于今日

过去40年间，移动通信技术每隔10年左右，就会经历一场大的技术变革。目前的第4代无线通信网络的规模商业部署从2010年开始，大致遵循了这个规律。目前业界的共识是，2020年5G将会开始大规模部署。

5G时代，除了传统的高速移动互联网(eMBB)，更多更新的领域和商业模式等待我们去挖掘和探索，如低时延高可靠连接业务(uRLLC)和大规模物联网(mMTC)的应用。

当我们再把目光从2020转回到今天的2017年，我们会更加清晰地看到，5G已经不再是遥不可及的未来畅想。特别是对于业内人士而言，紧锣密鼓的筹备已然开始：从标准的讨论制定，到网络架构的演进与规划，从设备性能功能的测试，到产品的部署和商用，一切的准备，为着5G腾飞。

作为全球领先的无线通信设备和解决方案提供商，中兴通讯将5G作为未来发展的核心战略，通过技术创新和产业实践，不断提升领先地位，致力于在5G时代继续为客户提供优质的服务，并以开放的心态，与物联网、车联网、工业4.0等领域的合作伙伴一起，共同打造万物移动互联的世界。

张建国

CONTENTS 目次

中兴通讯技术（简讯）2017年第6期

VIP访谈

06 NetCologne：为德国用户提供最好的网络设施 / 刘杨

10 携手全球主流运营商，共创5G未来 / 摘编自采访视频

视点

12 向际鹰：空分复用是实现5G的关键 / 郑虹

15 5G网络的引入与方案分析 / 王加奕

专题：5G先锋

19 5G之路，自信前行 / 刘守文

21 统一、灵活、可配置的5G新空口 / 魏涛

24 面向服务的5G云原生核心网 / 牛娇红

26 自适应切片RAN打造全新RAN架构 / 徐方

29 WDM/OTN在5G承载中的应用和关键技术探讨 / 曾智，王泰立

34 蜂窝车联网设计初探 / 许玲

成功故事

38 Wind Tre部署意大利首个Pre5G网络 / 张在兴，王宁

40 中国移动3D-MIMO嘉兴商用，Pre5G释放4G网络极限潜能 / 高沁



中兴通讯与NetCologne 联合发布G.Fast@ 212MHz 方案

5月31日，在德国科隆有线电视、宽带及卫星技术博览会上（ANGA COM 2017），中兴通讯与大科隆地区领先的区域运营商NetCologne联合发布了G.Fast@212MHz 解决方案。通过现网实测，接入速率超过1.8Gbps（下行速率超过1.6Gbps，上行速率约0.2Gbps）。这标志着NetCologne的业务提供能力全面进入超Gbps时代，这也是G.Fast@212MHz 解决方案通过现网实测的全球首次发布。

NetCologne一直致力于为科隆市及其他地区提供可靠且面向未来的电信服务。NetCologne拥有4个高性能数据中心，不仅为个人用户提供涵盖语音、数据、有线电视在内的综合服务，并为企业客户提供最先进的ICT解决方案。

“作为全球领先的综合通信解决方案提供商，凭借专业的通信背景 and 创新的ICT解决方案，中兴通讯一直致力于G.Fast等新兴技术的研发和应用，中兴通讯将以G.Fast技术部署为契机，支持NetCologne的网络全面演进至超Gbps时代，帮助NetCologne扩大领先优势，并将成为NetCologne的最佳合作伙伴。”中兴通讯德国有限公司总经理孙杰说。NetCologne总裁Timo von Lepel表示：“通过与中兴通讯在G.Fast等前沿技术的合作和研究，借助中兴通讯创新的端到端的解决方案，我们将进一步为我们的客户提供最佳的网络性能和用户体验。”

中兴通讯与比利时Telenet签署 5G及IoT战略伙伴协议

2017年6月2日，在国务院总理李克强、比利时首相夏尔·米歇尔的主持见证下，中兴通讯与Telenet在布鲁塞尔举行盛大签约仪式，Telenet 技术总裁Micha Berger和中兴通讯高级副总裁肖明代表双方签署5G移动通信和互联网战略合作伙伴关系协议。该协议的签订将进一步深化双方在新一代通信技术上的合作。

Micha Berger先生表示：“经过数月的通力合作，我们对中兴通讯非常满意。我们确信与中兴通讯签订战略合作伙伴协议，将保证我们满足比利时现在及未来对高质量移动网络的需求。”

2016年8月，Telenet与中兴通讯合作对国家移动网络进行升级，并部署中兴通讯全球领先的Uni-RAN技术。该网络现代化项目不仅对Telenet用户的性

能和服务质量进行了重大改进，且为运营商提供了更强大的管理能力。中兴通讯助力Telenet取代2G基站，优化3G/4G覆盖，提升网络容量，增强用户体验，支持未来网络技术演进。2016年12月，中兴通讯携手比利时Telenet完成Pre5G外场测试，创下欧洲首例外场真实环境下达到1.3Gbps的速率，是现有4G网络速率的4倍。Telenet与中兴通讯在测试现场展示了Pre5G的超快速率，90秒钟完成了13.3GB高清电影下载。

根据此次协议，Telenet将携手中兴通讯在2017年第三季度进行窄带IoT业务的预商用演示，同时还计划推动中兴通讯基于FDD-LTE的Massive MIMO和LTE-B解决方案的商用部署。

中兴通讯助力中国联通开通国内首个 FDD 1Gbps商用网络试点

近日，中兴通讯携手中国联通集团及福建联通，在泉州FDD商用网络成功开通国内首个Pre5G超高速率业务试点，创下国内首个外场真实网络环境下高达1Gbps的峰值下载速率，超过现有4G网络峰值速率6倍以上。

本次Pre5G超高速率业务试点开通，是基于联通现网3个商用频段，并结合多载波聚合、4×4 MIMO、256QAM等Pre5G关键技术完成的。在克服了外场无线干扰和信号衰减等环境因素后，达到了单用户下载近1Gbps的峰值速率。此举也标志着中国联通4G网络在向未来

5G演进中又迈出了坚实的一步。

2016年12月，中兴通讯联合中国联通福建分公司在泉州完成了全球首个基于FDD-LTE制式的Massive MIMO解决方案外场验证，通过实地测试，中兴Pre5G FDD Massive MIMO解决方案可以在现有频谱基础上有效提升小区吞吐量3倍以上。

此次部署的Pre5G Giga+ MBB解决方案试点，能够帮助中国联通高效实现2G、3G、4G的频谱资源整合，使网络平滑演进到5G，赢得5G先机，持续保持网络技术领先性。



中兴通讯携手Banglalink成功商用全球最大虚拟化SDM平台

近日,中兴通讯正式宣布,携手Banglalink成功完成其现网6000万用户平滑割接,在孟加拉正式商用全球最大虚拟化SDM平台,开启数字化转型的新里程碑。这是当前全球最大容量的虚拟化SDM平台,将帮助Banglalink更高效地管理用户数据,增强业务可用性。

该vSDM平台采用先进的虚拟化技术,实现软硬件解耦,采用通用的

COTS硬件,按需部署,灵活弹性,节省了投资和运维成本,满足网络持续发展和5G/IoT等新业务需求,有效推动运营商向未来的数字化运营转型;通过采用大容量的多网元融合数据库解决方案,满足多网络的融合发展和大容量的用户需求。该虚拟化技术将带来更快的网速,帮助用户融入数字化世界,6000万Banglalink用户将受益于该虚拟化转型网络。

精度5m以内 北京移动携手中兴通讯验证MEC定位方案

2017年4月,北京移动携手中兴通讯在万达购物中心成功完成基于QCell室内高精度定位方案的试点验证。MEC定位创新方案通过QCell实现快速灵活的室内4G信号深度覆盖后,基于中兴通讯开放的MEC平台,在接近用户处提供本地化、低时延和高带宽的业务,同时提供开放的API接口,让丰富的第三方应用和内容进入管道,满足室内用户的多元化业务需求,实现运营商网络管道增值。

此次MEC定位创新方案部署于北京万达购物广场,数据显示90%测试区域定位精度达到5m以内,同时现场演示了精准室内导航、用户轨迹追踪等创新业务。基于MEC定位,运营商可提供顾客精准的室内导航服务,帮助他们快速寻找目的地,提升购物体验 and 效率。针对商家,运营商可根据用户热力图提供目标客户价值分析,商家可推送新品广告、流量红包、购物券来吸引高价值客户,从而实现数据变现。

中兴通讯RCS 解决方案获 IMS世界论坛大奖

近日,中兴通讯RCS(Rich Communication Suite)解决方案,荣获IMS世界论坛“Most Ambitious Solution for Rich Communications”大奖,充分展示了中兴通讯在RCS领域的创新能力与领先水平。

中兴通讯对RCS提出了“电信基础能力升级、统一入口、能力开放”的3个价值定位,从升级基础通信出发,与VoLTE部署协同进展,通过运营商电话号码的强社会关系属性,一方面扩展基础通信的服务方式,如多媒体消息、多方语音/视频通信、社交圈等;另一方面,RCS助力运营商构建通信、营销、服务三位一体的综合入口,强化社交属性,通过RCS自有的创新性功能定位,实现与OTT应用差异化和互补的通信市场服务。此外,通过按需整合、快速开放通信能力方式,融合运营商自有互联网产品,构建融合通信生态圈,如娱乐生活、智能家居、智能监控、企业OA、智慧城市等。

中兴通讯提供基于公有云部署的RCS解决方案,为欧洲、美洲、亚洲以及中国等地多家运营商的RCS运营提供支持,同时通过提供hosting解决方案,为中小运营商提供灵活的一站式服务解决方案。

长期以来,中兴通讯与GSMA、国内外运营商保持紧密协作,持续推动RCS产业链的不断发展,助力领先的运营商开展RCS试点、互联互通测试,推动标准规范的制定。在2017年6月MWC上海展期间,中兴通讯将与GSMA合作,联合举办第二届RCS产业全球高峰论坛,打造RCS产业交流平台,进一步强化全球RCS生态圈的构建。

中兴通讯全面启动 国家5G试验第二阶段工作

近日，中兴通讯携5G全系列产品全面参与中国5G国家试验第二阶段测试，多项技术方案验证取得新突破。

中国5G国家试验是全球最大的区域性5G试验测试项目，整个项目分为关键技术验证、技术方案验证、系统方案验证3个阶段。今年项目进入技术方案验证阶段，该阶段需要参与厂家在前期关键技术验证的基础上研制开发全系列5G NR（新空口）原型产品，并针对典型的5G应用场景进行功能和性能验证，为未来5G商用建网做好准备。

中兴通讯本次提供基于全新统一平台的系列5G原型产品，联合是德科技、罗德施瓦茨等多家主流测试仪表厂家全面参与4大技术（低频、高频、mMTC、uRLLC）、7大场景（连续广覆盖场景、低时延高可靠场景、低功耗大连接场景、热点高容量低/高频场景、高低频混合场景与其他混合场景）技术方案验证测试。

在5G低频原型机领域，中兴通讯本次推出全新的3.5GHz NR预商用基站，全条目通过工信部实验室射频测试。该基站射频带宽达200MHz，基站体积、重量、功耗等关键指标满足预商用建网的要求，相关怀柔外场性能测试等工作也已陆续展开。在高频领域，中兴通讯推出系列原型产品，关键技术方案、整机集成度等性能方面取得明显进展。在近期中兴通讯上海研究所预测测试中，中兴通讯展示了最新研制的26GHz高频基站，单用户峰值速率近16Gbps，另外中兴通讯



还进行了60GHz高频原型机的对比测试，表明我国在高频领域技术能力迅速提升。在mMTC（大连接）和uRLLC（低时延高可靠）领域，中兴通讯在去年技术验证平台的基础上，本次推出eMBB（增强移动宽带）共平台的原型产品，产品成熟度进一步提升。

作为中国IMT-2020推进组的核心成员，中兴通讯主动承担多项重点技术攻关和产品研制任务，牵头多项5G关键技术方向的研究与标准化推进工作。继去年率先交付完成中国5G技术研发试验第一阶段测试任务后，日前针对第二阶段5G测试的北京怀柔5G试验外场正式交付使用，试验外场具备低频、高频、mMTC和uRLLC四大技术的全场景测试条件，满足未来5G规模商用前全系列测试研究需求。

中兴通讯5G产品总经理柏钢表示：“中兴通讯将以充足的资源投入来保证试验工作的展开，致力于成为第一批提供5G商用设备的供应商。”

中兴通讯获中国移动 2017年PTN新建集中采购70%份额

近日，中国移动公布了2017年PTN设备（新建）集中采购中标结果，中兴通讯分组传送产品综合排名第一。这是中兴通讯继上次集采综合排名第一后，又一次大份额中标，进一步巩固了中兴通讯在分组传送网的领先地位。本次集采，只有两家厂商可进入供应商名单，排名第一的厂家

获得大于70%的份额，排名第二的厂家不得高于30%的份额。此次集采不仅验证了中兴通讯PTN产品及SPTN控制器在业界领先的技术优势，也体现了中国移动在技术路线选择上的前瞻性和实用性。

SDN作为未来通信网络技术发展演进的必然趋势，SPTN控制器、

集中化OMC等相关内容也被纳入了本次集采和测试要求。中兴通讯SPTN控制器凭借在SDN领域的深入研究，厚积薄发，在集采测试中表现出色，为集中智能化控制、资源高效利用、业务灵活调度、现网平滑演进提供极速、简单、开放的解决方案。



中兴通讯与中国移动研究院vBRAS方案联合 斩获“2017年度GTB基础设施创新奖”

2017年5月23日，由国际电信行业权威媒体《全球通信商业》(GTB, Global Telecoms Business)主办的2017年度GTB电信行业创新奖项结果揭晓，中国移动研究院与中兴通讯合作的vBRAS创新方案一举斩获“2017年度GTB基础设施创新奖”。双方合作的vBRAS方案基于中国移动实际需求，对设备架构进行了创新变革，并开创了产业联合研发的创新模式，是城域网边缘虚拟化一次成功的创新与实践。

当前，全球各大电信运营商纷纷进行网络重构转型，城域网边缘虚拟化成为网络改造的核心难题。作为全球领先的综合电信运营商，中国移动提出了基于转控分离的vBRAS架构的思路，联合中兴通讯等厂商

共同制定了基于转控分离架构的vBRAS技术CCSA行业标准，并统一了转控分离vBRAS相关接口，在实验室完成了技术验证测试。该项目从技术上验证了Tbit/s电信级城域网BRAS虚拟化的可行性，积累了千万级用户规模部署和运维管理的经验。同时，该项目还成功实现了以云的方式集中部署控制面，充分利用云的强计算能力，单机架可管理千万级用户。在转发面，通过采用高性能硬件来处理大带宽低时延业务，单机架转发能力高达Tbit/s。值得一提的是，中兴通讯与中国移动研究院合作攻克了Novonet架构下城域网NFV化难关，加快了新架构vBRAS技术的产业化。

中兴通讯与巴基斯坦国家电视台签约 积极推动“一带一路”建设

2017年5月14日，在一带一路高峰论坛现场，中兴通讯与巴基斯坦国家电视台签署中巴双方在数字电视领域深化合作的文件。中兴通讯执行副总裁张振辉、巴基斯坦广电部联席秘书长Zahoor Ahmad Barlas代表双方签约。中国自主知识产权的数字广播电视标准DTMB在巴基斯坦的推广，对中巴双方具有非常积极的意义。

巴基斯坦拥有2亿人口，是“一带一路”沿线重要人口大国。为实现ITU提出的在2015年实现全球电视模数转换的要求，巴基斯坦国家电视台(PTV)进入21世纪就着手评估地面波数字广播电视标准，对欧洲DVB-T、日本ISDB-T以及中国DTMB标准进行对比评估后，在中巴政府的共同推进下最终选择了中国DTMB标准。

2015年4月，国家主席习近平和巴基斯坦总理谢里夫为项目实验局成功揭牌，庆祝巴基斯坦国家电视台DTMB高清数字电视信号成功开播。中国商务部于2017年3月发标“援巴基斯坦数字电视传输示范项目”，2017年4月中兴通讯中标承建该项目。

