

中兴通讯技术

简讯

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

内部资料 免费交流

专题：泛5G

05 中兴通讯：我们已做好全面准备迎接5G商用的到来

08 5G网络端到端切片技术，为垂直行业赋能



5G



扫码体验移动阅读

第22卷 第8期 总第359期

中兴通讯技术(简讯)
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)
月刊(1996年创刊)
中兴通讯股份有限公司主办

《中兴通讯技术(简讯)》顾问委员会

主任: 王翔
副主任: 朱永兴 张万春 俞义方
孙方平
顾问: 柏燕民 陈坚 陈宇飞
崔丽 崔良军 方晖
衡云军 刘建华 孟庆涛
孙鹏 叶策

《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: 韩钢 黄新明 姜文
刘群 王翔 王全
张振朝

《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: 刘扬
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>

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: 2018年8月25日



柏燕民

中兴通讯副总裁、TDD&5G产品总经理

5G商用，触手可及

将5G打造成为全社会实现数字化转型的基础设施，已经成为业界的普遍共识和推进目标。随着主要业务场景和关键技术的确定，5G迈向商用的速度明显加快。各国政府陆续出台5G频谱规划，中、美、欧、日等国更是将5G发展提升到国家战略层面的高度。全球主流运营商纷纷明确5G商用的时间表，其中部分领先运营商已将5G移动网络商用时间提前到2018年年底。伴随着3GPP 5G NR相关标准的逐步冻结，2018年5G网络建设正式进入到规模验证和预商用阶段，5G网络商用元年的大幕正在徐徐拉开。

业界对5G产业发展以及在其带动下的全社会的数字化转型充满期待。同时对于5G网络的规划建设、运营模式、业务拓展等方面存在的问题和挑战也在积极探索，寻求最优化的实现路径。如何引入人工智能提升5G网络效率，如何利用5G切片驱动垂直行业应用创新，如何打造产业链共赢的5G生态等等，都是5G商用进程中亟待解决的问题。

中兴通讯秉承5G先锋战略，面向5G推进过程中的关键问题和挑战，打造5G核心技术能力，发布了全频段全场景的5G系列产品，以及覆盖从网络运营到行业应用的端到端解决方案。中兴通讯在商用、技术和规模效益三大方面构建领先优势，并在5G实践过程中积累了丰富的经验，能够切实高效地助力运营商加快5G商用和应用创新。

本期专刊将围绕5G领域的焦点问题，重点阐述5G组网、网络切片、人工智能、边缘计算和垂直行业应用等方面的解决方案和实践思路，以及中兴通讯在全球范围内5G测试/试点的优秀成果和领先经验。

柏燕民

CONTENTS 目录

中兴通讯技术（简讯）2018年第8期

视点

02 灵活RAN架构应对未来业务挑战 /李邈

专题：泛5G

05 中兴通讯：我们已做好全面准备迎接5G商用的到来 /熊曼卿

08 5G网络端到端切片技术，为垂直行业赋能 /卞英音，孟晓斌

11 5G网络场景下AI的应用 /孙一飞

14 5G语音业务的实现和演进 /强宇红，王刚，杨维

17 基于OTN演进的5G综合承载解决方案及关键技术 /罗来荣

20 新型室分运营解决方案——Qcell+MEC /白炜，赵琼鹰

22 5G行业应用及实践 /黄明

成功故事

24 以外场之钢，铸先锋之剑

——中兴通讯携手三大运营商开展5G外场测试 /燕国庆

技术论坛

27 5G技术助力VR视频应用进入新时代 /汪竞飞

30 NB-IoT网络定位技术的发展与应用 /张嵩

33 浅谈RRU关键技术 /雷保国

解决方案

36 地空互联即将迎来发展热潮 /贾昊男





李逸

中兴通讯5G产品网络架构规划总监

灵活RAN架构 应对未来业务挑战

5G RAN架构分析

相

对于之前无线通信标准的演进，5G是一次全面的技术革新。5G主要有3个核心应用场景，即eMBB、uRLLC和mMTC，分别对应大流量、低时延高可靠、低功耗物联网等三大类业务。进一步细分下去，超高清视频、AR/VR、智能电网、智能交通、工业自动化、自动驾驶等领域均在其涵盖范围内。

可以看到，与4G单一的移动宽带服务相比，5G的愿景更为广阔，其瞄准的目标市场也从纯粹的CT市场向繁多的垂直行业市场演变。但要适配众多的市场特性和业务需求，传统以网元为基础、软件功能与硬件紧密耦合的接入网形态难以为继，我们需要更为灵活、通用、自适应的新型接入网网络架构。因此在5G网络架构研究中，采用可切分的RAN新架构。

在4G时代，3GPP引入了扁平化的无线接入网架构，接入侧功能统一聚合在eNodeB。到了5G时代，为什么又要进行切分呢？主要原因有以下几个：

- 前传带宽的限制

基于CPRI实现BBU和RRU分离时，采用理想前传每10MHz单天线端口所需CPRI带宽为614.4Mbps。如果采用1GHz的5G最大带宽，采用256天线，则CPRI所需带宽将

达到T比特级别，其造成的前传成本提升不可接受。对现有RAN架构进行切分，可有效降低前传的带宽需求。

- 集中协同的处理要求

5G在频率方面，目前可预见的包括Sub 6GHz和毫米波，未来可能还会涉及非授权频段；组网方面，必然会引入宏微多层覆盖的异构网络；覆盖密度方面，为了实现5G的性能目标，需要增加带宽、提高频谱效率并增加站址密度。要在如此复杂的网络中获得更大的性能增益，可以考虑引入一个中央处理单元来实现干扰管理和话务聚合。

- 边缘计算的引入

在移动领域，边缘计算（MEC）主要指将计算能力下沉到无线网络的边缘，增加计算、存储、处理功能，以降低处理时延、提升访问效率和吞吐量。大视频、车联网、区块链等领域，都是边缘计算的典型应用场景。虽然边缘计算的特性是将应用下沉，但一个完全分布式、直接部署在站点机房的架构部署难度极大，从收益来说也并非必要。引入一个集中式的逻辑节点，在该节点上部署MEC，反而可实现效率最大化。

- 分布单元保留的必要性

由于5G的带宽大、天线数目多，无法完全集中化管理，多天线处理、前传压缩等功能还需要在远端分布单元中实现；另一方面，集中化的节点部署层次高，与终

端距离远,引入的传输时延不可忽略。一些对实时要求高的功能,如编解码、资源调度等,更适合部署在远端的分布式单元,而非集中处理。

如上所述,引入集中式的节点在5G时代是必要的,而分布式单元也必须保留。要同时达到这两个目的,中兴通讯采用可分离的灵活RAN架构,以在各种场景下提供更大的灵活性。

切分形态

中兴通讯的5G架构将5G的BBU功能重构为CU (Centralized Unit) 和DU (Distributed Unit) 两个功能实体,CU与DU功能的切分以处理内容的实时性进行区分,实现了完全符合3GPP标准的高层切分形态。CU设备主要包括非实时的无线高层协议栈功能,同时也支持部分核心网功能下沉和边缘应用业务的部署,而DU设备主要处理物理层功能和实时性需求的层2功能。为了减少前传带宽,还将一部分DU功能上移到RRU中,即级联(Cascade)架构。除协议栈本身的功能分布外,我们也对RAN切分后可能对调度、时延等的影响进行了深入评估,输出可适配多种用户站点形态、业务类型和频段的RAN部署架构模型。经验证,这种架构下前传带宽可缩小到非切分时的1/7左右,可满足5G的大带宽需求。

云化与非云化部署

虚拟化的引入将网络软件功能从黑盒设备中解耦,实现了软硬件分离,由此也带来灵活部署、资源池化、弹性伸缩等增益。5G系统中接入网侧由于基带处理等实时特性,并不能像核心网一样实现完全虚拟化。但接入网高层功能对实时性要求并不高,因此将实时和非实时功能切分,为接入网的部分虚拟化带来了可能。

在CU/DU分离后,可以将承载非实时功能的CU,承载于通用物理器件上,而接入网高层功能以虚拟机的形态运行;而切分后的DU依然采用专用的物理器件。这样集中部署的CU形态,我们可称之为Cloud CU或云化CU。与之相对的,则是没有引入虚拟化技术、传统的接入网

非云化部署形态。一种是个BBU完全独立,不共站址部署的形态,我们称之为D-RAN;另外一种则是多个BBU共站部署,此时BBU的基带资源池可能共享,也可能彼此独立。这种形态,我们称之为C-RAN。

中兴通讯的5G接入网,支持上述所有形态的部署架构。这不止是为了前向和后向的兼容性,更多的是为了应对复杂多样的业务场景。

CP/UP的汇聚优化

在通过分离来适配带宽和部署架构后,中兴通讯5G RAN还可在集中式的CU节点上实现控制面和用户面汇聚的优化处理。

对控制面(CP)而言,多个小区或站点对应CP的汇聚可以统一进行资源协同、干扰控制、负荷分担等处理,其效率和效果均优于分布式基于接口的RRM(Radio Resource Management)操作;对用户面而言,多个用户面(UP)汇聚有利于跨小区乃至跨站的报文交互,原本要通过接口投递的数据,现在只需在集中式节点共享上下文即可;原本移动性过程中需要迁移的到核心网承载,现在则可链路复用。