中兴通讯在DTMB中国标准落地巴基斯坦的过程中，成功协助中央电视台两套国际节目落地巴基斯坦，加深巴基斯坦政府和人民对中国的了解，增进文化交流。同时，中国政府不仅帮助巴基斯坦政府实现从模拟电视到数字电视的升级换代，还通过帮助巴基斯坦建设联合研发测试中心，利用技术转移培养巴基斯坦数字电视专家等举措提升了巴基斯坦在数字电视领域的技术实力。

中兴通讯与 荷兰运营商KPN 荣获2017年GTB

“消费者服务创新大奖”

2017年5月23日，在国际电信行业权威媒体《全球通信商业》(GTB, Global Telecom Business)举办的2017年创新大奖颁奖典礼上，中兴通讯携手荷兰运营商KPN凭借超高清付费电视项目荣获“2017年度GTB消费者服务创新大奖”。

作为大视频端到端方案的领导者，中兴通讯一直致力于开发和创新高品质机顶盒设备，提供超高清电视服务。2015年，中兴通讯与荷兰本土排名第一的IPTV运营商KPN成为合作伙伴，提供超高清机顶盒ZXV8001及相关服务。

2016年，KPN联合中兴通讯在欧洲杯四分之一决赛正式推出了4K直播及点播业务，KPN也因此成为荷兰本土第一个超高清付费电视提供商。KPN用户感受到了高分辨率细节、高动态范围(HDR)图像的欧洲足联锦标赛和奥运会比赛观赏体验。此外，KPN的用户也可以通过新的UHD机顶盒ZXV8001在Netflix和Youtube上收看4K流媒体内容。

新款ZXV8001机顶盒支持创新的HEVC视频编码格式，这种新型视频格式将提升数据压缩比率，与上一代H.264编码格式相比，最高可节省50%的带宽，有效降低了运营商的运营支出。

NetCologne:

为德国用户提供最好的网络设施

本刊记者 刘杨

宽

带互联网接入的发展是德国数字化议程里一项重要任务。NetCologne作为德国主要的区域宽带服务提供商之一，为科隆及周边地区提供可靠的、具有前瞻性的电信服务。为了满足日益增长的高速互联网需求，NetCologne引入了G.Fast技术，以期加快自身的光纤部署。今年2月，NetCologne和中兴通讯签署了战略合作协议，在GPON和G.Fast领域进行合作。3月，双方宣布G.Fast项目进入试验局阶段。最近，NetCologne首席技术官Horst Schmitz先生接受了《中兴通讯技术（简讯）》杂志的专访。采访中，Horst Schmitz先生谈到了NetCologne的光纤宽带战略、选择G.Fast的意义，以及他对行业未来的展望。

可否请您介绍下德国的数字化议程？

早在2009年，德国联邦政府就在考虑制定国家数字化议程。政府的目标是，2018年前实现全民普及的50Mbps带宽。

在过去的数月内，担此重任的德国交通与数字基础设施部和经济与能源部分别拿出了自己的千兆战略。两大部门都认识到，未来连接无处不在，工业4.0（物联网、大数据）和智能互联（例如电子医疗、电子政务和智慧城市）方兴未艾，需求飞速增长。两大部门都积极致力于在2025年前完成千兆网络的建设。

不是每个地方都有财力部署宽带基础设施。为此，在

2015年秋，交通与数字基础设施部划拨了专项资金。在2018年底前，政府对宽带建设总投入将达到约40亿欧元。就在不久前，政府宣布投入3.5亿欧元在工业园区等地建设光纤网络。在这些地方，用户将获得1Gbps的上传和下载速度。

总之，整个德国政策层面已经意识到，要建设具有前瞻性的基础设施，必须建造光纤宽带网络。在未来的几十年内，德国需要抛弃已经过时的带宽目标，而将目光转向推广和全面部署光纤到楼/户（FTTB/H）网络，把部署光纤作为通信基础设施的基础来对待。

NetCologne宽带业务目前的情形如何？

NetCologne在互联网、电话、电视和移动通信领域都有完整的产品系列。我们一直向更高的技术标准看齐，为用户提供最好的服务。我们不断扩大高性能光纤网络布局，为城市和乡村提供100Mbps甚至更高的带宽。

在我们的业务覆盖地图上（见图1），标红的地区表示正在部署宽带网络，蓝色地区表示已有NetCologne提供的宽带连接。

今年，我们正在努力实现一个新的技术飞跃：通过G.Fast为用户提供下一代超高速连接。

除了上面提到的区域外，NetCologne也在加大部署光纤同轴电缆混合网（HFC）。通过和房产公司的合作，选

► NetCologne 首席技术官Horst Schmitz



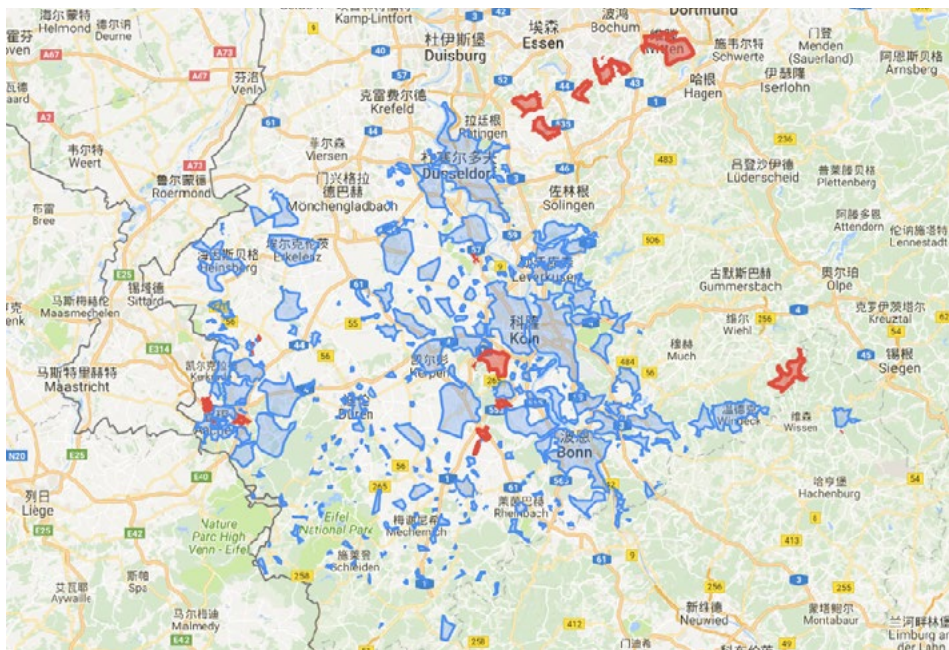


图1 NetCologne在德国的业务覆盖地图

择适合的城市部署现代光纤线缆网络（包括广播电视网），例如在科隆、杜塞尔多夫和诺伊斯。

NetCologne将采取什么战略来迎接一个全光纤的未来？

我们将在所有楼宇部署FTTB/H。在此番激烈的光纤大战中，基础设施网络将是最后一役，而我们必将赢得最后的胜利。在未来数年内，推广FTTB/H对我们至关重要。FTTH将重点针对新地区、新楼房和改造楼房。对于现有的独立住宅和公寓，很难推进FTTH。因为大多数情况下，不可能对房屋进行改造或者替换掉原有的铜线。我们的解决方案是G.Fast。

我们的策略是尽可能地缩短光纤到用户的距离。只有在这一基础上，我们才能开发出最好的产品、最佳的服务，和最优的带宽。

选择G.Fast的意义是什么？

高速带宽的需求不断增长，对我们而言，G.Fast势在必行。G.Fast解决方案基于铜线回传，可以实现网络从VDSL2向G.Fast平滑演进，把速率从100Mbps提升到千兆级。该方案充分利用了楼内现有的铜线资源，性价比非常高。

G.Fast只是我们在恰当的时间里做出的恰当的选择。长远来看，我们会部署FTTH。在短期，未来5年内，我们会通过铜线实现1Gbps的速率。但是在未来几年里，FTTH在科隆，乃至整个德国都会有较大发展。

和中兴通讯签订战略合作协议有何重要意义？您对双方未来的合作有什么期望？

我们期望在未来，通过新业务和新应用来提升业务布局。这就需要一位强大的合作伙伴。现在的竞争异常激烈，而与中兴通讯的合作可以加快我们的业务布局。通过此次战略合作，我们希望为客户提供更好的网络性能和用户体验，保持我们在科隆、波恩和亚琛地区的电信技术和业务领域的领先地位。除了部署最新的电信技术，协议还包括开拓新市场和开展联合营销传播。我们对未来的新项目充满期待。

可否请您介绍下G.Fast项目的目标和进展？

G.Fast项目的目标是为用户提供千兆宽带。我们是德国最大的FTTH网络运营商。为了向用户提供更好的性能和业务，我们必须替换掉原有的DSLAM设备，安装新的G.Fast设备。

G.Fast项目于去年启动，目前已经进入试验阶段并实现



NetCologne和中兴通讯签署战略合作协议

了首批现网连接。该技术预计今年在NetCologne网络中投入使用，在未来的几年服务26万户德国家庭。这一切的前提是所在楼宇有NetCologne的直连光纤。

哪些业务将助推超高速宽带的发展？

在我们看来，对带宽增长要求高，充当此轮超高速宽带助力器的，主要有以下这些业务：

首先是应用了先进技术的视频点播业务，例如360度摄像头、增强现实、虚拟现实，以及4K电视和高动态范围视频。

其次是广泛应用在各种企业级存储应用中的云业务，在高可用性高性能服务器上集中部署的各种创新业务，为发展人工智能应用提供了基础。

最后是游戏娱乐类虚拟现实应用，例如，用于远程医疗的可视技术和远程诊断或虚拟/在线支付应用，以及相关的商业模式创新。

宽带市场的前景如何？

我们刚刚迈入一个全新的ICT时代。在未来，宽带市场注定会朝着光纤的方向发展。大规模的、可靠的高性能宽带基础设施是我们现代社会繁荣和经济增长的主要助推器。FTTH/B宽带网络市场

不断发展，渗透不断加强，这预示着在未来，将看到新的合作模式、批发和转售商业模式的兴起。

NetCologne如何保持可持续发展？

坚持创新，同时关注成本。在德国，消费价格一直保持在较低水平。因此，我们必须性价比很高。

我们需要具有可扩展的网络，以便在短时间内引入新业务。演进周期长是我们不能承受的，我们很清楚自己是基础设施提供商，而不是亚马逊或者谷歌。我们的网络应该支持所有的功能，让我们的用户能够使用世界上最好的服务。

作为一位首席技术官，您对NetCologne有何愿景？

我的愿景是在德国，为市场、为营销部门、为我们的用户提供最好的基础设施。如今，市场瞬息万变，技术不断革新，软件日新月异。因此，在这个纷繁复杂的领域，得到一位可靠的合作伙伴的支持尤为重要。虽然我们只是区域性的网络运营商，但我们的网络质量在德国市场上排名第一。我们深信，通过把我们的技术与中兴通讯的技术结合在一起，我们必将在未来为用户提供最佳的业务。 **ZTE中兴**

携手全球主流运营商 共创5G未来

摘编自采访视频

未

来 5 G 时代是万物互联的时代。中兴通讯在 5 G

技术验证和产品开发方面领先全球，与全球顶尖运营商合作推动 5G 商业化进程。中兴通讯正与中国移动和日本软银（SoftBank）合作部署 Pre5G；与匈牙利和比利时的运营商合作，在欧洲创造了网速新纪录；与西班牙电信（Telefonica）合作，在 7 个拉美国家部署了云网络。以下摘录了这些运营商关于中兴通讯和 5G 发展的观点。

Telenet

2016 年 8 月，中兴通讯宣布与比利时最大的有线宽带业务提供商 Telenet 签署一项重要的网络改造合同。Telenet 于 2015 年收购了 KPN 的移动运营商分支 BASE。



Micha Berger,
Telenet 首席技术官

“Telenet 选择中兴通讯作为其整个网络升级和移动网络的基础设施数字化的合作伙伴。最近我们宣布，并在现场通过中兴通讯设备展示了一个速度测试，下载速度达到每秒 1.3Gbps。”

Telefonica

2016 年 6 月，中兴通讯和西班牙电信（Telefonica）签署了谅解备忘录，开发 5G 技术。此项合作加强了中兴通讯作为西班牙电信（Telefonica）战略技术合作伙伴的地位。同年 12 月，中兴通讯宣布将帮助西班牙电信（Telefonica）在拉丁美洲建设大规模虚拟 IP 多媒体子系统（vIMS）网络。



Enrique Blanco,
Telefonica 全球首席技术官

“5G 不仅仅是无线技术，5G 还意味着光传输、承载网，以及光接入等一系列技术能力。我们选择中兴通讯，因为他们会将我们带向未来。”

SoftBank

2015年7月，中兴通讯与日本软银（SoftBank）签署了谅解备忘录，在中兴通讯Pre5G技术的基础上进行合作研发，包括使用大规模多路输入多路输出（MIMO）技术。2016年，软银在日本部署了MIMO。



Hideyuki Tsukuda,
SoftBank移动网络事业部总裁

“Massive MIMO是5G技术在2.5G频段的实现，可以说是世界首例。”



Takashi Tsutsui,
SoftBank高级副总裁兼首席科学家

“尽情投入到SDMA上。我相信那对于中兴通讯来说也是伟大的未来。”

中国移动

2014年，中兴通讯与中国移动合作成功完成了世界上首次3D-MIMO（即Pre5G Massive MIMO）基站的预商用现场测试。2017年2月，高通、中兴通讯和中国移动宣布合作开展基于3.5 GHz频段的5G新空口（NR）试验，加速中国的5G规模部署。



刘光毅，
中国移动研究院无线
与终端所首席技术官

“对于5G，我们的目标是使所有事情在2020年前准备就绪。我们和中兴通讯合作多年，我们期待中兴通讯对5G承诺更多。”

和记奥地利

2016年初，中兴通讯与和记奥地利（Hutchison Drei Austria GmbH）签署Pre5G谅解备忘录，双方将在欧洲建设首个Pre5G试验局。2016年12月，奥地利和记与中兴通讯在欧洲成功完成了首次Massive MIMO测试。



Matthias Baldermann,
和记奥地利首席技术官

“我认为我们是合作伙伴，这点很关键。我们很感激中兴通讯这个合作伙伴。中兴通讯是一个灵活、支持性很强的合作伙伴，一直在寻求服务双方的解决方案。” 

向际鹰： 空分复用是实现5G的关键

本刊特约记者 郑虹

频

频谱是无线通信最为宝贵的资源，无线技术发展至今，频谱利用率已经遇到技术瓶颈。面对流量飞速增长的现状，如何解决频谱利用率紧张的难题，成为向5G演进的关键问题。就如何解决4G向5G演进路上的技术难题这个话题，本刊采访了中兴通讯首席科学家向际鹰博士。

5G前景广阔，但目前大量优秀频谱被2G/3G/4G占用，频谱资源将成为5G演进的主要问题。如何解决频谱资源稀缺的问题呢？

是的，无线通信最为宝贵的就是频谱资源，5G的带宽需求更大，频谱资源问题也显得更为迫切。低频的频谱路

损较小，覆盖较好，多数运营商愿意首选低频来实现大范围覆盖。但优质的低频频谱几乎都已经分配殆尽。

为了解决频谱问题，业界普遍的看法是，提升频谱效率是关键，也就是挖潜，看看有什么样的技术能够使频谱效率进一步提升。由于3G、4G通信系统已经工作于噪声极限和单链路香农极限，理论上不存在大幅提升的可能性。空分复用技术是唯一能够实现频谱效率数倍提升的技术。因为它可以使系统在同一时间、同一频段、同一宏观物理空间上进行多路通信而且互不干扰，让有限的频谱资源得到最大化的利用。

3G的码分多址技术，也能够实现“同时、同频、同空间”的多路通信，但是码分多址采用正交码区分用户，多个正交码之间形成一个自干扰系统，为了满足正交条件，所有用户都必须降低传输速率，理论上如果N个用户同时通信，则每个用户最多用1/N的速率通信，因此码分多址不能提



2013年，中兴通讯开始研究空分复用技术，是最早从事空分复用技术研发的公司。如今，中兴通讯成功将该技术应用到TDD和FDD网络中，并且逐渐将自己的先发优势发展成了全面优势。