这些集中式的收益,在4G的C-RAN中也可以部分实现。但对5G而言,因其组网架构复杂、站址密度高、频段丰富,对业务连续性和可靠性的要求更高于4G,因此CP/UP汇聚处理的必要性和收益都更为明显。中兴5G RAN已可在CU/DU分离架构基础上,通过汇聚来实现如上所述的性能增强,并将进一步在此基础上继续探索,引入包括能力开放、网络自优化、AI等可利用汇聚节点提升用户体验的特性。

更进一步的CP/UP分离

在CU/DU分离的基础上,为了进一步适配不同业务的请求。接入网的CU侧,还可以更进一步地将控制面和用户面再行分离。分离后的CP和UP彼此解耦,通过标准的E1接口进行交互,可部署在不同的物理节点。

图1展示了CP/UP分离后的接口,但并未完全描述CP和UP的部署形态。实际上,CP/UP进一步分离后,其部署的位置可根据需要来选择。如分离后的CP可以进一步

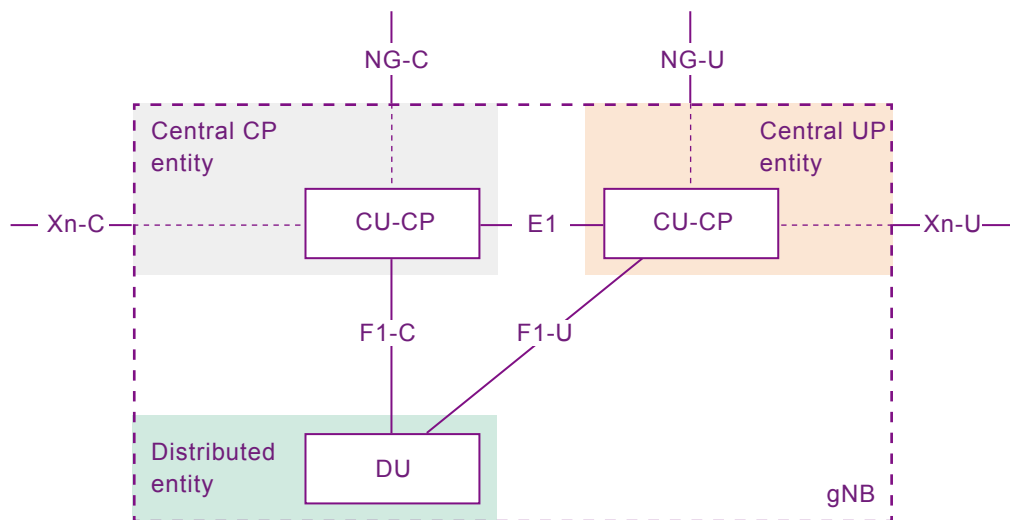


图1 CP/UP分离架构

集中，更好地实现控制面的协同功能；分离后的UP可以根据业务时延需求，选择部署在网络边缘或更高一层的节点。

灵活的5G RAN架构

如上所述，引入CU/DU分离设计后，在5G RAN架构中出现了D-RAN、C-RAN、Cloud-RAN等多种架构，而CP/UP的进一步分离则使得架构的变化更为多样。但需要说明的是，这些架构之间并非彼此互斥，运营商完全可以根据自己的需要进行灵活的网络部署。

在从4G网络向5G网络演进的过程中，可以从D-RAN部署开始，逐步引入不同的架构形态。而在5G成熟商用部署后，这三种架构依然可以根据区域、业务需要，在同一张网络中共存。中兴通讯5G RAN灵活的拓扑结构，可兼容适应理想前传和非理想前传的传输环境，不止可支持多种形态，更可以根据不同应用场景自适应进行架构调整。

三种架构的适用场景如下：

- D-RAN：低时延业务场景、网络初期快速部署；
- C-RAN：站址机房空间不足、前传光纤资源受限、BBU基带资源池化需求；

- Cloud-RAN：与MEC共平台部署、集中管理和协同要求、采用通用化器件、基于切片的编排和弹缩。

下面列举两个典型的5G业务应用场景，我们来看一看灵活的5G RAN架构如何适配这些场景，实现最佳用户体验。

- 4G/5G融合场景：采用LTE和5G双连接的方式，控制面经由LTE基站，保证连续覆盖；用户面数据经由5G DU单元，解决高流量无线接入；控制面和用户面高层协议均集中汇聚在CU单元。终端移动时，保持控制面以及用户面锚点不变，实现无缝移动性。
- 车联网场景：在靠近路边的位置部署DU单元，辅助实现车端V2V/V2X无线资源分配；CU单元可部署在上级节点，应用服务器可部署在CU侧，实现应用层的快速反馈交互。

总体来说，通过对RAN侧的功能切分，使得业务驱动的接入网重组成为可能。这种重组既包含功能层次分离，也包含处理的汇聚、应用服务的下移、核心网功能的融合。更为重要的是，这诸多形态，可以由网络根据需要自适应使能。中兴通讯5G RAN架构所具备的这种通用性和灵活性，正切合5G“万物互联”的商业诉求，符合移动通信的未来发展方向。 **ZTE中兴**

中兴通讯：我们已做好全面准备 迎接5G商用的到来

采编 熊曼卿

随

随着2018年6月5G第一阶段全功能标准化工作的完成，全球5G早期商用部署的浪潮日趋高涨。运营商、设备商如火如荼地进行着备战，谁在5G中掌握了先手，就意味着将在未来长达十年的通信市场中，取得主导地位。中兴通讯以5G作为核心战略，在标准制定、技术创新、产品验证、商用进程等方面都有亮眼表现。面对愈演愈烈的5G之争，中兴通讯是否做好了准备？近日《中兴通讯技术（简讯）》采访了中兴通讯副总裁、TDD&5G产品总经理柏燕民。

今年上半年，中兴通讯与中国移动在广州打通5G First Call，释放商用提速信号，引起行业关注。您能先谈谈本次First Call的具体情况吗？

好的，今年3月底我们联合中国移动在广州打通了基于3GPP标准的5G First Call，正式开通了端到端5G商用系统规模外场站点。可以说这是5G商用进程的重要里程碑，对加速5G发展有积极的促进作用。

广州是中国移动进行5G外场测试的试点城市之一，是我们推动5G商用成熟的重要基地。早在2017年6月，我们

已经联合中国移动在广州开通了全球首个5G预商用基站，并联合完成了多项关键测试，全面验证了3.5G频段5G新空口的覆盖、速率、容量、时延等多项指标和技术方案。测试用例完成度、完成时间和质量都是业界领先，为后续的5G商用积累了丰富的经验。作为中国移动的核心合作伙伴，我们将继续携手中国移动建设5G试验网，助力5G产业链发展。

在5G核心技术方面，自主创新一直是中国企业的主要竞争力。中兴通讯在5G关键技术自主创新上有哪些优势和亮点？

的确是这样，自主创新是5G第一驱动力。中兴通讯的“创新”基因让我们有信心在未来的竞争中始终立于不败之地。我们在5G方面的创新主要有三个方面：

首先，中兴通讯是Massive MIMO技术的先驱和领跑者。Massive MIMO（大规模天线阵列技术）是5G的关键技术，它基于精准、成熟的信道估算算法和专利MU-MIMO（多用户多天线的）调度机制，能有效提升6~8倍的频谱效率，极大地提高小区容量。早在2014年6月，中兴通讯就全球首家提出了Pre5G这一颠覆式的创新理念，将5G关键技术Massive MIMO 4G化，在不改变终端和现网



中兴通讯副总裁、TDD&5G产品总经理柏燕民

的情况下，使4G终端用户提前享受类5G的极速体验，并凭借着丰富的验证和商用经验，获得了通信行业的最高奖项：2016年世界移动大会（MWC）的“最佳移动技术突破”奖和“首席技术官之选”。至今，中兴通讯Pre5G Massive MIMO已经有4年的商用经验，并与中国移动、和计、O2、Telefonica等运营商进行合作，积累了大量的运营经验，这些宝贵的经验为Massive MIMO将来在5G中的成熟商用打下基础。

其次，我们是NOMA技术的主要推动者。NOMA（非正交多址接入技术）也是5G关键技术之一，我们作为第一起草人，在3GPP牵头并通过了NOMA研究项目的立项。NOMA有多种实现方案，由中兴通讯提出的MUSA（Multi-User Shared Access）是其中一种，具有免调度和高冲突支持能力，让系统在相同时频资源下支持数倍用户的接

入，我们相信，MUSA在将来有望成为国际标准。除此，我们全面参与了ITU、3GPP、IEEE、NGMN等国际主流标准组织，并在3GPP 5G NR/NGC技术方面累计提交超过4700篇国际提案，获得3个5G关键规范的编辑席位，1个RAN3副主席席位。

第三，在5G芯片技术上我们投入巨大并取得了不俗成绩。基于强大的7nm技术的芯片设计水平和开发能力，我们已经推出了自主研发的全制式5G多模基带芯片和数字中频芯片，架构领先，功能强大。

除此之外，中兴通讯还提出许多其他5G核心技术，比如波束管理、高频信道建模、低密度奇偶校验码等等。我们坚信自主创新是5G第一驱动力，我们也一直在自主创新的路上迈进。

根据Ovum第三方分析报告，全球5G商用趋势是2019年实现商用，2020年实现规模商用。现已进入2年倒计时，中兴通讯目前在5G商用进程的布局如何？

5G早期商用部署的号角已经吹响，中兴通讯做好了全面的准备。

首先，在5G产品方面，我们是少数具备端到端支持能力的设备商，迄今我们已经推出了5G低频基站、高频基站、快速部署基站、室内覆盖和模拟终端等全系列全场景商用产品，可以第一时间支持5G网络的商用。

其次，在5G测试验证方面，我们目前已与全球20多家知名运营商进行了5G合作和测试，包括中国移动、中国电信、中国联通、Telefonica、Orange、意大利Wind Tre和OpenFiber、比利时Telenet、Umobile等，已经具备为全球第一批5G商用部署提供产品和服务的经验。其中，我们与意大利第一大移动运营商Wind Tre、意大利领先的有线运营商OpenFiber在2017年10月签署了合作协议，目标是建设欧洲第一张5G预商用网络。

除此，加强产业合作，推动产业链协同发展也是5G走向商用的关键。目前中兴通讯与整个通信产业链

都有着广泛的合作。在2017年与中国移动以及芯片厂家联合进行了全球首个符合3GPP标准的低频互联互通测试(IoDT)，成为5G产业标志性里程碑。

随着5G大规模商用日程的不断逼近，中兴通讯将继续高强度的研发投入，保持5G先锋的优势地位，构建最佳5G网络，助力运营商迈向商业新增长，实现共赢。

5G商用网络建设大潮即将到来，中兴通讯对于运营商未来网络部署有什么建议？

我的观点是这样的，对运营商来说，首先需要考量的是5G网络架构的确定。运营商会面临SA（独立组网）和NSA（非独立组网）两种选择。一般看来，两种网络架构各有优劣。NSA主要以提升热点区域带宽为主要目标，没有独立信令面，依托4G基站和4G核心网工作。SA不依赖任何网络独立部署，控制面和用户面全部由NR自身解决，能实现所有5G的新特征，有利于发挥5G的全部能力。

经过长期对比研究和实地验证，我们认为SA是更优的选择。SA在网络性能、组网复杂度、建网终极成本上都会比NSA表现更好，同时在最令运营商担心的覆盖问题上也可以比肩4G网络。由于3.5GHz（3.3~3.8GHz）频段是5G初期部署的主力频段，因此3.5GHz NR的覆盖能力将对运营商部署方式的选择产生很大的影响。我们通过大量的链路预算、系统仿真和在广州、深圳、雄安等5G外场的测试验证，发现3.5GHz频段的5G NR完全可以达到与4G同等或更好的网络覆盖。这就是说5G NR在3.5GHz频段完全具备SA独立组网能力。

因此我们更建议运营商未来网络部署采用SA方案，一方面保护4G现网不受影响，另一方面可以确保客户充分感受新的5G网络带来的极致体验。具体网络建设可以先从低频开始，实现基础网络覆盖，当业务量发展到一定程度时再通过高频段技术增加容量和速率。



中国致力于建设网络强国，在5G领域十分积极。您怎么看待中国在5G世界舞台上所处的地位和担当的角色？

从目前来看，中国力量成为5G时代的引领者已经成为了产业共识和必然趋势。主要有以下几点体现：

在标准领域，中国通信企业贡献给3GPP的5G方面的提案，已经占到了全部提案的40%。各个5G工作组的中国专家也占比很大。

从政策方面来看，中国政府表示要建设全球最大规模的5G商用网络，并率先公布了5G频段，无疑释放了非常积极的信号。

在市场方面，根据知名咨询机构Ovum的独立研究报告，截止到2017年底，全球总共有4G基站数量约779万，中国4G基站约434万，占到了全球基站总数的55.68%。而在中国4G市场，中兴通讯占了1/3的市场份额。市场规模决定了话语权，中国市场的巨大体量所带来的规模效应将极大促进5G产业链的繁荣。从系统到终端到芯片，全球产业的伙伴们都愿意率先围绕在中国市场的这块蛋糕周围，把5G的商用需求进一步探索清楚，把5G端到端的产业链做起来，同时让全球都能分享中国5G的规模经济带来的成本优势。所以我们相信，中国5G，未来可期。 **ZTE中兴**

5G网络端到端切片技术， 为垂直行业赋能



卞英音
中兴通讯
系统方案架构师



孟晓斌
中兴通讯
系统方案总工

5

G作为数字化社会的关键基础设施，不仅服务于个人用户，还需要满足各行各业数字化转型的需求。5G网络无处不在，需要满足人与人、人与物、物与物之间各种各样的通信要求，不同的场景对网络的功能、性能有不同的需求。网络切片是提供特定网络能力和网络特性的逻辑网络。通过切片技术，可以实现对5G网络资源的灵活切分，快速定制出满足客户差异化需求的虚拟网络，同时充分共享网络资源，实现按需定制和建网成本的动态平衡。

网络切片是5G差异化需求的必然选择

相对于4G个人用户单一的流量需求，5G应用对网络要求千差万别：对于工业控制场景，业务中断会造成财产损失，因此网络需要提供1ms的延时和高可靠的保障，同时有较高的网络隔离要求；车联网中自动驾驶防碰撞需求涉及人身安全，需要极低延时以及99.999%可靠性的网络支撑；VR/AR应用大幅提升个人消费体验，但是要求网络具备超过1G带宽的能力；物联网采集类的业务对网络带宽和时延要求不高，但是要求网络支持每平方公里100万海量连接的能力。此外智能工厂、远程医疗、智能电网等场景

都对5G网络提出了十分苛刻的需求，如果每种业务需求都独立新建网络来满足，建网成本巨大，严重制约业务的发展；而使用同一张网络承载所有业务，超高带宽、超低时延、超高可靠性等需求很难同时满足，建网困难，业务隔离也存在隐患。

为了解决差异化SLA与建网成本之间的矛盾，网络切片成为了必然选择。网络切片能力已经成为5G网络建设的基本要求，网络切片实现的灵活和开放程度将直接影响运营商对业务创新和商业机会的把握。

中兴通讯端到端切片解决方案

5G端到端网络切片由无线、核心网、承载子切片组成，上层E2E切片管理系统实现网络切片的全生命周期管理（见图1）。中兴通讯可以提供端到端全系列产品，并率先发布了端到端切片解决方案，助力运营商进行切片网络的构建。

云化和服务化的核心网，按需构建切片功能

传统基于专用硬件的刚性、封闭的核心网无法满足5G网络的差异化需求。5G核心网在网络功能虚拟化的基础上

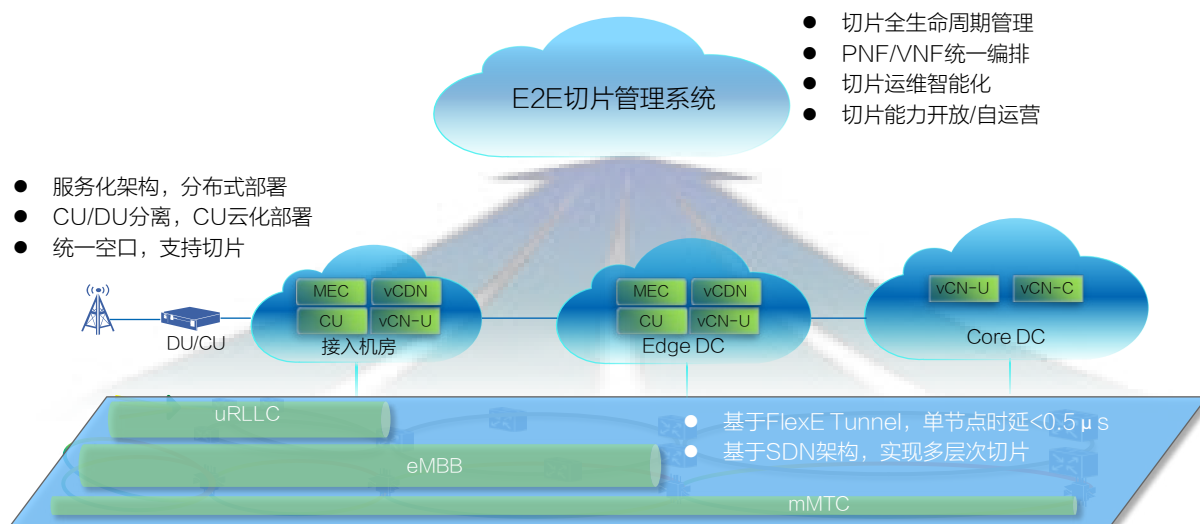


图1 5G网络端到端切片总体架构

进一步引入服务化架构，实现网络功能解耦、服务化架构服务组件化，采用无状态设计，使用轻量开放的接口，具有敏捷、易拓展、灵活、开放的特性。

基于虚拟化、服务化架构的5G核心网，可以实现切片和网络功能的按需编排、快速部署、灵活弹性和高可靠性要求，为网络切片奠定了基础。

灵活的无线切分和统一空口设计，适配多样切片场景

5G无线接入网支持AAU/CU/DU的灵活切分和部署，满足不同场景的切片组网要求。CU的云化部署方便进行无线资源的集中管理，DU和CU合一部署以及业务锚点的下沉可以减少传输延时。