——中兴通讯首席科学家 向际鹰



升极限频谱效率，其理论极限与时分复用是一样的。而空分复用在多个用户同时通信的情况下，各个用户不需要降低速率，这样就成倍提升了频谱效率。

按照国际通信组织与各国政府机构的规划，5G通信技术将在2020年左右正式实现商用，在5G到来之前，面对流量飞速增长的需求，在4G现网中提升频谱利用率是关键。空分复用技术如何解决网络演进中面临的这个难题呢？

形象地讲，通信技术的升级换代本质上类似于要提升高速公路（即通信管道）的流量——即单位时间内通过更多的车辆（数据）。想要做到这一点有几种方法：一是对高速公路进行扩建，例如将2车道的高速公路扩建成8车道，或是将原来2车道的高速公路修建成上下2层的立体车道。将这个例子对应到通信领域，扩建就相当于重新部署新设备、铺设新网络，成本极高。二是修改汽车，让汽车变小，或是将汽车

的最高时速提高，从而让单位时间内能够通过更多的汽车。对应到通信领域，该办法对应的是修改手机终端，让手机能够接受更多的数据。但由于现有的4G手机终端的基本架构已经成型，很难去大改，因此这种方案也不可行。与此同时，一部手机会使用多年，且5G标准与配套的手机芯片都还没有面世，这种办法也不可行。

空分复用技术是唯一能够实现频谱效率数倍提升的技术。空分复用技术，即通过自适应天线阵列将空间分割，在不同的方向上形成不同的波束，每个波束可提供一一个无其他用户干扰的唯一信道，进而让同一频段在不同的空间内得以重复利用。这就像是在高速公路上看到其他的车，并且很多车在同一条车道上，但是对方就像空气一样，互不影响。也就是在不扩建高速公路（通信网络），也不修改汽车（移动终端）的情况下提升流量。

2013年，中兴通讯开始研究空分复用技术，是最早从事空分复用技术研发的公司。如今，中兴通讯成功将该技术应用到TDD和FDD网络中，并且逐渐将自己的先发优势发展成了全面优势。

Massive MIMO作为空分复用技术的一种，被中兴通讯率先引入到Pre5G和5G的关键技术中。Pre5G从2014年提出，到目前的进展如何？

Pre5G的特点在于，通过对基站侧的大量优化，用户无需更换终端即可提前享受到准5G的使用体验，提升了运营商的网络竞争力。对运营商来说，Pre5G在基站侧完全可以平滑升级到5G，不会浪费投资。

利用在空分技术方面的领先优势，中兴通讯相继研发了TDD Massive MIMO和FDD Massive MIMO，并努力推动商用。

2015年，基于TDD的Pre5G Massive MIMO完成产品开发和外场测试，推出的商用产品也被多家知名运营商选择，开始商用测试和部署。2016年2月24日，在西班牙巴塞罗那举行的2016世界移动通信大会上，中兴通讯凭借Pre5G Massive MIMO荣获全球移动大奖“最佳移动技术突破奖”和“CTO 选择奖”。目前，中兴通讯的Pre5G已经在全球30个国家超过40家运营商商用。最早商用该方案的软银CEO孙正义在今年2月举行的GTI大会上表示：“选择TD-LTE使我们大获成功。”他还指出Massive MIMO是TD-LTE向5G演进的重要内涵。

2016年底，中兴通讯在业界率先宣布推出FDD Massive MIMO样机。

为什么说将Massive MIMO成功引入FDD，是一项重大的突破？

全球约85%的运营商移动网络都是FDD制式，但FDD做多天线空分面临巨大的困难。对于FDD-LTE制式来说，由于上下行采用不同频谱，信道不具备互易性，也就是说，在上行看到的信号变化，和下行看到的不一致，上下行相位有一个随机变化。因此传统观点认为FDD必须用手机主动测量基站的下行信号，再通过消息汇报给基站，基站才能做闭环的MIMO。

而Massive MIMO基站有几十根天线，那么基站将这么多天线信息告知手机，手机再测量后上报，按现在4G的机制，已经需要占据100%以上的资源了，所以对于FDD，如何引入massive MIMO成为核心挑战之一。

基于在TDD Massive MIMO上的深厚积累，中兴通讯经过近1年的努力，攻克大量技术难关，创新研发出基于FDD制式的专利信道算法，依托自研基带处理芯片强大的处理能力，通过软件算法的突破与硬件能力的提升，成功实现了Massive MIMO技术在FDD-LTE网络中的应用，为全球数百家FDD运营商构筑了一条通向5G的坦途，为现有4G网络提供了新的演进路径和发展空间，其价值与意义难以估量。

中兴通讯在空分复用上的技术积累，已经在Pre5G上得到了应用价值的体现，对于未来5G的应用价值是怎样的？

5G尽管还没有确定最终标准，大致方向已定，高低频组合和逐步商用的方式得到业界普遍认可。低频段只能用空分复用技术提升频谱效率，高频段的覆盖范围小，也要利用空分复用技术提升覆盖，这实际上用的是一种空分复用的退化版本。所以对5G来说，无论是低频还是高频，都极大依赖于空分复用技术。

中兴通讯Massive MIMO等5G关键技术在于在现有移动网络类5G场景中的提前应用，领先业界获取了大量实际网络场景中的商用经验和实测数据，可以提前解决商用过程中遇到的技术和应用问题，极大地加速5G核心技术的成熟和完善，有效缩短产品验证和规模商用的周期。在此过程中，中兴通讯已申请了几百个技术专利，同时也结合实际场景中的大量数据，为标准组织贡献了许多更具价值的提案。Pre5G一方面使4G网络受益、现有用户受益，另一方面为未来5G提供商用参考，从而真正构建4G通往5G的桥梁。中兴通讯基于Pre5G Massive MIMO技术规模商用带来的先发优势，将在5G上保持有利地位。 ZTE中兴



5G网络的引入与方案分析

王加奕 中兴通讯5G方案总工



从第一代模拟无线通信网络开始商用以来，无线通信网络的换代周期大致是10年。目前的第4代无线通信技术4G LTE网络的规模商业部署从2010年开始，遵循这个大致的规律，2020年将会是第一轮5G网络的规模部署时点，即推出以移动业务为主的商用服务。

5G网络部署的大致时间点为2020年，在业界已经形成了一个基本共识。对于运营商来说，面临着一个具体又非常重要的问题：如何考虑5G网络的引入，并且兼顾与4G的融合，最后实现长远的5G网络的目标架构？

本文首先分析了运营商部署5G网络需要考虑的要素，同时分析3GPP正在讨论规划的几种选项，最后结合几种演进场景阐述5G网络的引入以及与4G网络融合演进的一些可能。

运营商部署5G网络的考虑要素

首先，不同的市场形态（如经济的活跃与竞争程度）、不同运营商在竞争中的地位等因素决定了运营商的5G战略、

投资，进而影响到其5G网络的部署规划。在经济发达、经济活跃度高的市场中的运营商，特别是其中占主导的运营商，5G投资力度相对比较大，网络部署相对比较主动。这就直接影响到运营商5G网络部署的时间点和部署节奏的考虑。比如NGC（NextGen Core，5G核心网），有的运营商在5G部署初期就直接引入NGC，有的运营商可能在引入NR（New Radio，5G接入网）之后，再引入NGC。又如eLTE，有的运营商会将LTE尽量同时升级到eLTE，有的运营商则是将LTE逐步分阶段升级到eLTE。

其次，运营商出于不同的战略和业务发展需要，也有不同的使用场景（Use Cases）的诉求：有的会以初期eMBB（增强移动宽带）为主导引入，后续逐渐加入、加强mMTC（大规模物联网）和uRLLC（低时延高可靠连接）；有的运营商则会为了拓展更广阔的客户资源，开拓政企业务、IoT业务，而考虑5G初期一起引入eMBB、mMTC和uRLLC。

除了战略与商业的考虑之外，运营商的现网状况和未来技术规划也对5G网络的引入有很大影响。例如，网络虚拟化的进展也影响到运营商5G部署的选择：虚

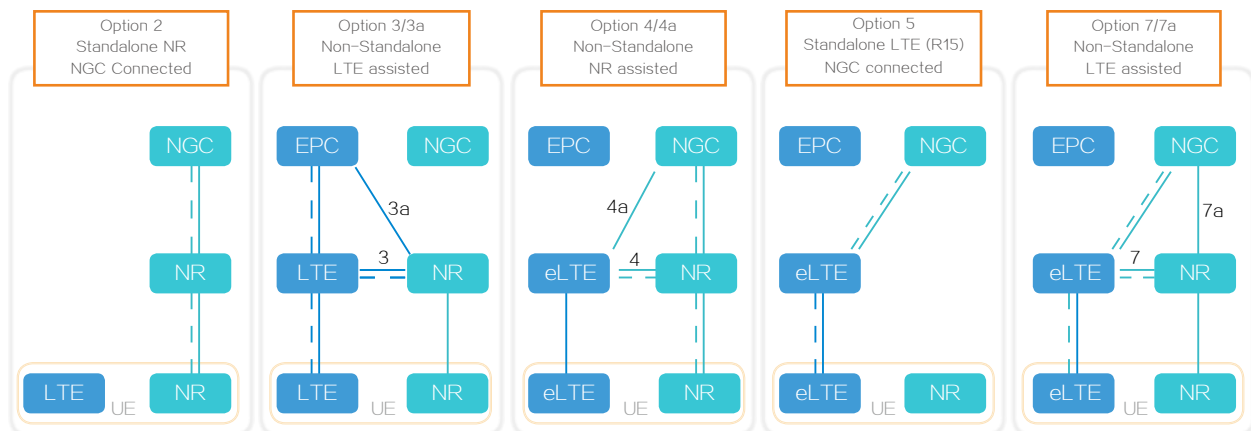


图1 TR 38.801无线接入架构与接口的5G演进Options

拟化程度领先的运营商，对于架构中选项（Options）的数目和演进步骤较多的情况相对更容易接受；因为硬件通用，很多情况下这些演进只是软件升级。相反，虚拟化步调不是很快的运营商，则希望选项的数目尽量少一些、尽量简化网络演进的步骤；这样，可以尽量减小演进对于现网带来的影响，特别是需要硬件更换的演进升级。

运营商所拥有的频谱资源的丰富性，包括5G低频（Sub-6GHz）和高频毫米波，也是一个重要因素。若运营商拥有较丰富、优质的Sub-6GHz作为覆盖，同时又有高频来增强容量，那么SA（Standalone，独立组网）的可能性相对较大。反之，则NSA（Non-Standalone，非独立组网）可能性较大。另外，不同运营商对于Sub-6GHz的覆盖能力的考虑、评估和需求也不尽相同（特别是上行UL），这也影响到运营商对于SA或NSA的选择。

同时，还有很多其他的因素，包括终端、站点站址的选择、传输资源、NGC与EPC的关系和演进、漫游等，尤其是标准的制定冻结时间点以及相关的产品的设计的时间点，都会影响到网络部署与演进方案的选择。

3GPP 5G架构的几种选项

3GPP关于5G架构的选择和演进的标准目前还在制定中。2016年6月的RP-161266 5G Architecture Options（5G架构选项），共列举了Option 1、Option 2、Option 3/3a、

Option 4/4a、Option 5、Option 6、Option 7/7a、Option 8/8a多种可能。

在随后2017年3月发布的TR 38.801 Radio Access Architecture and Interfaces（无线接入架构与接口）（Version 14.0.0）中，优选了（并同时增加了2个子选项3x和7x）Option 2、Option 3/3a/3x、Option 4/4a、Option 5、Option 7/7a/7x，做进一步考虑（见图1）。需要注意，TR 38.801并没有完全否决 Option 6和Option 8/8a（具体见下文分析）。

SA 5G独立组网模式：Option 2方案

Option 2（见图2）本身即是5G网络成熟阶段的目标架构。对于拥有较丰富、优质的Sub-6GHz频谱资源作为覆

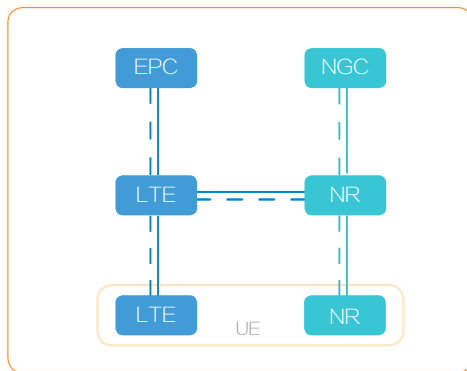


图2 SA 5G独立组网模式

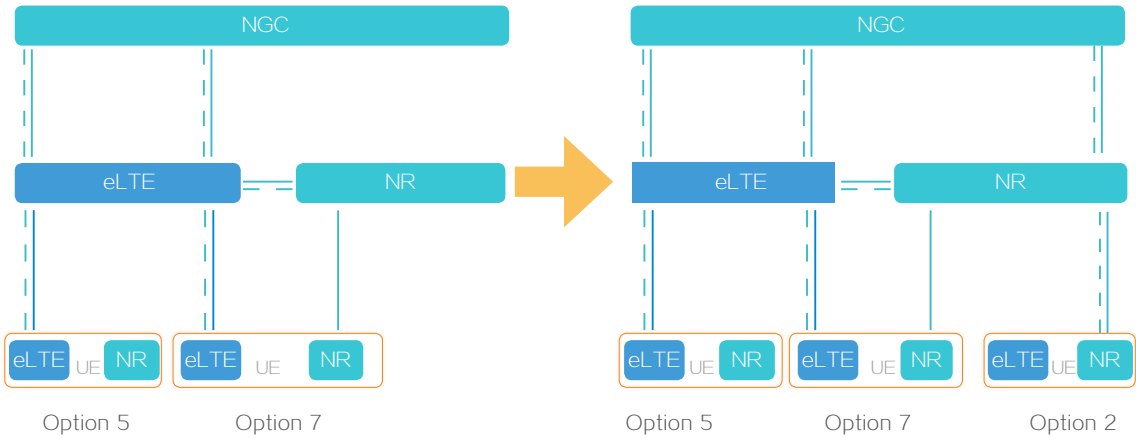


图3 NSA 首先引入Option 5和Option7；再向Option 2演进方案

盖，同时又有足够的高频频谱资源来增强容量的运营商，选择Option 2独立组网是一个比较好的选择。这也是中国移动推荐的5G组网方式之一。同时，Option 2也为未来一些特定市场中拥有5G频段，但是没有2G/3G/4G频谱和执照的运营商提供了一个5G单独组网的可能。但对于LTE频谱丰富（特别是FDD）的运营商，则可能会思考如何尽可能利用好FDD频谱，使其与5G的网络更好地协同、融合，来发挥作用，这种情况下，Option 2则不一定是运营商的首选考虑。

NSA非独立组网方式：首先引入Option 5和

Option7，再向Option 2演进

这种方式（见图3）充分利用现有LTE的覆盖，同时逐步升级LTE到eLTE以保持较好的覆盖。与此同时，第一步就引入NGC，目的也是为加快部署一些不能为当前EPC所支持的新业务，如URLLC、mMTC。意大利电信倾向于支持此种演进方式。