5G空口采用灵活的帧结构满足不同场景的业务要求，同时差异化的5G关键技术也可以支撑不同场景的SLA需求。例如，Massive MIMO技术使用户速率倍增，中兴通讯首创的MUSA技术进一步提升终端接入数量，Mini-Slot技术使得通信时延大大降低。无线接入网通过灵活的参数配置，实现不同帧结构和关键技术与多样化场景的适配，基于同一空口满足不同网络切片的需求。

SDN化承载多层次切片技术，灵活构建虚拟传输切片

承载通过物理网络虚拟化实现网络切片，基于管控融合的SDN架构实现IP层与光层协同，物理网络具有开放、可编程特征，支持未来各种新型网络体系结构和新型业务的创新。不同网络切片间的隔离性取决于采用的切片技术，例如，FlexE、FlexO等技术具备构建刚性管道的能力，在满足更高安全隔离要求的同时还能实现底层快速转发，可以进行灵活选择，满足不同类型业务对承载网络的要求。

相对建设多个物理平面，承载网虚拟切片方式可以极大减少建网成本，灵活实现资源按需调度，适应5G快速变化的业务需求。

统一的端到端切片编排管理，快速实现意图驱动片的切片构建

新技术的采用带来了网络切片的灵活性和管理的复杂性，同时面向5G应用的网络切片种类和数量巨大，需要进行统一的端到端切片编排管理。

中兴通讯基于业界首家电信级DevOps平台，提供切

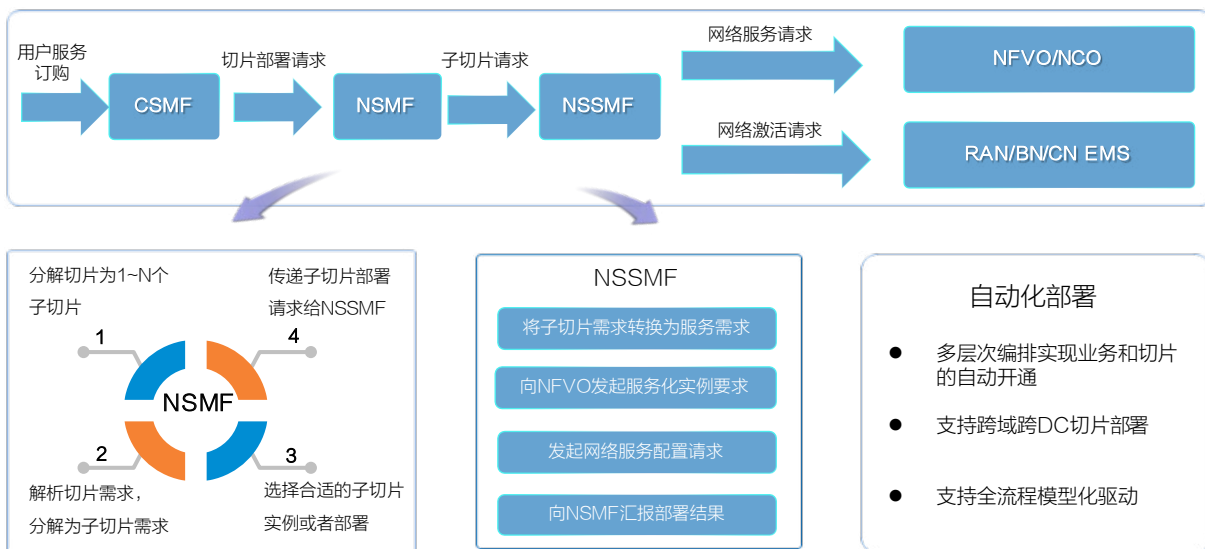


图2 切片的自动化部署流程

片端到端自动化运维和全生命周期管理功能，实现切片设计、开发、测试、部署、监控及动态优化闭环，提供向导式切片设计，实现网络端到端编排和分钟级部署（见图2）。同时基于AI驱动自动运维，可以实现网络的自愈、弹性和自优化。E2E切片编排管理系统通过全流程模型化驱动，实现业务需求和网络资源的灵活匹配，基于客户意图进行切片的快速定制和部署。

切片运营共铸行业生态，加速行业应用创新

网络切片不仅是一种技术，同时也会带来新的商业模式，5G网络切片充分结合SDN/NFV技术，实现业务需求与网络资源的灵活匹配，具备面向行业客户快速定制的能力。网络切片具备了可定制、可交付、可测量、可计费的特性，运营商就可以把切片作为商品面向行业客户运营，同时还可以进一步将切片相关能力开放，打造NSaaS（网络切片即服务）的经营模式，更好地满足行业用户的定制化需求。通过开放的接口，行业客户可以把切片和自身应用相结合，像使用自建的专网一样自由地使用和管理切片网络，实现更便捷的服务。

对于垂直行业，通过与运营商的业务合作，无需建

设移动专网即可更方便、快捷地使用5G网络，节省初期建网投资，快速实现数字化转型。例如，对于车联网切片，可以提供高可靠低延时的服务，基于切片间隔离可以保障车联网平台的安全，通过开放接口可以满足车辆定位需求，同时还可以利用网络中的边缘计算节点，实现更好的业务体验。我们设想在未来的智能工厂中，需要部署海量的传感器监控生产环境，传感器的数量众多，但每个传感器需要的带宽很小，需要智能机器人的高效协同操作，要求机器人之间协同的时延很小，同时又要保障99.9999%的可靠性，需要采用高清视频监控进行车间巡检，并利用VR/AR技术进行工业设计的图像处理，这就要求网络提供超高的带宽接入。利用切片技术，我们可在同一张5G网络上快速虚拟出三张切片网络，满足上述不同的网络需求，并能够充分共享物理网络资源，方便企业以最小的建网投资快速实现生产的数字化。

5G的目标是实现全社会的数字化，在物联网、智慧城市、自动驾驶、智能制造、远程控制等领域有着广泛的应用前景。相信随着切片与行业应用紧密结合，生态的逐步构建，必将在数字化社会的建设中发挥出5G网络的最大价值，推动行业应用创新，实现行业和运营商的共赢。 ZTE中兴

5G网络场景下AI的应用



孙一飞
中兴通讯
系统方案架构师

随

随着5G技术标准的加速成熟和全球5G预商用测试的深入开展,5G部署的步伐也在全球范围内加快,我们将很快进入5G时代。5G的大连接、低时延、高速率、广覆盖等特性,成为数字化转型的重要驱动力。在产业链的共同努力下,围绕eMBB、mMTC和uRLLC三大核心场景,5G网络正让越来越多的创新应用成为可能。

在5G时代,运营商将面临网络复杂化、业务多样化、体验个性化的挑战。网络复杂化,主要体现在5G密集组网站点规划复杂、大规模天线阵列配置组合模式复杂,以及引入SDN/NFV、云化网络带来的全局调度复杂化;业务多样化,主要体现在从原来的语音、数据等移动互联网业务逐步扩展到物联网、工业互联网、远程医疗等已知和未知业务;体验的个性化,主要体现需要为用户提供差异化、个性化的贴心服务,构建用户全生命周期、全业务流程、全业务场景的体验感知模型并与服务感受、营销活动等相关,实现智慧运营。以上三个方面需要网络运维运营更加智能敏捷。

AI在5G网络的典型应用场景

以机器学习、深度学习为代表的AI技术在互联网、安防等行业大放光彩,取得了令人瞩目的成果。我们认为AI技术在帮助电信运营商优化投资、降成本、提升运维效率方面大有可为,比如:5G精准网络建设、扩容预测、覆盖自优化、智能化的MIMO、云化网络资源动态调度、5G智能切片等,如图1。

基于预测的精准网络规划,使能智慧网建

5G网络部署,运营商面对的一大挑战是如何建网布站。传统网络建设,更多地依赖于规划仿真、实际路测以及投诉触发等手段,一方面需要依赖专家经验,另一方面需要投入较多的人力成本。引入5G后,对于多制式、多频段、多小区的混合场景,现有模式的局限性凸显。

智能化的网规网建,可以利用机器学习和人工智能算法,对多维数据进行分析,特别是跨域数据的综合分析。比如区域内的O域数据、B域数据、地理信息、工参信息、历史KPI、历史投诉信息等,利用人工智能算法进行综合性的分析推理,对区域内业务量的增长趋势、峰值流量、资源利用率等进行合理预测,对多制式的覆盖和干扰进行最优化测算和参数配置推荐,用来指导4G/5G的协同组网规划、扩容建设、站点补盲等,使得运营商的网络区域规划能够逼近理论上的最优值,同时极大地降低网规网建过程中的人力成本。

基于人工智能的覆盖优化,解放人力,智能调优

无线网络的覆盖优化需要根据业务负荷、位置,动态地调整无线射频参数,例如导频功率、天线倾角、天线方向角等,是极其耗费人力投入的一项日常工作。但是由于无线环境复杂,参数的个数和维度很多,参数取值组合多,通过传统的基于人工路测等网优方式,很难确定无线参数与覆盖和容量之间的关系。传统网络优化,一般需要通过路测、分析、基于专家经验调整软参或者天线物理特性后,再进行路测分析验证,以实现不断优化过程,对经验和人员的处理技能依赖性较高。

引入机器学习算法，一方面，由于涉及的参数很多，在算法训练时可以分层和降维，以减少容量覆盖优化模型中相关的参数个数，提高训练效率，同时还可以通过历史多维数据分析学习，比如地理参数、工参列表、历史KPI和RSRP数据，训练得到RSRP的有效预测模型。然后部署在实际网络中，通过实际的MR采集RSRP和网络状态（无线配置、UE位置、业务负荷、频谱分布）等数据，对区域内的RSRP进行预测并指导对应的优化操作，并基于覆盖质量的预测结果，来指导优化参数的下发或物理操作。人工智能方法可以实现持续闭环的优化，并且最小化依赖人力的干预，用来自动实施网络的覆盖优化，改善弱覆盖、过覆盖、重叠覆盖等网络问题。

智能化Massive MIMO，更高效，更好体验

Massive MIMO是5G的关键技术。Massive MIMO信道的波束赋型需要与小区用户分布匹配，并尽量降低相邻小区广播信道的干扰，才能充分发挥Massive MIMO站（以下简称“MM站”）的优势，最大程度地匹配当前覆盖环境的需要，同时最优化用户体验。

MM站的权值设定，是影响波束覆盖效果的关键因素。对于不同覆盖区域的需求，或者同一覆盖区域不同覆盖场景的需求，MM站权值的设定和调整，对覆盖质量和效率起到决定性的作用。运维系统可以基于专家经验，根据实际

需求触发调整，但这种模式的效率往往较低，一般而言达到最优逼近也比较困难，往往需要多轮调优。

利用人工智能技术，可以通过对历史用户分布数据的分析和挖掘，识别分布变化规律，提前预测用户分布；同时通过学习历史数据判断无线质量与最优权值的对应关系。基于这个技术，在场景或用户分布发生变化迁移时，系统可以自动指导MM站做出对应的权值优化。针对多小区，除了小区内优化的考虑，还要考虑多MM站间的干扰，取最优组合，达到区域的覆盖效果最优化。典型的比如体育场内，对体育赛事和演唱会场景，用户的分布式有明显区别的，这种情况下，场内几个MM站，可以自动识别对应场景，并在不同场景间做权值的自适应优化，来达到当前场景下的用户覆盖最优效果。

基于人工智能的网络节能，促网络绿色运营

网络能耗是运营商的重要OPEX支出之一，提高能源效率亦是未来网络运营的关键要求。通过网络流量数据、资源利用率数据统计关联分析，网络忙闲状态与人们的工作和休息节奏具有高度的相关性，尤其是学校、CDB、商业区、大型居民区等热点区域具有显著的潮汐效应。网络容量目前都是按照网络业务的峰值要求建设的，包括无线基站以及集中部署了未来NFV网络基础设施的数据中心，如何基于网络业务量对基站和服务器进行休眠和唤醒操作，在满足实时业务需

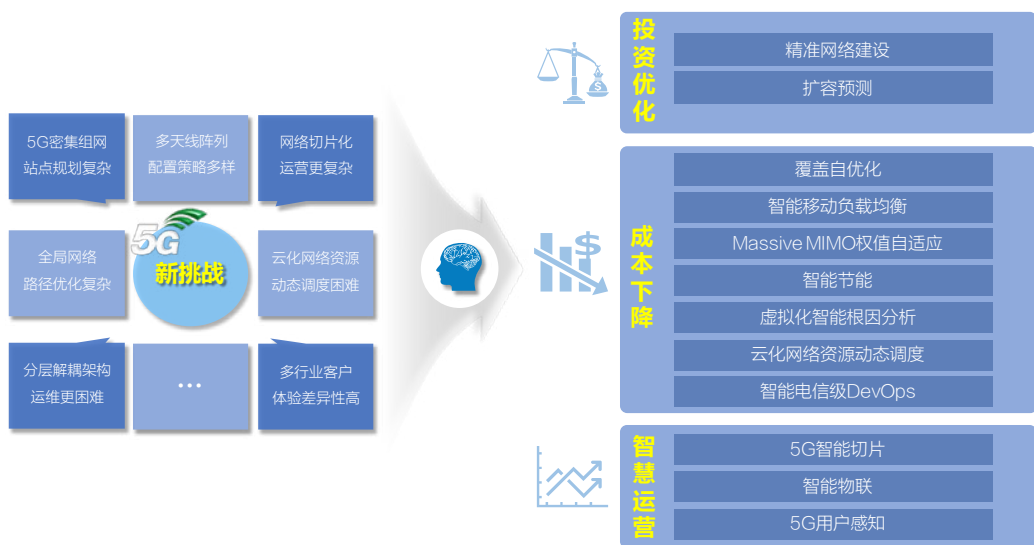


图1 5G网络AI典型应用场景

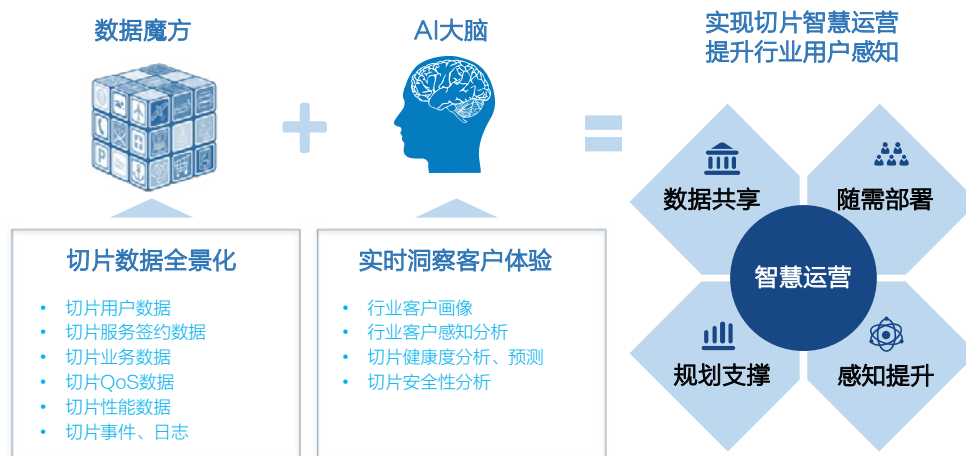


图2 数据魔方+AI大脑，服务切片全生命周期智慧运营

求的同时实现绿色节能的目标，需要进一步研究。

基于AI的网络智能节能技术，充分考虑了网络覆盖、用户分布、业务特征，辅以负荷预测、精准预测和选择热点小区，适时选择休眠和唤醒设备时机，充分提供可靠和无缝的用户体验，使得区域网络资源利用率更高，用户体验保障更好，区域内网络能耗有效降低。

数据魔方+AI大脑，服务切片全生命周期智慧运营

在未来5G网络中，切片即商品、NSaaS将成为常态化的经营品类。网络切片给特定行业租户提供了一个全面的端到端虚拟网络，如何保障行业用户在虚拟网络中能够享有良好的客户感知，关系到切片运营的成功。

为了提高切片用户的感知，首先要构建切片的全景数据图，实时、全方位地收集切片的用户数据、签约数据、QoS数据、性能数据以及各种事件和日志，进行多维分析，从而形成切片数据魔方。在数据魔方的基础上，叠加智能分析大脑，可以对切片的健康度进行分析、预测和保障；对不同的行业用户进行感知评估、分析，优化，构建用户画像，保障切片健康、安全高效运行。

此外，借助数据魔方和AI大脑，服务切片全生命周期的每个环节，实现了闭环，借助AI，服务于切片策略的智能生成、助力切片故障的智能自愈和性能自优化，实现切片资源的智能化调度以及配置最佳。数据魔方和AI大脑的结合，将有效指导未来切片智慧运营的各个环节，如图2。