NSA非独立组网方式+SA独立组网方式：同时引入NSA Option 7和SA Option 2，再引入Option 4的演进方案

这种方案（见图4）的考虑类似于上一方案，但是

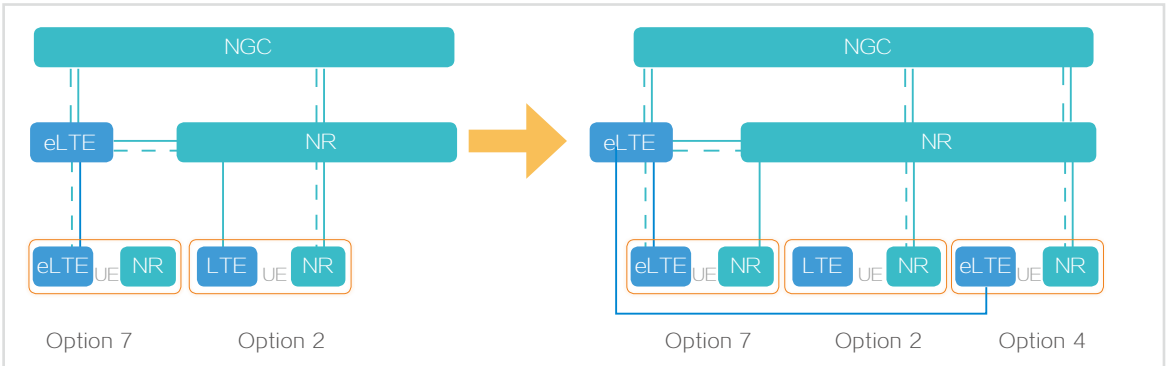


图4 同时引入NSA Option 7和SA Option 2，再引入Option 4的演进方案

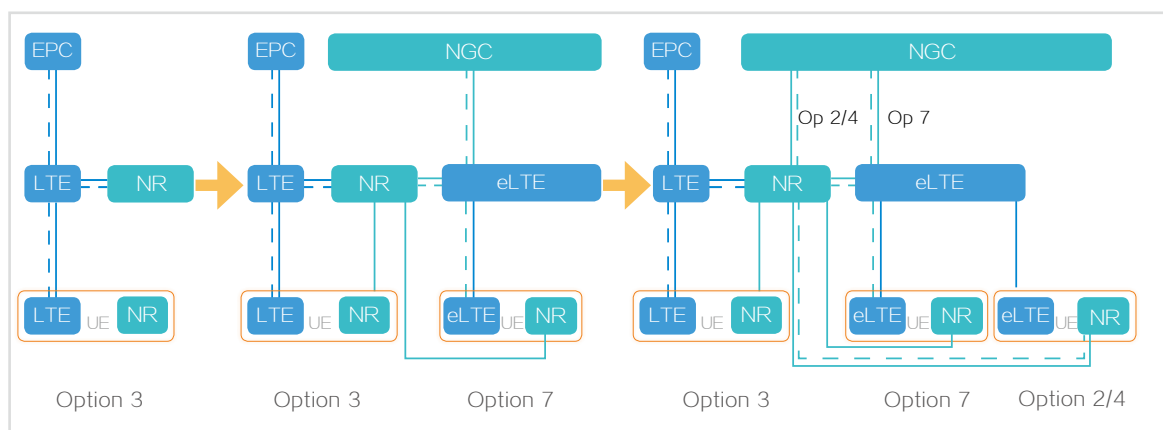


图5 多步骤NSA：Option 3到Option 7，再到Option 2/4的演进方案

在引入阶段的投资、部署规模都较上一种方案大。本方案的另外一种演进路径是略过Option 4，从Option 7+Option 2最终直接演进到Option 2。中国电信倾向于选择此种方案。

NSA非独立组网方式（多步骤演进）： Option 3到Option 7，再到Option 2/4的演进方案

AT&T是此方案的提出者。此方案（见图5）与如上几种方案的主要不同点在于：

- 没有在第一阶段引入NGC，主要出于尽快部署5G NR的目的，同时对于NGC在初期能够提供多于EPC的业务保持保守的态度；
- 演进步骤较多：这对于虚拟化部署比较领先的运营商（比如AT&T）可能影响不是很大（因为硬件通用，很多只是软件升级）；但是很多运营商可能会对此种演进步骤过多的方案，持一定的保留态度。

其他方案

前面所提到的Option 6和Option 8/8a（主要是NR与EPC连接），尽管没有在TR 38.801（Version 14.0.0）中优

选，但是，还是有运营商（比如NTT DoCoMo）支持该方案：主要出发点在于对NGC在初期是否能够提供多于EPC的业务持保守的态度；同时认为NGC与EPC的演进关系有待确定，EPC可能还会长期存在并演进。

小结

5G引入的选项有多种（至少是Option 2/3/4/5/7），再加上演进步骤的不同，实际有参考意义的方案可能还不止于上面所述的几种；同时，再加上前面所述的多种不确定因素的影响，截止目前并没有一个明确的定论。

但是，参考多种方案和这些方案考虑的出发点，我们目前可以尝试得出一些初步的结论：

- 大的演进方案可能分为两类：独立组网的SA Option 2和非独立组网的NSA Options。
- 非独立组网NSA，根据不同运营商的需求，可能包含几种演进方案供选择；其中，Option 3会是一个运营商比较关注的选项之一。
- 最后，不排除部分运营商有可能因为自身特定场景需求和现网部署的要求，而采取以基准方案为主、同时嵌入一些特定部署步骤的方案。 ZTE中兴

5G之路，自信前行



刘守文
中兴通讯
无线品牌总监

19

为物联网而生的5G，被誉为驱动互联网第二次腾飞的关键引擎，其市场应用空间也更加广阔。当前5G研究日趋成熟，标准呼之欲出，商用在即的5G成为通信业毫无争议的焦点。作为全球领先的通信设备和解决方案提供商，中兴通讯一直致力于技术创新，将5G发展作为未来核心战略，在技术标准、商用实践、产业合作各方面持续领先。

倡导标准统一合作

基于移动性、互联互通、电信级运营的苛刻要求，2G/3G/4G时代的无线技术不断推陈出新，行业标准不断更新迭代，引领市场需求和技术演进。这种在全球范围内的有组织、专业化、有统一规划和行动目标的技术标准化过程，在人类各行业中可算独树一帜。而移动通信标准的开放和兼容的两

面性，既引导全球无线通信市场的繁荣，也势必带来不同利益和势力的角逐、竞合。

新兴物联网的应用场景和通信类型，远远成倍地多于人与人之间的通信模式，整个产业链极度扩展，参与的组织和企业也远远多于4G时代，5G面向更大的物联网蛋糕，技术标准制定的复杂程度也远胜以前。

在5G标准化过程中，中兴通讯率先振臂高呼，支持全球统一的5G技术标准，倡导产业团结合作，反对5G标准碎片化。2017年初巴塞罗那世界移动通信大会上，中兴通讯副总裁张建国再次指出，中兴通讯不惧怕竞争，有序的竞争有利于产业发展。中兴通讯积极参与5G标准化工作，通过自己的创新和实践，提交了大量有中兴通讯特色的标签技术。“5G标准在业界一旦达成共识，谁提的技术已不再重要，重要的是最终大家都按一个标准去执行。中兴通讯也一定会全力支持统一的标准，支持不同厂家系统实现互联互通和互操作。”张建国强调。

5G技术4G化

5G全球统一标准，涉及物联网应用的三大场景、多种无线口空的技术实现，其中每个场景所涉及的频段、调制、编码、滤波、帧结构等关键技术纷繁复杂，牵一发而动全身。

中兴通讯一方面坚决支持3GPP全球统一5G标准，与产业上下游同仁密切合作。另一方面，面对4G网络发展中带宽日益不足，5G还不能马上商用的局面，中兴通讯另辟蹊径，潜心研究和探索，于2014年6月全球首创Pre5G创新理念。Pre5G将部分5G关键技术提前在4G网络商用，提前解决网容量不足的问题，降低5G技术规模商用的门槛，并为未来的5G网络演进做好准备。“5G技术4G化”，蕴含着中兴通讯在技术创新和实践中独有的东方智慧。

中兴通讯基于30年电信行业稳健经营的基因，面对业界各种5G发展观点，有着自己独特的考量。中兴通讯首席科学家向际鹰博士曾坦言：“中兴通讯的5G之路，既不激进，也不保守。”作为5G关键技术之一，Massive MIMO在提升频率效率和空口数据带宽上起到至关重要的作用。中兴通讯首先从Massive MIMO技术入手，凭借自身的技术积累和创新能力，经过2年多的创新探索和商用实践，得到行业的广泛认可，证明这是一条可以复制的成功道路，引领了5G行业发展方向。目前各主要电信设备商纷纷跟进，越来越多的运营商开始测试和部署。

有了TDD Massive MIMO规模商用的经验和信心，中兴通讯再接再厉，用了不到1年的时间，又一次攻克了业界公认的技术天堑——率先实现基于FDD的Massive MIMO可商用产品，2016年12月在中国联通完成全球首个FDD Massive MIMO商用外场测试。全球占比超过85%的FDD LTE运营商，在未来网络演进的道路，从此海阔天空。

2016年底日内瓦举行的ITU-R WP5D#25会议上，中兴通讯提出的“基于数字地图的混合信道模型”获得ITU国际电联认可，成为全球IMT2020（5G）和3GPP技术评估参考信道模型。信道模型是物理层设计和技术评估的基础，直接验证未来5G新空口技术评估。可见中兴通讯在信道模型等基础研究工作上积累深厚，未来可期。

厚积薄发，一鸣惊人

Massive MIMO在中国移动、日本软银等高端市场规模部署过程中，中兴通讯领先业界解决了Massive MIMO技术在商用过程中遇到的技术问题，获取了大量实际移动网络中5G应用场景的商用经验，为后续5G商用部署提供珍贵数据参考，极大地加速5G核心技术的成熟和完善，有效缩短5G产品验证和规模商用的周期。

中兴通讯无线研发中心主任邱刚透露，在Pre5G MM规模部署过程中，已申请了几百个技术专利，为3GPP和ITU提供了许多高价值的真实场景的实测数据和信道参数，贡献了大量更具价值的提案。中兴通讯基于5G关键技术规模商用带来的先发优势，将在5G上保持有利地位。

中兴通讯多年在5G领域的韬光养晦，小步快走，终于在2017年2月巴塞罗那举行的世界无线大会上集中爆发：第一家推出基于FDD的Massive MIMO商用基站，第一家推出5G高低频全系列预商用产品，5G高频系统现场实测吞吐量创行业新高，与Intel签署战略合作并联合展示新一代无线网络架构，与高通战略合作共同开展5G外场IoT测试……

紧接着，2017年3月，最新一次3GPP RAN工作组全会确定了5G各标准版本的主编，5G正式步入标准制定阶段。与10年前4G标准制定中的边缘角色相比，现在的中兴通讯在5G标准制定过程中更加自信，以新秀姿态荣登两个核心协议的主编席位，上升态势明显。

中国5G试验由国家主导，由IMT-2020（5G）推进组组织，旨在联合行业核心力量，推进全球统一5G国际标准与产业发展。2016年中兴通讯以“领先完成、通过率100%”的优异成绩，通过国家5G试验第一阶段测试，测试内容全面，标签技术性能优异，获得了IMT-2020（5G）推进组和业界伙伴的一致肯定。2017年，中兴通讯继续参与中国5G国家试验二阶段测试，并和中国移动、日本软银、西班牙电信等高端运营商联合进行5G预商用测试，检验产品商用能力，加速产品商用成熟，为即将到来的5G商用部署做好准备。

5G路上，中兴通讯以其独特的技术创新优势，稳健经营，自信前行！ ZTE中兴

统一、灵活、可配置的 5G新空口



魏涛
中兴通讯
5G方案经理

5G需要新空口

5G是全球移动通信行业和ICT生态系统的下一个创新前沿, 5G将会极大地扩展并增强移动互联网的应用领域, 并支撑未来丰富的IoT应用。

从技术特性看, 5G相比3G/4G具有速度更快、时延更低、可靠性更高、支持大连接能力更强、备选频谱更广泛、业务模式更多样化、部署形态更丰富、网络架构更加弹性化等显著优势。

从应用场景看, 3G/4G更多的是满足语音以及数据业务需求, 5G则聚焦于增强移动宽带、海量连接物联网、垂直行业应用等领域, 相比3G/4G更能体现IT和CT的深度融合, 是实现未来世界“万物互联”的关键载体。

5G的前沿应用将促使系统能力相比3G/4G有大幅提升, 比较有代表性的几个技术特征是: 1ms的超低时延、10Gbps及以上的超大吞吐量、百万级的超大规模接入能力。

而系统能力的提升必然与挑战相生相伴。5G可用低频频谱资源十分紧张, 为突破频谱资源的限制, 5G将会在高温频谱应用方面进行拓展。5G系统支持的业务更加多样化, 系统部署形态更加丰富, 为此5G系统需要灵活地支持低频和高频部署及高低频混合组网部署, 同时5G系统也需要灵活支持超大容量、超大规模、超低时延的应用。

基于在5G领域雄厚的研究积累, 中兴通讯在2017年巴塞罗那世界移动通信大会上发布了业界最小的基于3.5GHz和28GHz的5G NR新空口AAU产品。

因此, 5G系统需要进行灵活的空口和网络架构设计。中兴通讯经过长期深入的研究和探索, 系统性提出构建统一、灵活、可配置的空口和网络架构, 本文主要探讨空口技术。

5G新空口关键特性

空口包括物理层、链路层和网络层, 最重要的是物理层。2G/3G/4G主要的区别就在于空中接口的物理层,

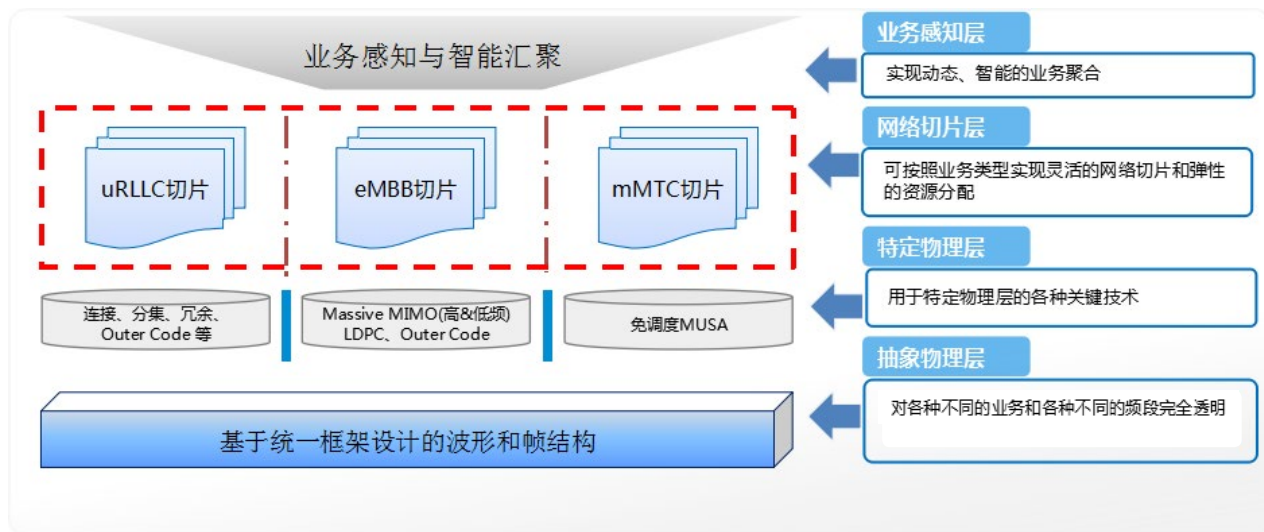


图1 中兴通讯UAI统一空口架构

物理层涉及各种技术（包括波形、调制、编码、双工、天线、接入等），实现复杂度也更高。因此，空口物理层技术的发展是移动通信系统发展的标志。

相比3G/4G空口，5G空口我们通常称之为5G新空口，亦称5G NR（5G New Radio Access Technology）。3GPP已启动了5G新空口的研究项目，旨在制定一个基于OFDM的全新5G无线空口标准。

如图1，一种比较好的面向5G的空口设计包含3层结构，底层引入抽象物理层，采用统一框架设计的波形和帧结构，灵活适配多种业务和全频段部署的要求，对不同的业务和频段完全透明；中间层可按照业务类型实现灵活的网络切片和弹性的资源分配；顶层引入业务感知功能，并实现动态、智能的业务聚合。

5G通过新空口技术将连接一切——不论是智能手机还是汽车，甚至整座城市的基础设施都将通过5G NR实现互联互通。除了充当一个统一的连接框架外，5G NR还将网络的数据速度、容量、时延、可靠性、效率和覆盖能力都提升到全新水平，并将充分利用每一比特的可用频谱资源。

根据国际电联ITU提出的5G愿景，5G未来将会面向三大场景提供必要支持：eMBB（增强移动宽带）、

mMTC（大规模物联网）、uRLLC（低时延高可靠连接）。5G NR将会契合5G三大场景的技术需求，通过大规模天线技术Massive MIMO、自包含帧结构、基于OFDM的可扩展波形技术、基于低时延的时隙结构以及先进的编码与调制方案等新技术和新设计，完美应对5G挑战。