运营商人工智能部署方式建议

前面我们介绍了中兴通讯AI在助力5G网络提升投资效率、降成本和提升运维效率的场景，关于运营商引入AI的产品形态，我们认为，当前和未来一段时间内，运营商网络中AI能力是泛在的，主要有三种基础能力：AI平台、轻量化AI引擎、AI算法模型。

我们认为运营商部署人工智能的方式，需结合业务发展需要、技术成熟度和成本三方面考虑，分步骤分阶段实施，具体建议如下：在当前阶段，即2018—2019年，在一些网元、维护工具，或已部署的大数据平台上，嵌入AI算法模型，进行离线训练和模型推理，这种部署方式计算力要求低，适合局部快速应用，但是模型升级更新周期长、全网策略协同受限；2019—2020这个阶段，考虑在运营编排系统集中部署AI平台，进行在线训练，优势是跨专业、大规模数据、采用专用AI硬件加速，模型可以在线训练、快速迭代，不足是推理实时性稍弱；2020年以后，考虑到5G的规模部署，可以在MEC/CU处部署轻量化AI引擎，训练、推理贴近边缘，适用于低时延IoT等业务，全面覆盖泛在智能场景。

人工智能在电信领域的应用仍处于起步阶段，未来5—10年是运营商网络智能化转型的关键时期。逐步人工智能技术引入电信网络的各个应用场景，将帮助运营商网络由当前人治模式转向网络自我驱动为主的自治模式，真正实现网络运营运维领域的智能化变革。 ZTE中兴

5G语音业务的实现和演进



强宇红
中兴通讯
云核心网架构师



王刚
中兴通讯
云核心网架构师



杨维
中兴通讯
云核心网架构师

5

G能够提供超宽的数据传输能力，实现万物互联的多种应用场景，行业应用对超高清移动视频、超高服务质量的实时通信网络的需求将很快成为现实。5G技术作为无线通信领域的新制高点，得到我国工信部的高度重视。中国工信部已确定将在2018年底前发放5G频率使用许可，并在2020年底前实现中国5G商用的目标。

5G核心网架构利用云计算/服务化架构等IT技术进行了全面的创新，音视频业务仍然是承载在其上的重要业务，业务质量只能提升不能下降。同时，迅速发展的行业应用也会对网络不断提出新需求。5G网络中的音视频业务如何实现，才能应对新形势下的新挑战，成为运营商重点关注的一个问题。

5G传统语音标准成熟

3GPP R15中，5G NR有两种部署选择，SA（Standalone）和NSA（non-Standalone）。SA模式下NR独立组网，NSA模式下，NR必须依靠eLTE提供控制信道。核心网也有两种部署模式，沿用EPC架构升级软件（EPC+）支持eMBB业务作为过渡部署方式，或者部署基于服务化架构的全新5GC网络。考虑到尽量减少5G网络部署后对现网基站的影响，在5G部署初期阶段，运营商主要关注Option3（核心网采用EPC+）和Option2（核心网采用5GC）两种部署模式。

3GPP在R8标准中早已明确基于IMS控制的VoLTE架构提供音视频业务，5G网络仍将继续沿用IMS作为业务控制域，5G承载音视频业务流（VoNR）。因此，即将在2018年第三季度全部完成的5G第一个版本R15中要求5G无线基站（NR）支持语音业务，5G核心网支持IMS特性，R15不对IMS网络进行架构上的改变。同时R15中也定义了对紧急业务的支持方案。

综合考虑到运营商5G初期部署模式和NR覆盖铺开的速度，5G语音业务的部署方案可分为两个阶段三种方式，如图1所示。

● VoLTE

基于Option3的过渡模式部署，EPC软件升级，5G NR不独立部署，控制面锚定于LTE。要求UE支持双连接，同时支持5G和4G无线接入上的数据收发，因而语音业务可选择承载在LTE上，数据业务继续在5G上发送。

该方案在5G部署初期可作为核心网和无线的过渡方案，满足运营商初期建设5G网络只实现提升个人用户MBB带宽的经营模式。

● EPS Fallback

EPS fallback方案允许5G终端驻留在5G NR使用数据业务，而语音业务仍在LTE上承载。

当终端发起语音呼叫时，NR通过切换流程将终端切换到LTE上，通过4G VoLTE提供语音业务。该方案在5G部署初期NR热点覆盖的语音过渡方案，以避免频繁切换引起的

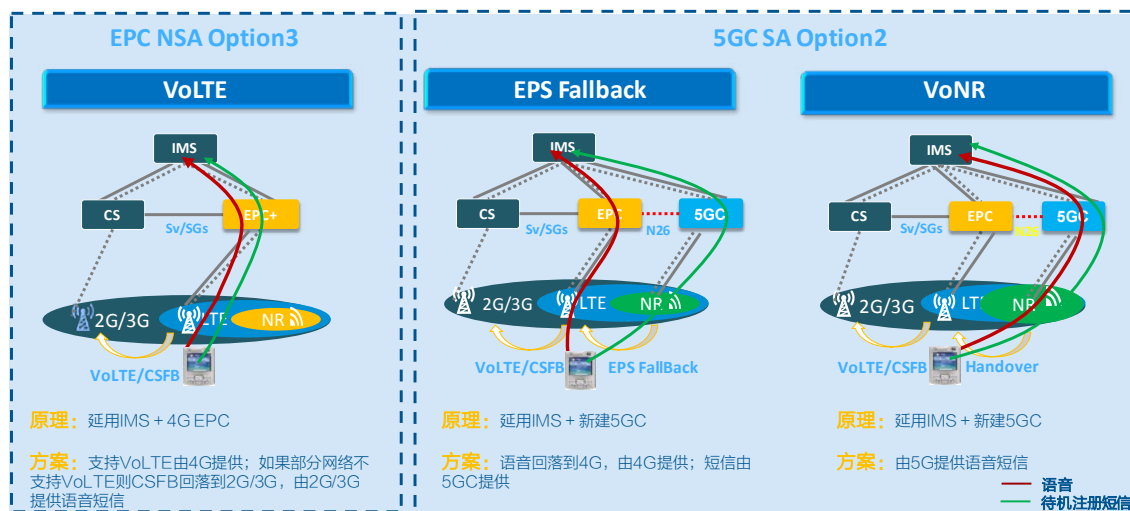


图1 5G语音部署方案

语音中断，影响用户感受。

● VoNR

VoNR是通过5G NR承载语音的技术方案，在NR的边界语音切换到LTE上。此方案在5G规模部署后使用，因为呼叫建立时间短，数据业务仍能高速传输而具有用户感受好的优势，是目标语音方案。

我们从架构、语音连续性等维度三种语音方案进行了对比（表1），可以看出三种方案都是成熟的技术方案。

考虑到终端、用户接受度、和5G覆盖三个因素，我们

建议5G初期的语音方案选择VoLTE担纲：

- 3GPP R15定义的5G语音标准已经基本成熟，5G语音终端2019年可商用。
- 5GC（EPS Fallback）语音方案和EPC NSA（VoLTE）方案基本相同，呼叫建立时延相比传统VoLTE增加400ms，用户基本无感知，语音连续性可保障。
- 5G初期热点覆盖，为减少5G和4G之间的语音切换，IMS简单软件升级配合5GC EPS Fallback提供VoLTE语音服务。随着5G覆盖逐步扩大实现连续覆盖，可直接采用

表1 5G语音短信方案关键技术点对比

| 方案 | VoLTE | EPS Fallback | VoNR |
|--------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 场景 | Option3模式 | Option2 NR热点覆盖 | Option2 NR连续覆盖 |
| 核心网架构 | IMS+EPC | IMS+5GC | IMS+5GC |
| 语音连续性 | 语音在4G网络进行，SRVCC/CSFB | 语音EPS fallback到4G网络进行 | 语音在5G进行 |
| 域选择 | 同4G域选择 | 同4G域选择机制，被叫针对双注册场景增加IMS试呼 | 同4G域选择机制，被叫针对双注册场景增加IMS试呼 |
| 紧急呼叫 | 同4G | 同4G机制 | 同4G机制 |
| QoS保障 | 同4G | 同4G | QoS能力优于4G |
| 短消息 | CS/PS短信、CSFB短信、SMSoIP短信 | 同5GC | 新增SMSF网元：SMSoNAS、SMSoIP |
| 漫游 | 同数据漫游（Local breakout/ Home Routed） | 同数据漫游（Local breakout/ Home Routed） | 同数据漫游（Local breakout/ Home Routed） |
| 呼叫建立时延 | DLE态：<3.5s connect态：<2.5s | 单注册支持N26场景下，增加时延大约400ms | <2s |
| 呼叫中断时延 | 语音保持连续，不受4G/5G切换影响 | 语音保持连续，不受4G/5G切换影响 | 单注册(N26+HO)：无中断，<300ms |

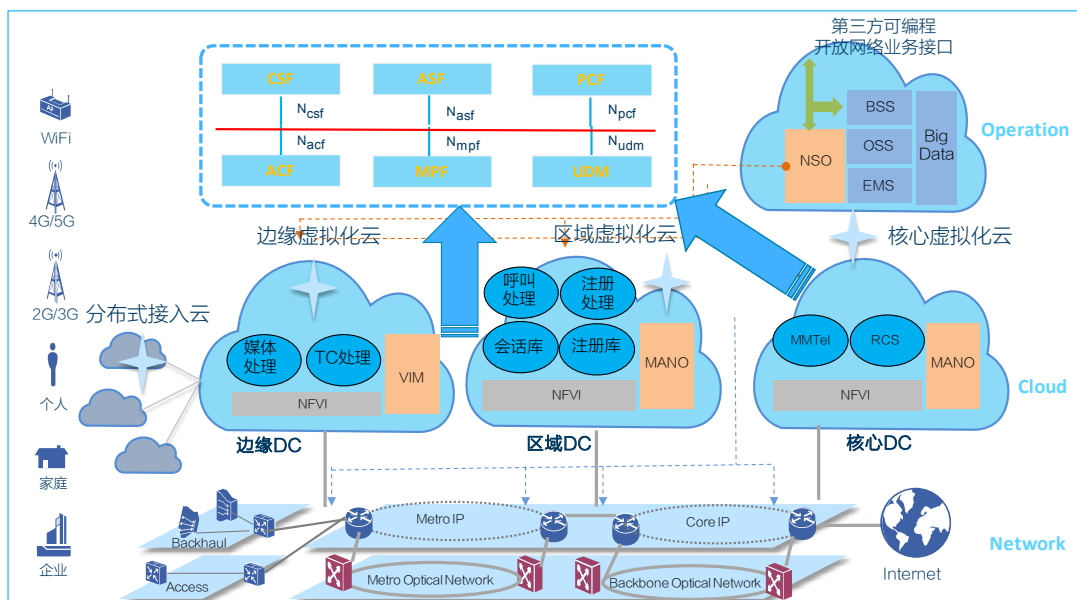


图2 中兴通讯IMS面向未来的演进场景举例。

VoNR提供5G语音。

IMS 面向5G的演进需求

5GC中定义了网络切片技术，5G网络功能基于服务的架构实现，支持按需快速定制、编排具有一定特性和容量的网络切片，并可以指定基础设施的位置，为运营商快速响应客户需求提供了灵活性。而3GPP的IMS标准架构从3GPP Release 4定义后一直采用以网元为单位的静态网络架构，网元间接口复杂，网络扩容以网元为粒度，通过整个网元版本的升级实现新业务部署，新业务上线时间长。

为此，3GPP R16将研究IMS的演进，以更好地利用5GC的新特性，满足实时电信业务/垂直行业不断变化的新需求。可预期的新特性包括IMS部分接口支持SBI（例如Rx、Cx等），通过网络切片实现业务和网络的按需定制，利用NFV能力开放接口获取网路能力进行业务适配等。

中兴通讯凭借多年的电信设备研发和部署经验，在深度分析IMS网元的逻辑功能基础上，结合不同应用场景将IMS网元进行重组，抽象成模块化、可重用性和自包含的组件，上架于软件仓库中。未来针对不同的行业应用，能够为用户提供灵活而稳健的设计、开发、部署、运维的一体化闭环环境。

参照5G SBA架构，中兴IMS将提供服务化接口（Rx/Cx/Sh），实现服务和基础设施共享。IMS的注册/会话/呼叫/媒体处理等功能包含在ACF、CSF、ASF、MPF、UDM、PCF等多个组件中，通过轻量级虚拟化技术，支持分布式部署，更可以实现集中化编排和运维。该架构将基于现有网络分阶段平滑演进，保护运营商已有投资，降低用户建网成本，最终实现基于服务化架构的IMS目标架构（见图2）。

中兴通讯5G语音业务进展

中兴通讯基于全球领先的NFV/SDN研发部署成功经验，不断迭代推出5GC版本，预计将在3GPP R15标准全部完成时同步发布云原生架构的5GC版本。该版本将支持验证服务化架构、网络切片及IoT业务特性等关键技术。

2018年3月底，中兴通讯协同中国移动在广州部署端到端的预商用设备，单用户吞吐量达到2.2Gbps，并打通国内首个5G电话，这是基于3GPP R15第一阶段的标准首次完成的国内5G语音业务外场验证。

相信伴随着5G无线技术和服务化架构、网络切片技术的不断创新和成熟，5G时代的语音视频业务将带给用户意想不到的新能力、新体验。 ZTE中兴

基于OTN演进的5G综合承载 解决方案及关键技术



罗来荣
中兴通讯
OTN产品规划总监

作

为新一代移动通信标准，5G当仁不让成为业界的热点。5G网络提供eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（超高可靠低时延通信）和mMTC（海量物联网）三大类业务，对承载网在带宽、容量、时延和组网灵活性方面提出了新的需求。目前关于5G承载的主要解决方案有SPN over OTN、IPRAN over OTN、分组增强OTN。本文重点介绍5G承载网关键需求、5G分组增强OTN承载方案及其关键技术和标准进展。

5G承载网关键需求

参考3GPP的标准进展，5G RAN的功能被重构为CU、DU和AAU三个功能实体，承载网分为前传（Fronthaul）、中传（Midhaul）和回传（Backhaul）三部分；5G对承载网的带宽、超低时延、时间同步、灵活连接提出了更高的要求。

超低时延

5G前传、中传网的时延要求非常高，表1是对前传、中传、回传网络允许的最大时延值初步评估结果。

由于时延的限制，uRLLC业务需要CU/MEC下沉组网、CU与DU合设；eMBB业务即使采用CU和DU分离的方式，距离也不能太远。

超大带宽及灵活连接需求

5G前传网AAU与DU间典型带宽（64T/R天线、100MHz频谱带宽）是25GE，比4G时代前传CPRI3~CPRI7带宽提升数倍。Sub 6GHz低频段5G单5111基站均值带宽3~5GHz，带宽相比4G宏站增加10倍以上。5G的大带宽需求对承载网带来较大挑战，5G基站的站间协同、核心网云化部署的负载均衡和多归属备份需求，使得流量更加复杂和动态，要求承载网具备足够的带宽扩展能力，提供灵活的业务连接。

超高精度时间同步

5G的超短帧、载波聚合和COMP多点协同技术引入，要求时间同步精度进一步提升，中国移动的相关标准提案提出要求从4G的 $\pm 1.5\mu\text{s}$ 提升到 $\pm 130\text{ns}$ ，分配到承载网的时间同步精度要求约 $\pm 100\text{ns}$ ，折算到单个节点设备时间同步精度预计会小于 $\pm 5\text{ns}$ 。

网络切片

核心网和RAN采用基于SDN/NFV的云化切片架构，按照应用场景进行切片，不同的功能切片对带宽、时延、网络功能和可靠性的要求不同。5G承载网是5G端到端业务路径的一部分，必须满足eMBB、uRLLC及mMTC多场景需求以及垂直行业及租赁业务的需求，这要求承载网络支持5G切片网络的业务隔离和独立运维需求，为不同类型的业务分配不同类型的承载网

切片，每个承载网切片像一个独立的物理网络一样。

基于OTN演进的5G综合承载解决方案

OTN技术结合了光域传输和电域处理的优势，不仅可以提供端到端的刚性透明管道连接、灵活分组转发软性管道和强大的组网能力，而且可以提供长距离、大容量传输的能力，完善的OAM机制保证了业务传送质量并使网络便于维护管理。分组增强OTN可以满足5G承载提出的大带宽、低时延、高精度时钟、高可靠等需求，在此基础上补足中回传的SR-MPLS灵活路由转发功能，是实现5G高效承载的性价比俱佳的技术演进路线。图1是基于OTN演进的5G综合承载解决方案示意图，该解决方案匹配OTN下沉的大趋势，实现5G、固定宽带、云和政企专线等业务的统一承载。在综合业务接入的汇聚机房，可以集中部署无线集中设备（DU或者CU+DU），汇聚机房的分组OTN设备可以将前传流量汇聚到节点无线设备，同时支持路由转发功能可以将中传回传业务上传到上层承载设备。对于接入层C-RAN小集中站点，CU&DU上行带宽的 $n \times 10GE$ ，可以采用10G或者25G波长直达到汇聚机房；对于业务稀疏的DRAN站点业务，接入层采用逐点中继10G/25G分组环形组网。

关键技术

M-OTN技术

Mobile-Optimized OTN（M-OTN）是当前研究热点，

日前，中国电信及中兴通讯共同努力，在ITU-T成功推动M-OTN技术标准化进程。M-OTN采用单级ODUflex over FlexO映射复用结构，通过简化TCM等OAM开销，优化FEC算法，采用FlexO-FR/SR帧结构，匹配25G、50G、100G低成本的光模块。中兴通讯创造性地提出基于Cell的FlexO解决方案，该方案业务映射效率高，省去了时隙颗粒度优化以及混合时隙颗粒度带来的计算复杂度。