- 5G NR中的Massive MIMO技术相比Pre5G更加灵活，充分考虑前向兼容性，各种传输机制之间可快速切换及兼顾高低频统一设计。
- 5G NR的自包含子帧Self-contained设计，在相同子帧内包含上下行传输，实现数据传输和解码确认，从而实现更低延迟。Self-contained的子帧设计亦支持前向兼容性、自适应UL / DL配置，适配大规模天线技术。
- 5G NR将会基于OFDM波形技术，在40GHz频段以下的eMBB和uRLLC场景下行采用CP-OFDM波形，上行以CP-OFDM为主，DFT-S-OFDM波形为补充。研究表明，上行链路支持DFT-S-OFDM和CP-OFDM具有互补优势，基于场景自适应切换对于DFT-S OFDM的链路预算和MIMO空间复用都有好处，同时5G NR



中兴通讯在MWC2017上展出5G高低频系列化设备

子载波间隔为15~480kHz, 具备灵活可扩展特性。

- 为支持高可靠低时延业务, 5G NR将考虑超短帧设计, 方法一是减少slot中的OFDM数量, 设计新的mini-slot, 比如2个OFDM符号, 方法二是使用更大的子载波间隔, 比如30/60kHz。
- 支持任意码长和码率, 支持有限循环缓存速率匹配的5G新型LDPC编码。

5G新空口, 向商用迈进

基于在5G领域雄厚的研究积累, 中兴通讯在2017年巴塞罗那世界移动通信大会(MWC)上发布了业界最小的基于3.5GHz和28GHz的5G NR新空口AAU(有源天线射频单元)产品。产品支持最新的5G NR能力, 并且具备面向R15完整版新空口标准的软件升级演进能力, 高低频混合组网将为运营商在网络覆盖和承载能力上提供巨大支持。

5G NR基站可将5G波束赋型技术、大规模MIMO等创新技术应用在网络中, 这些功能在增强用户体验的同时, 提高网络容量, 扩展网络覆盖范围, 并大幅减少网络干扰, 提供“洁净”网络。

今年2月, 中兴通讯与高通公司子公司及中国移动联合宣布, 计划合作开展基于5G新空口规范的互操作性测试和OTA外场试验。

试验将基于中国移动的5G指导建议, 使用基于高通技术的终端原型和中兴通讯的基站解决方案, 模拟真实场景并支持广泛的5G NR用例和场景部署。试验将使用多项先进的3GPP 5G NR技术, 包括大规模多输入多输出(MIMO)天线技术、自适应独立TDD、多项波束技术、基于OFDM的波形等。这些技术将满足新兴的AR、VR、云计算等业务的数据连接需求, 也满足一些低延迟服务的使用, 如无人驾驶汽车、无人驾驶飞机等。

该试验将基于3.5GHz频段展开, 旨在推动无线生态系统实现5G NR技术的大规模快速验证和商用, 使符合3GPP Rel-15标准的5G NR基础设施和终端能够到位, 用以支持商用网络的及时部署。上述互操作性测试和试验将在2017年下半年在中国启动。

5G新空口已经逐步实现从理论研究到产品商用的过渡, 这也标志着5G离商用越来越近, 让我们共同期待未来万物互联的新时代。

ZTE中兴

面向服务的5G云原生核心网



牛娇红
中兴通讯
NFV云平台产品规划经理

运营商5G核心网面临的挑战

5G时代新的通信需求对现有网络在技术上和商业模式上提出了种种挑战，这些新的需求需要下一代移动网络来满足。5G时代主要移动网络业务包括三大场景：eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（低时延高可靠）和mMTC（大连接低功耗）。eMBB聚焦对带宽极高要求的业务，如4K高清视频、虚拟现实和增强现实等，满足人们对数字化生活的需求；uRLLC聚焦高可靠、低时延的业务，如自动驾驶、远程控制等，满足人们对数字化工业的需求；mMTC则是海量的机器通信，满足物联网工业自动化的通信需求。这些新业务对5G核心网提出了新的挑战。

● 构建云化的基础设施平台

5G架构引入了NFV和SDN，不再采用传统的网络建设复杂度非常高的“烟囱”架构。如何搭建满足5G业务需求的云化数据中心，构建以统一物理基础设施为基础、提供池化物理资源和虚拟化、容器化资源的云化数据中心，实现资源的最大共享，是运营商面临的一大挑战。

● 网络业务的按需提供

5G系统需要满足多种业务场景，在同一个物理设施上提供逻辑分离的网络是5G系统的一大需求。其采用切片技术实现在统一的物理设施上提供多种不同的业务类型，降低运营商的建网成本。

● 业务和平台能力开放

5G网络提供了多种业务能力和平台能力，如何实现电信能力开放，快速支持业务创新，减少业务上市时间，也

是运营商面临的一大挑战。

● 自动化智能的网络运维

5G网络需要智能的自动化网络运维能力，能够自动编排、生成、维护和终止网络业务，降低运营商的运维成本。因此，智能高效敏捷的网络运维也是运营商面临的一大挑战。

面向服务的5G云原生解决方案架构

中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案采用灵活的模块化架构，系统高可扩展并支持可编程和自动化。中兴5G Core基于云环境，具备高可扩展性；引入SDN更灵活的网络资源调度方式，实现了动态的网络资源编排。

中兴通讯5G云原生解决方案满足5G的全接入及全业务的需求，不仅为各类运营商新业务提供灵活、高速和高效的连接服务，还能满足垂直行业IoT大规模及个性化按需定制服务。

中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案架构如图1所示。

5G云原生解决方案包含四大部分：NG core Network、MISO-OS、Cloud Platform、VIM。

NG core Network的网络功能采用云原生架构，网络功能采用微服务架构开发，网络功能的组件可以独立升级和扩展；网络功能可以以容器的方式提供，具备更高的可用性。

NG core Network的网络功能基于控制面和转发面分离。控制面基于service的架构模型，其并未采用预定义的接口，而是引入了NRF（NF Repository Function），实现了控制面网络功能的自动发现，这种基于SOA（Service Oriented

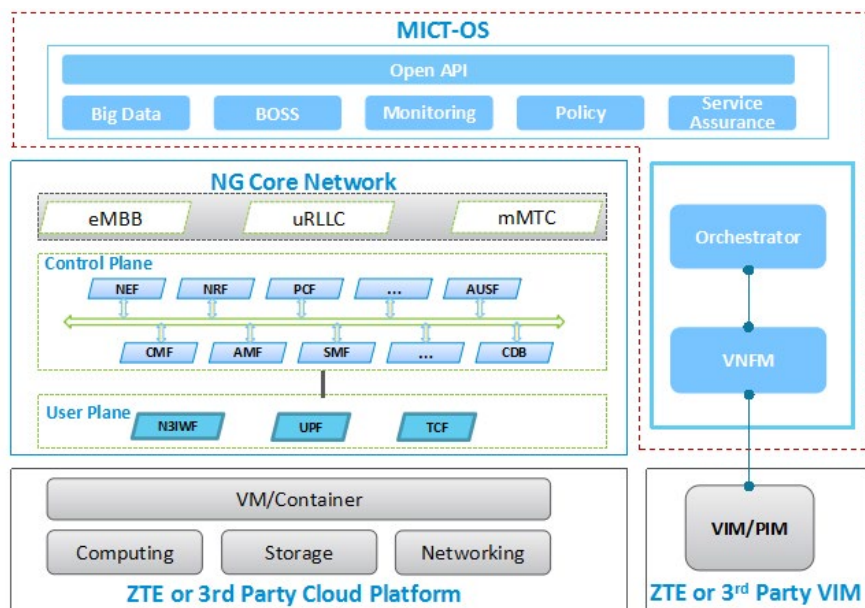


图1 中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案架构

Architecture) 的架构可以缩短新业务的上线时间及实现更加灵活的系统升级。

MICT-OS包括两大部分，一部分是网络功能的生命周期管理和网络服务/网络切片的生命周期管理和业务及资源编排管理功能，实现具备业务保障的切片；另一部分是能力开放平台，将网络能力及平台能力开放给运营商及第三方。

Cloud Platform是云基础设施，其为上层应用提供虚拟机、容器及裸机的资源池，可以实现软件定义的网络、计算和存储。

VIM（基础设施管理）是主要负责对网络功能虚拟化基础设施NFVI的计算资源、存储资源以及网络资源进行控制与管理的功能模块。5G的云基础设施管理平台可以提供虚拟机、容器和裸机及异构的混合资源管理，其与上层应用完全解耦。

5G云原生方案，面向5G新业务模式

中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案，帮助电信运营商开拓5G新的业务和商业模式。

- 面向5G的云原生架构，灵活组件化满足多业务需求。vCN核心网采用NFV云原生架构，打破网元边界，所有功能拆分成细粒度微服务组件，可根据需要积木式快速搭建网络功能。
- 端到端灵活切片，满足多种应用场景。基于云原生vCN核心网，运营商可采用可视化、向导式切片工具，方便地按照用户需求创建端到端网络切片，满足5G阶段eMBB、uRLLC、MTC等应用场景。同时，中兴通讯可以为各类垂直行业用户提供定制化服务，提升用户体验，并为运营商带来新的利润增长点。
- 自服务敏捷运维，降低CAPEX。根据业务需求结合大数据分析，自动生成、维护、终止网络切片服务，提升用户体验，降低运营商的运营成本。

- 网络功能的无状态设计，业务快速恢复。5G核心网的网络功能采用无状态的设计，使用统一的云数据库存放状态，满足网络业务快速恢复和系统高可靠性的需求。
- 开放性和标准化，中兴通讯5G网络功能遵循3GPP标准、ETSI标准，便于异厂商的互操作。基础设施平台基于开源项目OpenStack、OPNFV等，消除了厂商锁定。

5G时代的到来将不断催生新业务、新的商业模式及新的应用场景。中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案，将为运营商以及其用户带来更多价值：

- 提供灵活的业务能力，满足5G全业务和全接入的场景；
- 平台更加开放，促进业务创新，使得运营商专注新的利润增长点；
- 先进的面向服务的架构，加速业务创新，缩短业务上线时间；
- 智能的运维管理平台，实现按需的节能降耗，减少运营商的OPEX。

中兴通讯面向服务的5G云原生解决方案，实现了网络服务的定制化、网络服务的按需化和网络部署和运维的自动化，将为运营商5G业务拓展带来更多可能性。 **ZTE中兴**

自适应切分RAN 打造全新RAN架构



徐方
中兴通讯
无线产品高级架构师

5G离我们越来越近，它使许多新的服务成为可能，如无人驾驶汽车、大规模物联网、高质量的视频、虚拟现实等。如何满足这些多样化的需求，以及如何无缝地引入5G技术到今天的网络架构，是我们需要面对的主要问题。本文将聚焦于5G和演进的4G RAN架构。

随着4G的演进和5G的引入，RAN架构正在进行如下转型：增加部署的灵活性和网络的动态性，使网络可以满足不断增长的性能需求，同时降低运营商成本。在3G和4G阶段，RAN由BBU（基带单元）和RRU（远端射频单元）组成，他们会逐渐变为“云化网络”，也就是BBU-RRU架构的重新定义：确定在何处放置锚点用以提高网络的融合性，识别出需要靠近天线元件的时延敏感型功能。Cloud RAN能够自适应用户场景，例如超低时延和超高吞吐量，例如不同的传输环境：理想前传和非理想前

传。软件定义的自适应切分架构将能够部署在通用或者专用的硬件上，它能够最大限度地提高网络可扩展性和频谱效率，以及能源效率。

所以问题的重点在于如何切分RAN功能。这里分为两步：首先，确定功能的切分；其次，如何动态和恰当地实施和部署他们。

功能切分

在一个无线接入技术的研究项目里，3GPP将研究多种不同功能切分的选项。对于以往的RAN，前传指的是BBU和RRU间的接口，我们称之为通用射频接口（CPRI），如图1中选项8所示。对于新的无线技术，用户数据和前传吞吐量巨大，同时CPRI的时延面临极大挑战，因此对于前传的传输条件要求将更为苛刻。如果运营商有着理想的前传条件，选项8将适用于现有的

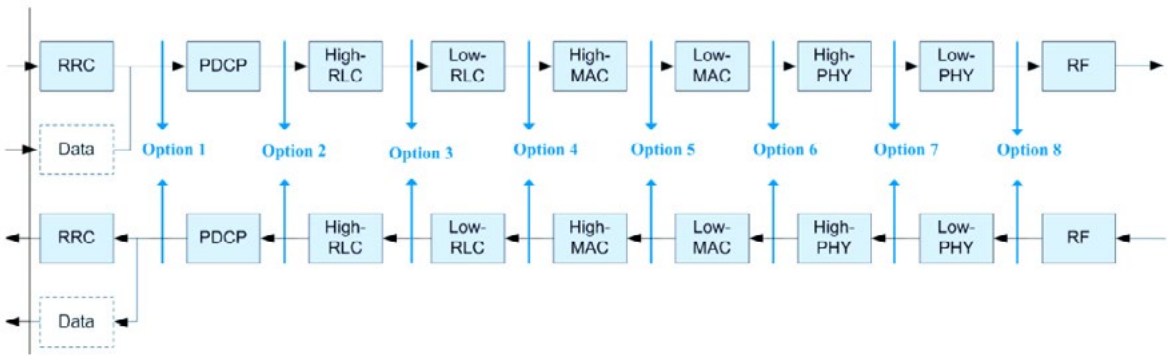


图1 几种切分方式的说明 (来自3GPP 38801-020)

C-RAN架构，但如果运营商不具备理想的前传条件，我们应该在集中和分布式单元之间的功能切分做出选择。

假设使用与LTE相同的无线协议栈，那么在集中式和分布式单元间对于功能切分将会有以下选项，如图1所示。我们应该考虑信令开销、共享的资源池、RRU的CAPEX/OPEX以及HARQ响应的严格时延要求。同时前传接口也不应过于复杂。因此对于理想前传我们沿用选项8。对于非理想前传，我们推荐选项1和选项2，他们对于不同的场景允许RAN功能的灵活切分。

- 选项1：RRC在集中式单元；PDCP、RLC、MAC、物理层以及RF都在分布式单元。在这种情形下，信令可以平滑地协调，应用程序可以选择分流至边缘节点中。

- 选项2：RRC、PDCP在集中式单元；RLC、MAC、物理层以及RF都在分布式单元。这样可以通过在远程节点的HARQ进程来减少对时延的要求。
- 选项8：RF功能在分布式单元，上层都是在集中式单元。这是传统的BBU-RRU切分，并且已经被用于拥有理想前传的C-RAN架构中。

实现和部署

让我们来看一个完整的拓扑结构，它描述了这些功能是如何在被切分的RAN架构中部署的。图2左边部

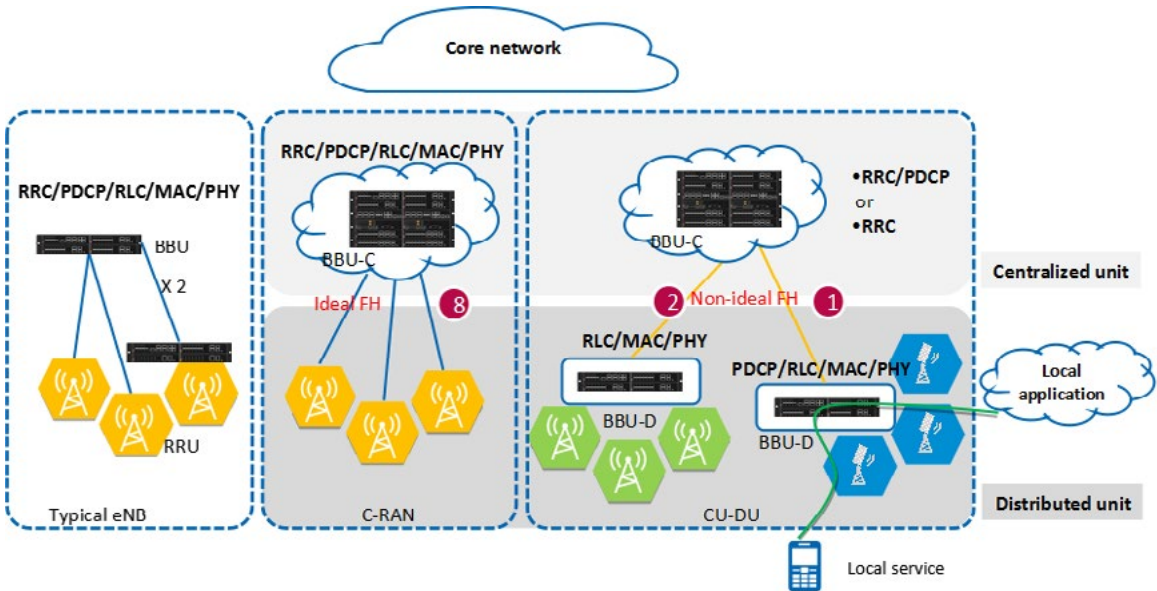


图2 功能切分在RAN侧的部署

随着4G的演进和5G的引入，RAN架构正在进行如下转型：增加部署的灵活性和网络的动态性，使网络可以满足不断增长的性能需求，同时降低运营商成本。

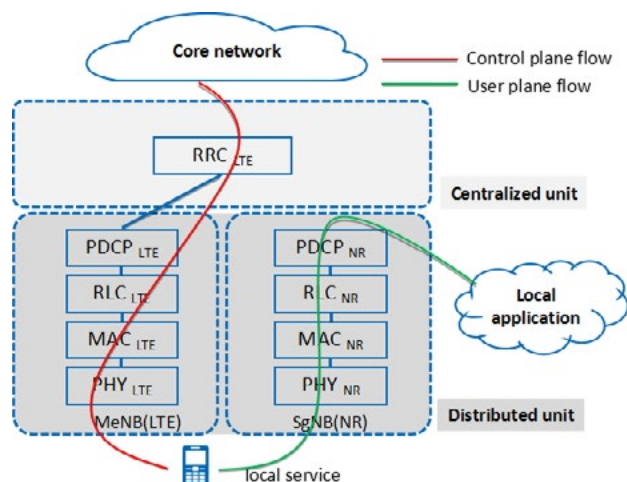


图3 本地应用场景的协议部署

分是应用于现有LTE网络的典型eNodeB协议栈拓扑结构，它可以用简单的方式支持标准的业务。图2中间的部分是通过CPRI支持的一种经典C-RAN解决方案，这也被应用于选项8中。数/模转换是在RRU下进行的，同时所有其他的处理功能都被集中处理。图2右边部分是选项1和选项2，如果没有可用的光纤前传，那么集中单元和RRU间的低时延连通性无法保证。一种选择是去选择与无线密切相关的功能切分，例如PHY、MAC以及RLC相关的功能，这些都严格与无线同步。那些与无线不是密切相关的功能，例如PDCP和RRC功能，在LTE中都是与无线不同步的。

现在让我们看下不同场景如何工作在这个结构上。

- 选项1（如移动边缘云）

功能切分在此情景下类似于双链接下的1A架构。在该种场景下，5G的用户面有聚合和分离的过程，它可以用在与时延或本地缓存要求紧密相关的移动边缘服务中（见图3）。

- 选项2（如高速移动吞吐）

功能切分在此场景下类似于双链接下的3C架构。在该场景下，SeNodeB（NR）的移动性功能隐入核心网，因此它可以宽泛对NR移动性的要求，例如在高速车辆上观看视频（见图4）。

- 选项8（如C-RAN）

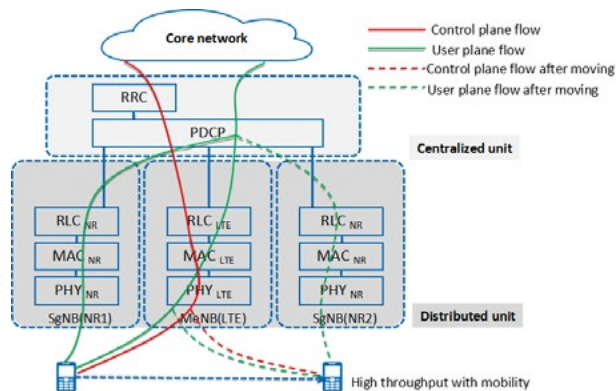


图4 移动性场景的协议部署

如果光纤前传是已有的并且高度集中，那么它会是现有C-RAN基础设施可提供的解决方案。

除了上述场景，我们的方案也可以支持基于业务需求的自适应移动功能。这样的切分架构可以灵活地支持新的使用场景和传输条件。作为4G RAN的一个演进，这种切分可以逐步地被引入到新的业务模式、服务及产品中。 ZTE中兴

WDM/OTN

在5G承载中的应用和关键技术探讨



曾智
中兴通讯
BN产品规划经理



王泰立
中兴通讯
波分产品规划总工

近

近几年来,移动网络向5G迈进成为业界焦点。5G应用场景逐渐清晰,标准制定在加速,技术研发不断取得突破,5G网络商用指日可待。5G网络的承载方案也在加紧讨论和研究。

5G将采用更宽的无线频谱,并通过Massive MIMO、高阶QAM等技术提升无线空口带宽,与4G网络相比,峰值带宽和用户体验带宽与4G网络相比提升了数10倍,对承载网提出了更大的带宽需求。5G时代,触觉互联网、自动驾驶等业务会逐渐引入和普及,这些uRLLC(超低时延)业务对时延要求为端到端1ms以内,分配给承载网的时延就更加苛刻,现有的承载网设备以及组网方式必须优化,满足新型业务发展需求。5G提出了网络切片,5G承载网也需要提供网络切片能力,可以将不同业务所需的网络资源灵活动态地分配和释放,并进一步动态优化网络连接,降低整网成本,提升效益。

5G网络架构变化对承载网络的影响

5G网络架构相对于4G有几个变化:

- 集中式的核心网演变成分散式核心网。将以前距终端较远的核心网用户面下沉,基于虚拟化技术将核心网

物理实体分离成多个虚拟网元,分布在网络中,进行云化部署,地理位置上离终端更近,以减小时延。

- 无线接入网可能会看到更多的C-RAN。3G/4G时代C-RAN在降低整体成本、无线协作化抗干扰、节能降耗、简化运维等方面就已经体现出一些优势。5G阶段采用C-RAN架构更便于实现灵活的无线资源管理和功能灵活部署,满足移动边缘计算的需求,便于软硬件解耦,进一步增强无线网的软件化能力。
- 集站密度更大。5G会引入新的频谱,3.5GHz、6GHz+等频段比现在3G/4G的频段高,理论上覆盖距离更短,所需基站更多。对于热点高容量地区,还会采用超密集组网。

5G网络架构的这些变化也给承载网带来了影响:核心网业务锚点下移,回传网更加扁平化;C-RAN架构带来更多的前传网络,前传网要满足低成本、灵活组网的需求;光纤要进一步下移,需要部署更多的承载节点。

C-RAN下的前传网技术方案

C-RAN架构下前传网有多种技术选择,各有优缺点。

- 裸纤直驱。该方式在BBU和RRU间无需传输设备,时延最低,部署最简单;但是耗费大量光纤资源,在5G阶段基站密度增加时,会遇到光纤资源不足的问题。

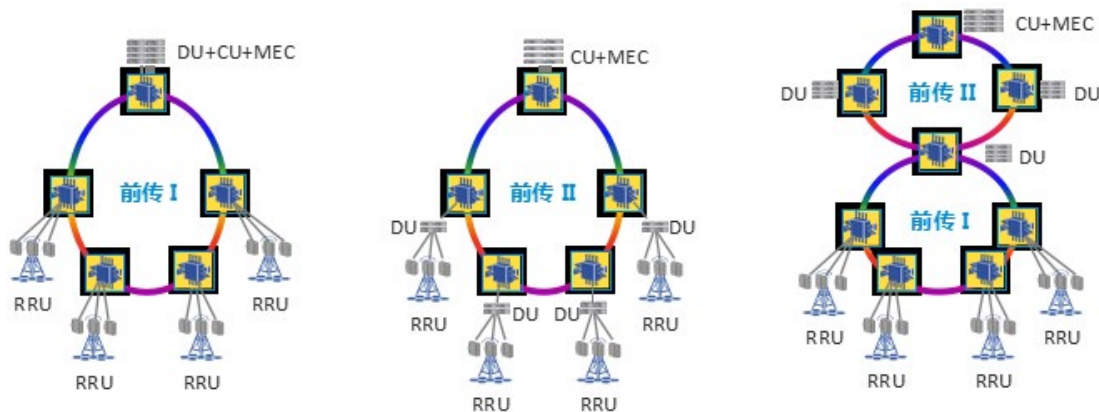


图1 前传组网模式

另外裸纤方案是且点到点直连，没有网络保护，不能给uRLLC业务提供高可靠性。

- 无源波分。该方式采用无源合分波器将多路波长复用到一根光纤传输，可以节省光纤资源，并且光器件引入的时延很小，无源设备不需加电，维护简单，设备成本低；但是需要RRU和BBU出彩光接口，增加了无线设备的成本，而且不是所有的无线设备都支持彩光，应用范围受限；在组环网或链型网时，由于中间节点的合分波器引入插损，光功率不足时传输距离会受限；没有线路的OAM和故障管理能力，一般不做保护。
- WDM/OTN。该方式采用WDM/OTN实现多个站点多路前传信号的复用和透明传输，节省光纤资源，支持光层和电层的性能和故障检测等OAM功能，并能提供网络保护，保障业务的高可靠。WDM/OTN是L0/L1的传输技术，天然具有大带宽低时延的特性，可以对所有的业务同时进行低延时传输，并可以利用开销提供延时测量和补偿，在保护倒换时不会因为主备两条路由存在时延差而中断业务。该方案不要求无线设备出彩光，减少了无线设备部署的麻烦。缺点是设备成本较高，需要找到合适的解决方案。
- Ethernet。目前业界也在讨论基于以太网的前传方案。该方式采用分组技术，利用统计复用特性实现流量汇聚，提高线路带宽利用率，支持点到多点传输，节省光纤资源。缺点是需要解决低时延业务的区分识别和快速转发、高精度同步等问题，并要兼容基于TDM技术

的CPRI信号传输。目前IEEE已经成立了802.1 TSN任务组来研究时延敏感的以太网转发技术，成立了1914 NGFI工作组来研究CPRI over Ethernet和新的基于以太网的前传接口NGFI。

本文主要讨论WDM/OTN方案。

5G前传网变化和WDM/OTN承载方案

5G C-RAN中的BBU将被重构为CU和DU两个功能实体。CU设备主要包括非实时的无线高层协议处理功能，采用通用平台实现，也支持部分核心网功能下沉和边缘应用业务的部署。DU设备主要处理物理层功能和实时HARQ流程、载波聚合等，可采用专用设备平台或“通用+专用”混合平台实现。对于大规模MIMO天线，部分物理层功能也可下移至RRU/AAU（有源天线单元）实现，以大幅减小RRU/AAU与DU之间的传输带宽，降低传输成本。CU和DU之间的带宽特性接近回传网，DU和RRU/AAU之间接口的标准化还没有达成共识，可能要等到5G新空口协议栈足够成熟和稳定后。目前业内有NGFI、eCPRI等各类方案，对于天线数不太多的RRU，也可以沿用CPRI接口。

根据CU、DU、RRU/AAU的放置位置不同，有不同的前传组网模式，如图1。具体采用哪种方式，要依据运营商的网络情况而定。

如果DU和RRU/AAU同站部署，他们之间通常以裸

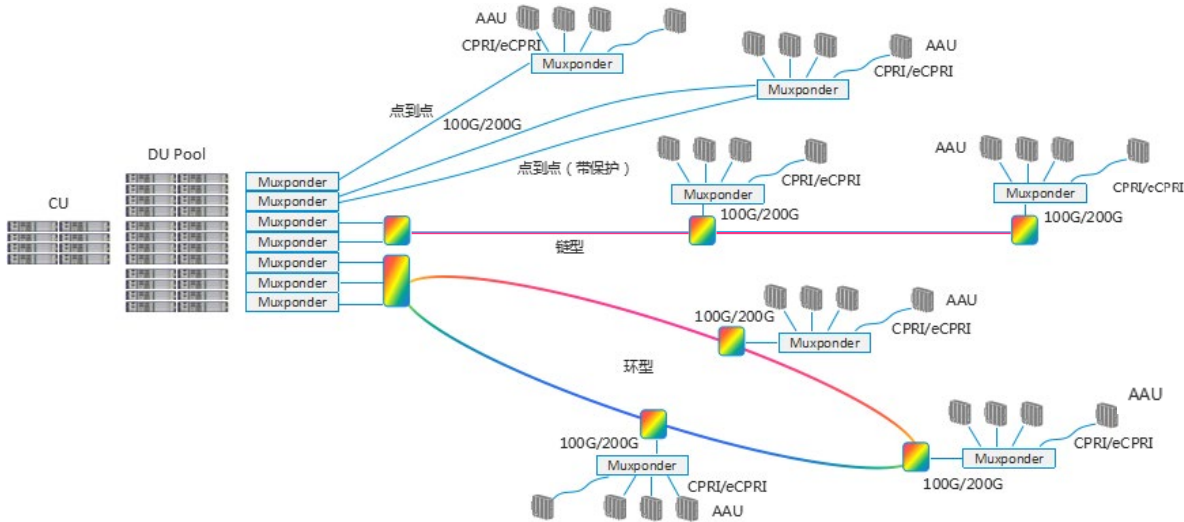


图2 一级前传WDM/OTN承载

纤直连为主。如果DU按一定规模集中部署，DU和RRU/AAU之间对应一级前传（见图2）。由于DU实时性处理对时延的要求，一级前传距离应小于10km。这种情况下，可以采用WDM/OTN的Muxponder将多个RRU/AAU的10Gbps或25Gbps的CPRI或eCPRI信号复用用到100/200Gbps高速信号后传送到DU，满足大带宽的传输需求。按照光纤路由可灵活组建点到点、链型、环形网络，节省光纤数量，在点到点组网的情况下还可采用单纤双向技术进一步减少光纤使用。可提供光通道保护，满足业务高可靠性要

求。一级前传采用WDM/OTN设备成本还比较高，目前在考虑成本优化方案。

CU和DU之间对应二级前传，一般以环网为主（见图3）。采用WDM/OTN技术可实现波长在光层穿通中间站点一跳直达，满足大带宽低时延要求，可配置光通道保护满足高可靠业务要求。由于不同传输站点的DU容量可能不同，各传输站点的波长可配置不同的速率，以满足不同的DU容量需求，并且各接入站点可单独扩容和升级，不影响其他站点。如果OTN集成分组增强功能（E-OTN），在CU

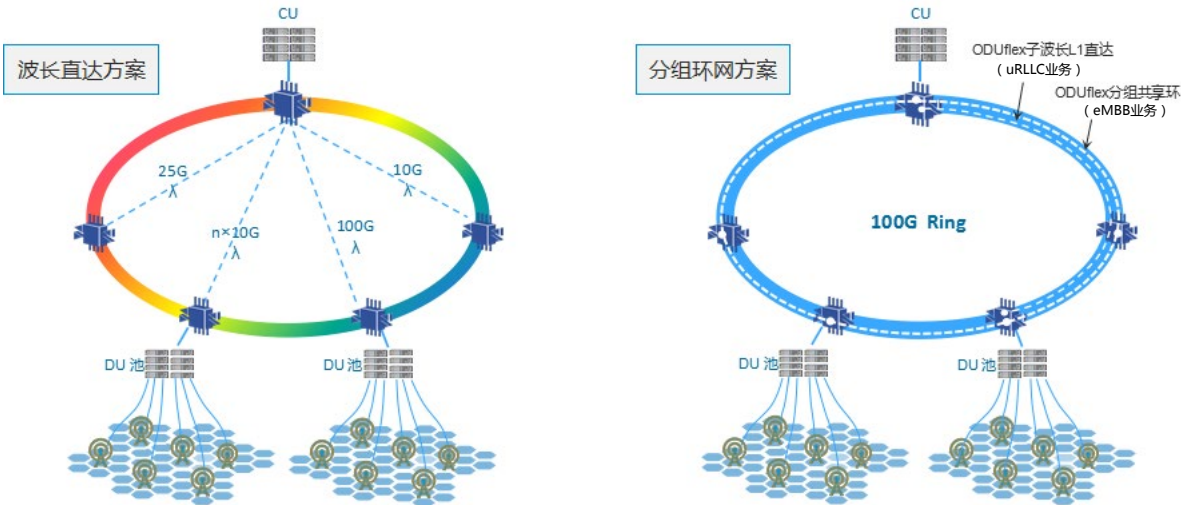


图3 二级前传WDM/OTN承载

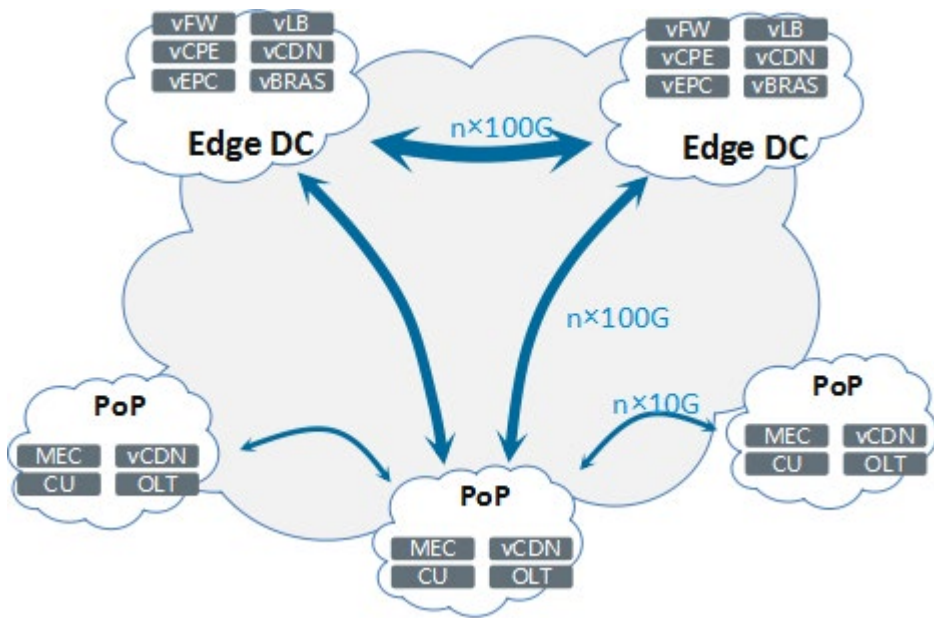


图4 固移业务统一承载的数据中心互联网络

站点可实现业务汇聚和灵活转发，在DU站点可对多个DU的业务进行汇聚收敛。

采用相同的E-OTN设备，也可以提供100G环网方案。DU数量较少业务量小的多个站点可以用ODUflex子波长相连组成一个分组环，多站点业务统计复用，提高带宽利用率；业务量较大的站点（DU池），可以ODUflex子波长在中间站点交叉连接穿通直达CU站点。或者不同类型的业务采用不同的ODUflex分片传送，如eMBB业务采用分组环网逐点转发，uRLLC业务采用L1穿通直达，减少延时。ODUflex的带宽以1.25G为颗粒灵活可调，100G的环网总带宽可以在多个站点多个逻辑环网间灵活分配。

WDM/OTN设备引入的时延相对其他技术来说要低很多，但5G前传网络对时延要求非常苛刻，一级前传光纤加传输设备总的时延要求在50μs以内，二级前传的时延也是越低越好。仅在组网方式上减少光纤路径缩短时延是不够的，设备引入的时延需要从以前的几十μs减少到10μs以内。中兴通讯的WDM/OTN设备通过减少缓存时间、自动调整缓存深度、内部若干处理步骤串行转并行、提升处理时钟频率、FEC模式优选、算法优化、光模块优化等多种技术，可将设备引入的时延降到几μs量级。

另外，针对5G前传场景，业内也在研究新的轻量级的OTN标准，以降低设备成本，进一步降低时延，实现带宽灵活配置等。比如：优化OTN帧结构，使得线路侧接口可引入低成本的光器件；改变检错和纠错机制，缩短缓存时间

降低时延；简化OTN开销，减少设备处理；在业务映射和时隙结构方面考虑兼容3G/4G前传的CPRI、5G的eCPRI和NGFI等。

固移融合统一回传和WDM/OTN承载方案

在移动网络向5G演进的同时，CO重构也在进行。本地网内传统的CO机房逐步改造为属地化的边缘DC，基于SDN/NFV技术，使用通用服务器取代传统网元的各类专用设备，进行云化部署。5G核心网的用户面vEPC将会下沉，与固网的vBNG、vCPE、vCDN等一起，分散部署在边缘DC。通过共同部署和资源共享，大幅减少CO机房数量，节约机房维护成本。

同时，运营商综合业务接入点（PoP）的建设和完善，也实现了移动业务、固网业务、专线业务的统一接入和汇聚。随着CU、MEC、OLT、CDN等网元的虚拟化，未来综合业务接入点也将演进成一个小DC。

未来城域网的流量将会是以Edge DC到PoP点之间的南北向流量，以及Edge DC之间和PoP点之间的东西向流量为主。5G阶段的回传网也将会是固移业务统一承载的数据中心互联网络（见图4）。各级DC通过OTN光传送网高速互联，减少中间分组节点转发的次数，降低整网成本。光网络构建带宽资源池，根据DC间流量进行带宽按需配置和合理调整。

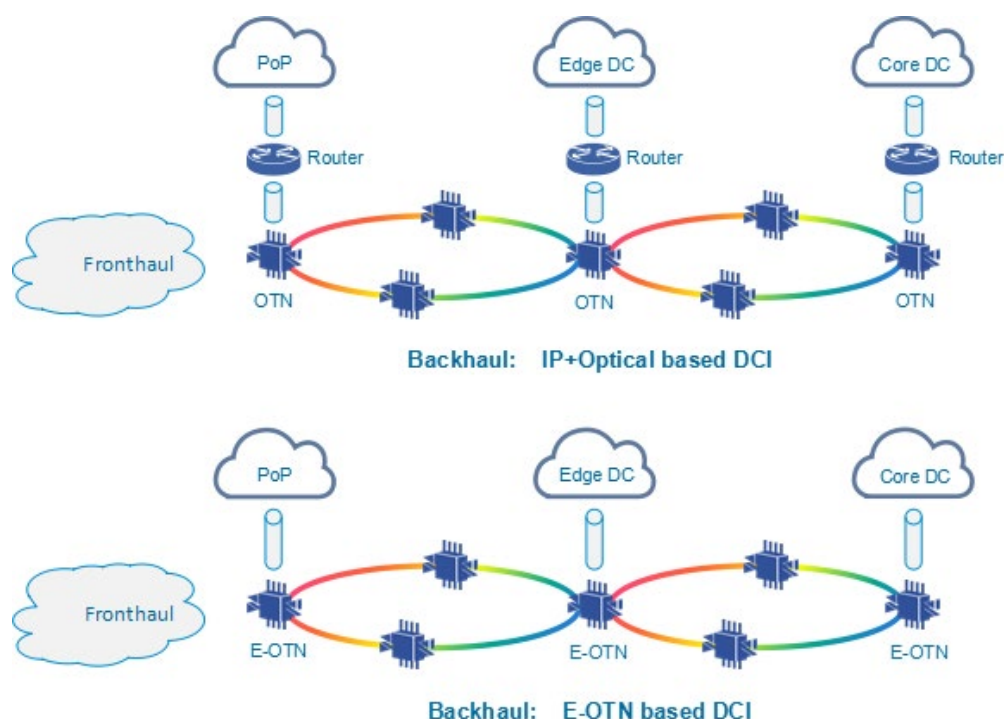


图5 基于OTN的固移融合统一承载

5G回传网可以通过IP网络和光网络协同来实现(见图5)。IP网络和光网络是未来承载网络最基础的设施。路由器间的大流量IP业务通过光层通道直连,减少中间路由跳数,降低了网络时延,提升了路由器的吞吐量,IP网络和光网络协同实现多层网络保护和恢复,提升业务的安全性。采用IP+光方案,路由器的业务灵活转发能力和光网络的大容量低时延传送能力都能发挥到最大,有利于IP和光各自独立演进。

5G回传网也可以基于E-OTN来实现。OTN集成分组功能,既可以在L2和L3实现业务的汇聚和灵活转发,又可以在L0和L1实现大容量低时延的业务传送。采用单一的传输设备,整网的建设和维护成本最低。

回传网拓扑复杂,OTN节点设备采用光交叉和电交叉的光电混合调度是满足高速传送、灵活调度、多样性组网的最好方式。大颗粒业务在光层调度,中小颗粒业务在电层调度,光电配合整体功耗也是最低的。网络可分层次建设,汇聚层以环网为主,线路侧单波速率100G或超100G,采用4维mini ROADM和10T级别的电交叉。核心层以Mesh网为主,线路侧单波速率超100G,采用9~20维ROADM和大容量电交叉;基于智能控制平面实现端到端业务部署、资源动态计算和调整、备用路径自动计算和故障时快速倒换;既满足业务发展的带宽需求,又保证业务调度的灵活性和网络的可靠性。

光网络SDN化支撑5G网络分片和智能化运营

5G网络切片是端到端的,包括无线接入网、核心网和承载网。作为承载网的一部分,WDM/OTN光网络SDN化,可以开展带宽按需配置和调整BoD、光虚拟专网OVPN等应用,可在跨域跨厂商的大网环境下实现快速业务部署,减少运营人力,可进行分组+光的跨层协同,降低整网的建设和运营成本,可对数据中心间互联带宽进行自动调度。这些都为未来融入整体的网络架构,支持端到端的5G网络分片和智能化运营做好充足的准备。

总结

5G给人们的工作和生活带来更多样的服务,更好的业务体验,5G网络需要以承载网为依托,并对承载网提出了更高的要求。OTN光传送网作为基础的承载技术,提供大带宽、低时延、灵活分片、高可靠性、开放协同的能力,适合在5G时代新网络架构下的前传和回传组网,并能同时支撑运营商固网等其他业务的发展,满足未来网络持续演进的诉求。光与无线的结合,必将打造一个极速极致的万物互联世界。 ZTE中兴

蜂窝车联网设计初探



许玲
中兴通讯
5G标准总工

智

能车联网近几年发展非常迅速，所采用的无线接入技术除了以IEEE802.11p为基础的DSRC，以LTE为基础，包含LTE-V2X，并逐步向5G演进的蜂窝技术也积极拓展车联网应用领域。本文主要针对智能车联主要业务需求，探讨蜂窝车联网技术方案及其演进。

智能车联主要业务需求

据公安部交管局统计，截至2016年底，中国机动车保有量达到2.9亿，其中汽车保有量达到1.94亿，平均每百户有36辆私家车。一方面，汽车保有量的剧增，使得有限的承载空间与迅猛增长的道路交通需求的矛盾日益加剧，交通拥堵、行车安全监管困难、停车难等问题严重制约城

市功能发挥和社会经济发展。在北京、上海、广州、深圳等超级大城市，这种情况更加严峻。另一方面，机动车保有量的迅猛增加，使得交通事故层出不穷。公安部交管局的统计数据显示，2016年全国共发生汽车责任道路交通事故16.52万起，造成5.18万人死亡、16.828万人受伤。如何有效降低交通事故，提高汽车驾驶安全保障，成为智能交通和车联网重点要解决的问题。此外，如何让智能车联生态圈的各块持续健康地发展，挖掘新商机，产生新价值，也是蜂窝车联网技术方案在设计时需要考虑的。概括来说，现阶段智能车联网需要满足以下5方面的需求：

- 主动安全类：例如车辆安全距离控制、转向/换道提醒、紧急刹车提醒、超速控制、驾驶员疲劳监控等；这类需求要求较低的时延（<100ms，前向防碰撞要求<20ms）和较高的可靠性。

- 交通效率类：例如交通流量检测、交通诱导、区域拥堵管控、限行区域车辆管理等；这类需求要求较高的可靠性、较大的吞吐量。
- 车辆安全管理：例如假套牌车稽查、治安卡口监控与管制、违法车辆查证及历史回溯、车辆被盗追踪和监控等；这类需求要求较高的可靠性、较大的吞吐量、无缝覆盖等。
- 公众出行服务：例如实时路况信息发布、智能交通诱导信息发布、实时导航、停车位查询预订、智能停车等；这类需求要求秒级的时延，较高的吞吐量和无缝覆盖。
- 车联网大数据及增值服务：这类服务与服务提供商协作进行数据分析，帮助第三方创造新的商业模式，实现数据变现，包括汽车保险行业数据分析支撑、运营汽车行业数据分析、其他行业数据关联分析产生的价值等；这类需求要求能够采集丰富的原始数据，安全可靠的云端数据平台，以及灵活开放的应用对接。

随着智能车联网的逐步发展以及5G时代的逐步来临，相关行业标准组织例如3GPP进一步识别了蜂窝车联网下一阶段需要支持的业务场景，并定义了相关需求。

- 车辆编队行驶（Vehicle Platooning）。使得多个相同目的地的车辆自动编队，车队内部进行行驶信息共享，车间距离可以非常小，驾驶员只需要对头车进行管理和驾控，后车可以跟着头车实现自动驾驶，从而达到节省能源消耗、提高行驶效率和安全等目标。
- 高级驾驶（Advanced Driving）。这类需求主要用于支持车辆半自动或全自动驾驶。根据SAE的定义，自动驾驶分为5个层次：L0-无自动化（No Automation）、L1-驾驶辅助（Driver Assistance）、L2-部分自动化（Partial Automation）、L3-有条件自动化（Conditional Automation）、L4-高度自动化

（High Automation）、L5-完全自动化（Full Automation），高级驾驶类的场景针对L3以上。车辆之间距离比较大，车-车、车-路、车-人、车-云之间的数据交互丰富而迅速，以达到支持自动驾驶或无人驾驶的目标。

- 扩展的传感数据（Extended Sensors）。这类需求将车-车、车-路、车-人、车-云之间的数据共享做到极致，数据种类更加丰富，不仅是车本身数据、静态地图数据、原始数据，还有车周边环境的数据、实时的动态感知数据，以及经过本地处理的信息等；系统能够更加智能化和灵活地实现信息共享，使得车联网中的每个节点可以有自己的数据视图，而不同层面的车联网数据管理者则能够拥有对应层次的数据视图，为分层次管理与数据价值构建奠定基础。
- 远程驾驶（Remote Driving）。这类需求主要帮助远端的驾驶员或者云端V2X应用远程操控车辆以帮助无法驾驶的乘客，或完成恶劣危险环境下的驾驶作业。

蜂窝车联网在架构设计时不仅要考虑当前的需求，还要具备灵活的前向可扩展以支持更高要求的车联网业务。

蜂窝车联网系列技术：LTE、LTE-V、5G与DSRC

蜂窝车联网技术包含LTE、LTE-V2X以及5G系列技术。

现有的3G/4G无线通信网络已经可以支持一些公众出行服务类、车联网大数据及增值服务类业务，也

表1 蜂窝车联网系列技术与DSRC技术对比

特性	802.11p/DSRC	3GPP LTE	3GPP LTE-V (R14)	5G (R15)
可获得性	无限制	有网络覆盖	无限制	有网络覆盖
覆盖	小 (典型值100m)	大 (宏小区覆盖)	V2V/V2I取决于OBU和RSU功率以及工作频段	大 (低频覆盖)
吞吐量	小: 千字节	百兆级bps	小: 千字节	用户体验速率: 1Gbps
时延	< 50ms	单播: < 100ms 多播: > 100ms	< 100ms 极端情况: < 20ms	eMBB:4ms uRLLC:1ms
连接密度	< 100	10万/cell	V2V与DSRC相当	不小于LTE
可靠性	工作在非授权频段, 有干扰	高	Mode3: 与LTE相同, Mode4: 与DSRC类似	极高: 99.999%
适合的业务类型	安全、交通效率	交通效率、信息娱乐	安全、交通效率	安全、交通效率、信息娱乐等
标准成熟度	标准已经发布	标准已经发布	2017年3月发布V2X第一个版本	2018年6月将发布第一个5G标准版本
产业成熟度	已经有商用芯片, 部分实验部署; 美国正式要求新车部署	已经有商用芯片, 已经规模部署	业界尚无明确的芯片路标, 有示范试验; 中国发布LTEV2V实验频段以及频谱测试计划; 预计2019年具备商用条件	已经开始系统测试; 预计2018年底规模实验; 2019年亚洲领先商用

可以支持部分交通效率类、车辆安全管理类业务, 也就是说对于时延要求不高 (秒级), 在已有的数据采集方式和业务平台上, 已经可以部分支持。

但是对于主动安全类业务, 如前车防碰撞、换道行驶等场景, 因为需要比较苛刻的低时延数据传输 (<100ms, 甚至有时需要20ms), 已有的4G网络无法支持, 需要进行针对性设计。LTE-V技术就在这样的背景下诞生。第一个LTE-V标准版本在2016年9月正式发布, 主要针对V2V, 即车-车通信技术, 在PC5接口进行了增强, 目标是达到现有的DSRC技术能力要求; 进一步完善的LTE V2X标准在2017年3月发布, 主要针对Uu和PC5进行了增强, 例如利用下沉的多播广播

(eMBMS) 技术支持Uu接口上有效的信息共享、半静态调度 (SPS) 增强支持低时延等。

除了无线接入技术的增强, 在蜂窝的网络架构方面, 随着MEC边缘计算技术的逐步成熟, 蜂窝车联网技术在支持端到端低时延方面也取得了长足的进步。

蜂窝车联网系列技术与DSRC技术对比见表1。

由表1可以看到, 蜂窝车联网相对于DSRC, 一方面在覆盖外可以提供与DSRC相当的技术能力, 另一方面在覆盖内, 依托LTE网络通过基于调度的方式进行资源分配, 避免干扰; 同时随着蜂窝技术向5G演进, 系统将提供更低的时延 (<1ms)、更高可靠性 (99.999%)、更高的数据吞吐量、更精准的室内外定位、更大的车辆密

度、超高速行驶速度等。

计划于2018年6月发布的5G第一个标准版本能够支持eMBB(增强的移动宽带)和uRLLC(超低时延高可靠)需求,同时在网络架构方面引入了网络切片技术,结合虚拟化以及业务编排技术,可以根据客户和场景的需求,灵活动态地定制网络能力,并支持不同场景和客户的业务与信息流的隔离和安全保护,从而在一张物理通信网络上同时实现多个软网络,满足不同车联网客户和车联网场景的需求。一个切片实例就可以看作一个虚拟的车联网。

因此,5G应该是真正意义上能够全面支持智能车联网各种类别应用的无线网络接入技术。在5G商用部署之前,LTE+MEC、LTE-V2X、DSRC可能针对某类车联网应用场景针对性部署。

安全、增效、增收——中兴通讯蜂窝车联网方案

安全、增效、增收是中兴通讯车联网的核心价值定位。按照物联网基本层次结构,即从下至上分别为感知层、网络层、平台层、应用层,中兴通讯车联网定位在智能车联网整体架构的网络层。依托LTE以及未来5G整体网络,根据车联网不同服务需求,方案提供灵活动态的车联网网络能力。

面向感知层,支持多种标准的无线连接技术,如LTE、5G、LTE-V2X、DSRC等,实现车-车-路-人等节点数据采集,以及实时数据交互与共享。

面向平台和应用层:一方面,通过LTE/Pre5G/5G蜂窝通信基础设施为智能车联网内的各节点提供更大的吞吐量、更多的接入数量,支持大密度大吞吐量数据交互,也能够利用网络切片技术灵活提供定制化的智能车联网弹性管道,按需服务,更有效地利用网络资源。虽然网络切片技术和虚拟化技术是5G架构的关键技术,但也可以用在4G以及Pre5G网络中。这里虚拟化是技术基础,核心网网元虚拟化以及网络功能虚拟化技术的逐步成熟,促使按需编排的网络切片技术也能逐步引入到4G

以及Pre5G网络中。另一方面,在网络边缘如基站等更贴近用户环境的地方,基于符合标准的MEC本地业务托管环境,部署车联网服务,从而为车载用户提供更低的端到端业务时延、更精准和安全的本地服务,为安全驾驶提供更多的车辆及行驶环境信息,为减少城市交通拥堵提供更多技术手段。这类车联网服务包括车-路行驶相关视频信息本地分析与处理、本地智能停车、交叉路口智能交通导引等。同时,MEC这类本地业务托管环境的部署能够帮助通信运营商采集更多用户数据,构建分布式车联网数据库,为开拓更丰富的增值服务提供基础。

同时,考虑到精准定位在智能车联网的重要地位,基于LTE/Pre5G/5G网络,中兴通讯车联网方案考虑引入带内高精度定位系统:符合3GPP标准接口;利用上下行信号实现网络侧和终端侧定位;利用宏覆盖和室内密集覆盖实现室内外一体化定位;支持多种定位模式。

随着蜂窝车联网技术的不断发展和成熟,以及技术的实践验证,一些关键问题也浮出水面,有待于业界共同探索解决。

- 技术选型:DSRC还是蜂窝车联网,或者各自部署在优势场景?前装车市场导入期一般3—5年,LTE-V2X和5G的商用时间预计仅相隔1年,如何取舍?这些问题直接影响蜂窝车联网产业发展。
- 整车和Tier One供应商更关心端到端的数据传递时延,不仅是无线技术或者网络需要针对低时延做增强,从感知层到具体应用都需要针对低时延进行优化。但是目前没有明确的整体控制方案。
- 缺乏针对车联网、自动驾驶的法律法规。
- 车载信息数据的安全,如何保证联网后,车联网相关的用户数据不被恶意破坏,用户数据的私密性如何保证,用户数据如何安全传输,这些都需要更完善的解决方案。

可以预见,随着车联网技术验证的逐步推进,越来越多的部署、运营问题会涌现出来,这些问题都将对蜂窝车联网实际部署产生深远的影响。 ZTE中兴



Wind Tre部署意大利首个Pre5G网络

38



张在兴
中兴通讯
FDD产品方案经理



王宁
中兴通讯
FDD产品方案经理

2016年12月，意大利Wind和H3G合并后成立的新公司Wind Tre正式开始运营。合并后的新公司成为意大利最大的移动运营商，拥有3100多万移动用户和270万固网用户。Wind Tre旨在成为固定/移动融合和下一代光纤网络发展的领军者。早在半年前，向欧盟提出合并申请后，Wind Tre就开始了两网融合招标工作，并最终选择中兴通讯作为未来网络建设的独家合作伙伴。

Wind和H3G的传统网络设备老旧，难以引入Pre5G、5G等新技术，甚至LTE的大规模部署都难以展开；两网原

有设备供应商众多，管理运维成本居高不下。网络性能落后，自然客户体验差，客户流失率不断上升。通过合并，Wind Tre在寻求新的突破。中兴通讯提出的Pre5G解决方案以4G网络为基础，将全面支持 4×4 MIMO、256QAM、多载波聚合、Cloud Radio、NB-IoT等技术，LTE-A甚至提前应用了部分5G的技术。

未来3年，中兴通讯将为Wind Tre建设意大利首家全国商用的Pre5G网络，建成后的网络规模为意大利第一，将超过21000个基站，覆盖意大利全国，为超过3000万用户提供优质的移动通信服务。

频谱资源最优利用

Wind Tre拥有2×80MHz的FDD频谱资源，在意大利运营商中排名第一，但频谱资源缺乏规划，并未实现最优利用。

中兴通讯将协助Wind Tre科学规划频谱策略，以1800/2100MHz频段作为基础网络，利用800/900MHz低频的优良传播特性做郊区农村的广覆盖、深覆盖，而2600MHz的大带宽作为高价值热点区域的流量补充频段，打造一张360°立体覆盖网络。

Uni-RAN打造最简洁网络

Wind Tre现网有3家设备供应商，这给管理、运维以及网络的升级带来了极大的困难。中兴通讯Uni-RAN解决方案将帮助Wind Tre实现2G/3G/4G网络融合，统一管理、统一运维，实现系统间的资源共享，从而降低整网TCO，节约建网成本30%以上。Uni-RAN通过网络的平滑演进延长了设备生命周期，保护Wind Tre已有投资，在极大降低网络成本的同时增强了网络的稳定性和可靠性，从而提高网络运营效率，使得运营商在激烈的市场竞争中保持良好的运营收益。

● GULN四模基带池

ZXSDR B8200是基于中兴通讯特有的SDR平台的基带处理单元，它支持GSM、UMTS、FDD-LTE和NB-IoT 4种制式大容量配置，大大降低网络CAPEX和OPEX，适应运营商长期演进的低成本策略。

● 多种创新射频单元

超宽带射频单元R8892N节省50%的RRU数量；全球最小的4发4收RRU R8854，部署便捷；5频12端口的有源天线系统A8292A节省天面30%以上，完美满足Wind Tre的需求。

● 基于NFV技术的虚拟化统一网管平台

中兴通讯基于NFV技术的虚拟化统一网管平台从网元层面实现软硬件解耦和网络功能的虚拟化，突破传统的垂直分割的刚性网络体系和复杂繁多的封闭网元架构，实现了灵活动态的网络资源配置。同时支持多制式网元和大规模管理能力，易于网络平滑演进；智能化管理，有效提升网络运营效率、降低运营成本。

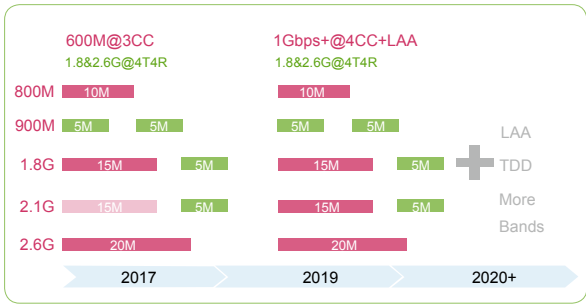


图1 1Gbps+速率的实现

多载波聚合技术助用户提前体验到1Gbps+速率

超宽带体验一直以来都是最重要的用户需求，而Wind Tre传统网络无法承载这一体验。中兴通讯的Pre5G通过几项关键技术的结合应用可以将下载速率提升到1Gbps以上，让用户提前体验到5G的速度。中兴通讯帮助Wind Tre部署的Pre5G网络全面支持4×4 MIMO、256QAM、多载波聚合技术，在大规模商用网络实现1Gbps+的速率（见图1）。

Cloud Radio降低干扰，提升用户感知

作为LTE网络的性能加速方案，Cloud Radio能够高效抑制LTE网络中的小区间干扰，显著提升LTE网络的性能，尤其是对用户体验影响较大的小区边缘性能，为4G用户提供全程高速、无缝移动的宽带接入体验。

NB-IoT拓展物联网业务

Wind Tre一直对物联网保持着浓厚的兴趣。NB-IoT相比其他物联网技术，在成本和覆盖上有明显优势，将涵盖超低端的物联网应用。Wind Tre Pre5G网络可以平滑升级支持NB-IoT，极大降低运营商建设成本，减少部署时间，一旦市场应用成熟，Wind Tre可以快速启动NB-IoT业务，拓展蓝海市场。

Wind Tre Pre5G网络将成为意大利移动通信市场的新标杆，为用户带来远超4G网络的体验，帮助Wind Tre扩大市场份额，提升高端用户数量，实现其成为意大利电信市场领军者的战略目标。 ZTE中兴

中国移动3D-MIMO嘉兴商用 Pre5G释放4G网络极限潜能



高沁
中兴通讯
TDD产品方案经理

40

2017年4月，由中国移动主导，中国移动浙江公司及嘉兴分公司携手中兴通讯在嘉兴完成了3D-MIMO（即Pre5G Massive MIMO）商用部署及多场景测试验证。2015年双方合作完成全球首个3D-MIMO外场验证。为进一步释放4G网络潜能、提升用户体验，自2016年12月起，中国移动联合中兴通讯在嘉兴部署了新一代宽频3D-MIMO，针对高校大话务场景、居民高楼立体深度覆盖等多个场景展开验证，效果显著。

高校是中国移动集团提出的“三高一限”中高话务、高干扰的重点建设场景之一。嘉兴城西一所高校在校人员

近万人，所属站点是高流量小区，周边分布教学楼、食堂、宿舍楼、家属楼，用户密集，单用户话务量需求高。随着4G用户的增加及丰富业务带来的单用户数据量提升，现有的4G网络在忙时很难充分满足用户需求，潜在的业务需求在用户体验不足的情况下无法被充分释放。

3D-MIMO是解决这一问题的最佳方案。它创新地将5G核心的Massive MIMO技术应用于4G网络，将现有频谱潜力发挥到极致，大幅提升4G的网络速度和容量，提升现有网络频谱利用率，下行容量提升3~5倍，上行容量提升4~6倍，让4G用户不用更换终端即可享受接近5G的接入体验。



提升小区吞吐量，保障用户体验感知

在嘉兴3D-MIMO站点开通后，话务忙时的小区吞吐量大幅提升，用户上下行体验感知明显提升。3D-MIMO开启3载波后，外场下行峰值速率突破1Gbps，达到宏站峰值速率3倍；上行峰值速率突破237Mbps，达到宏站峰值速率8倍。3D-MIMO的开通，分担超热小区的业务量，降低了8T宏站小区的资源占用率，提升了整个区域的业务吞吐量。

释放潜在业务需求，提高网络经济效益

嘉兴3D-MIMO站点测试结果表明，与同频同覆盖8T宏站相比，小包业务（浏览网页、微信等）情况下上/下行频谱效率平均提升2~3倍，大包情况下（下载文件等）频谱效率更高。小区内商用用户数最高突破800，用户感知依然得到保障。用户数和日均流量提升2~3倍，3D-MIMO在提供超大容量之余，还利用3D波束赋形技术，精准定位用户，有效抑制干扰，提升边缘区域用户的感知，促进商用用户在线率，增加覆盖区域的用户流量，从而提升网络经济效益。

垂直覆盖3D化，提升高楼覆盖深度

此前完成的针对高楼场景的验证显示，3D-MIMO与同站址8T宏站相比，可提供垂直方向的大张角3D覆盖，同时针对室内难以覆盖的弱点、远点增益明显，上下行速率增益达到2~3倍，且越靠近小区边缘增益越大，体现

了优异的深度覆盖能力。因而3D-MIMO非常适合于对高楼的深度垂直覆盖。

自2015年起，中国移动与中兴通讯持续投入3D-MIMO技术的创新与验证。在2016年，3D-MIMO预商用验证进入29省50个城市。双方基于3D-MIMO技术持续开发创新，相对于第一代产品，新一代3D-MIMO产品支持多频段、多载波、多带宽，和现网无缝融合，而且体积、重量都有明显的减低。

2016年中兴通讯率先提出Pre5G技术理念和系列解决方案，提前实现4G网络性能和业务体验的5G化，全面构建4G网络向5G演进之路。作为4G向5G演进的桥梁，Pre5G相比于4G可提升6倍的系统容量、5倍的用户平均带宽和100倍的单位面积连接数。Pre5G既包含提前将部分具备商用能力的5G关键技术（比如Massive MIMO）应用于4G网络，也包含3GPP架构下的LTE-A Pro相关技术增强，例如Massive CA、UDN、256QAM、LAA、LWA、NB-IoT等。Pre5G实现基于现有4G网络的平滑演进，有效降低建网成本并实现快速部署，成本效益大幅提升。在Giga+ MBB移动带宽、Massive IoT物联网、Cloudization网络云化等方面，通过不同的技术组合，全面助力运营商的4G网络能力向5G升级。Pre5G持续获得业界的高度认可，2016年Pre5G相关产品和解决方案已经在中国、日本、奥地利、新加坡、西班牙、马来西亚、泰国、印尼等30个国家的40多个网络展开部署。

未来，中国移动将继续携手中兴通讯，推进5G技术的创新研究，挖掘4G网络的极限潜能，为全民迎接未来大流量视频时代提供最佳体验和重要助力。 ZTE中兴





Leading 5G Innovations