超高精度时间同步技术

5G超高精度时间同步的实现涉及时间源精度提升和OTN设备传送方式的提升，目前时间源精度提升路径为单频向双频演进，进而向共模共视差分演进；OTN设备传送方式又从带内、带外两个方向提升精度。带外方式是通过OTN的光监控道波长来传送PTP，特别是单纤双向方式可以自然消除非对称性时延差，是个优先考虑的方案；为提高对时精度，涉及采用超高精度PHY，需要支持相位检测和对齐时钟器件提高打时间戳的精度。

带内方案涉及FlexO的管理开销AM中的OSMC字节，需要支持FlexO的成帧器提高打时间戳的精度，并严格控制光模块因上下电、插拔的延时变化范围。

灵活切片技术

分组增强OTN网络需要支持承载转发面、控制面和管理面的切片，转发面支持基于L0、L1层（ λ , ODUk, VC）硬管道进行切片，也需要支持基于L2、L3层（VLAN, LSP, PW,

表1 5G前传、中传、回传的时延要求

| 场景 | 业务类型 | 单向RAN时延 (UE PDCP to gNB PDCP) | Fronthaul 时延要求 | Middlehaul 时延要求 | Backhaul 时延要求 |
|---------|-------|------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| CU/DU合设 | eMBB | < 4ms (参考3GPP TR38.913) | <100 μ s | 不适用 | 几毫秒 |
| | uRLLC | <0.5ms (参考3GPP TR38.913) | <50 μ s | 不适用 | 几百微秒 |
| CU/DU分离 | eMBB | <4ms | <50 μ s | 数百微秒 | 几毫秒 |
| 其他 | mMTC | 向eMBB看齐即可 | | | |

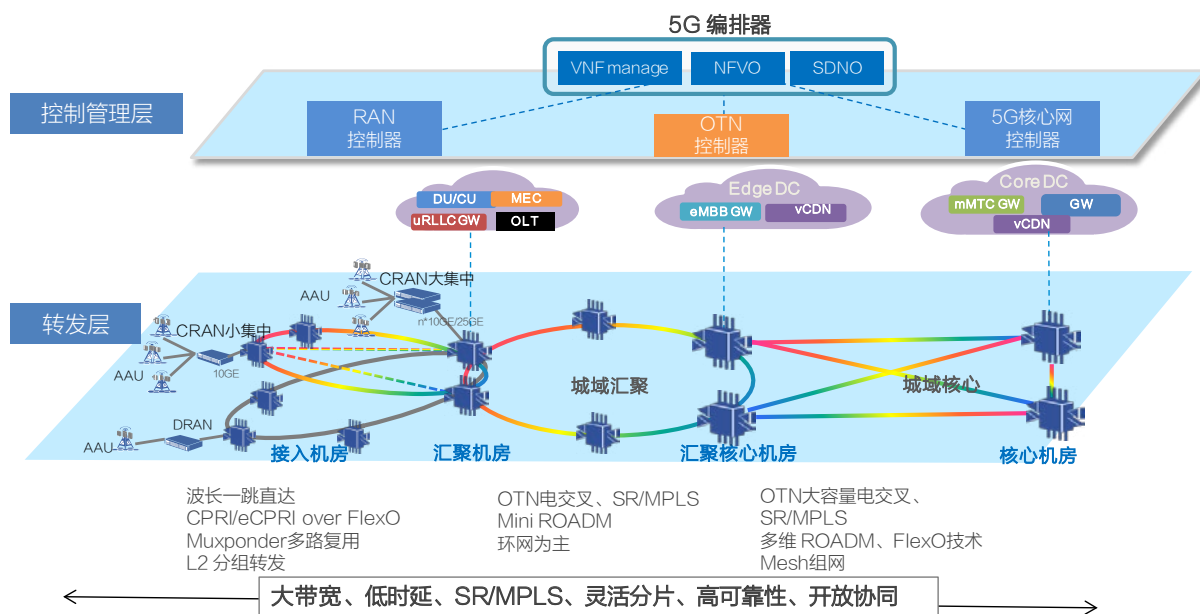


图1 基于OTN演进的5G综合承载解决方案架构

L2/L3 VPN)的软管道切片,每个切片有自己的独立逻辑拓扑,不同切片有自己的控制和管理面平面,通过与无线和核心网切片网络的协同,提供端到端5G的切片解决方案,满足5G垂直行业应用的多场景、多租户的应用需求。

基于OTN演进的5G综合承载标准进展

基于OTN技术进行5G承载的研究一直是标准组织中的一个工作热点。最早在2016年9月的ITU-T SG15全会上,就有厂商提出在Q11小组内启动使用OTN承载无线信号的研究,号召大家提出提案讨论这个话题。在随后的Q11中间会议,中兴通讯等多家国内外厂商提出了关于OTN承载5G信号的需求以及考虑。在接下来的ITU-T SG15全会上,越来越多的厂商参与到5G传送的研究中,在OTN方向上,多个成员单位提出了启动一个基于OTN承载5G业务的标准项目的需求。

2017年10月的ITU-T SG15 Q11&Q12联合会议上,中国电信联合中兴通讯等成员提出了基于OTN技术解决5G承载问题的M-OTN技术。经过一段时间的讨论,在2018年2月的ITU-T SG15全会上, M-OTN标准取得实质进展,实现了两

个M-OTN相关项目的成功立项:“G.sup.5gotn: Application of OTN to 5G Transport (OTN在5G传送中的应用)”和“G.ctn5g: Characteristics of transport networks to support IMT-2020/5G (支持IMT-2020/5G的传送网特性)”。

中兴通讯凭借对5G通信网络的深刻理解和深厚技术积累,支持5G承载的分组增强OTN产品的研发已取得了较大进展;在2月中旬中国电信北京研究院组织的5G OTN前传承载测试中,参测的M721设备单板支持客户侧同时接入3或6路25G eCPRI 5G前传信号和多路CPRI的4G前传信号或GE、10GE等其他业务信号,线路侧支持100Gbps或200Gbps带宽;设备内部采用最新的M-OTN技术方案,对业务映射结构路径及FEC进行优化;在时延和时延抖动等关键性能指标上,M721设备表现出端到端1μs的传输时延以及纳秒级的时延抖动的优异性能。

目前中兴通讯在全方位推进5G OTN综合承载解决方案的分组OTN产品的SR-MPLS功能研发、测试及试点工作。作为5G时代的引领者,中兴通讯将持续在5G承载的技术、方案和设备研制上创新,为运营商提供有竞争力的高性价比解决方案。 ZTE中兴

新型室分运营解决方案

—— Qcell+MEC



白炜
中兴通讯
TDD&5G产品国际市场策划经理



赵琼鹰
中兴通讯
TDD&5G产品规划总监

根

据预测，移动用户将持续快速增长：2015年底全球用户数为26亿，到2020年将达到58亿；移动宽带连接的渗透率将从2015年的47%增长到2020年的71%。用户增长、多业务带来了数据的爆发式增长，据预测，数据将以每年49%的速率增长，到2020年，数据将至少增长7倍。宏站只承载不到30%的数据量，也就是说，室内数字系统是数据的主要承载方，提升室内覆盖的质量和容量，将会是网络发展和部署的关键点。

随着5G时代的到来，人工智能、IoT和大数据分析等都成为技术演进的方向。室内业务的需求也向多元化方向发展，室内导航、智能停车、智能办公等增值业务需求开始涌现，室内网络将成为运营商网络管道增值的最佳切入点。运营商目前对新型室分系统的关注点，除了系统容量和覆盖提升方面等，更关注新型商业模式，只有形成端到端商业应用，才能实现业务增值。运营商不再满足于只是提供管道的地位，希望能进行更智能的业务发展和管理。针对室内的特征，运营商更关注运维的简便、精准等特征，以降低运维成本、实现精细化管理；针对大型商超、高端商务区、火车站、机场等高价值区域，运营商可以联合实体商家进行精准营销、在线支付、移动广告等业务，结合精准的业务定位，进行经营模式和业务模式的创新。

新型室分解决方案

中兴通讯的Qcell + ZXMEC室内分布与定位系统支持多制式、多载波信号馈入，支持运营商所有室分频段的多频段信号接入，设备体积小、安装部署方便快速，容量为传统DAS系统的N倍。多接入（Multi-access）边缘计算（MEC）通过下沉内容及应用，挖掘边缘网络业务处理能力，降低时延提升体验。

解决方案主要网元包括远端射频单元PicoRRU、远端汇聚单元P-Bridge、多制式接入单元MAU、基带单元BBU、多接入边缘计算服务器，系统架构如图1所示。

端到端室内数字化架构

室分系统的传统解决方案是DAS系统。但DAS有很多制约条件，特别是采用很多模拟元器件后，限制了室内数字系统的进一步发展。中兴通讯Qcell解决方案，采用端到端的数字架构，支持4G技术，在以下方面比DAS凸显优势：

- 容量更大；
- 宏微组网协调能力；
- QoE提升；
- 边缘计算的引入进一步满足高速率、低时延业务的要求；
- 易于演进。

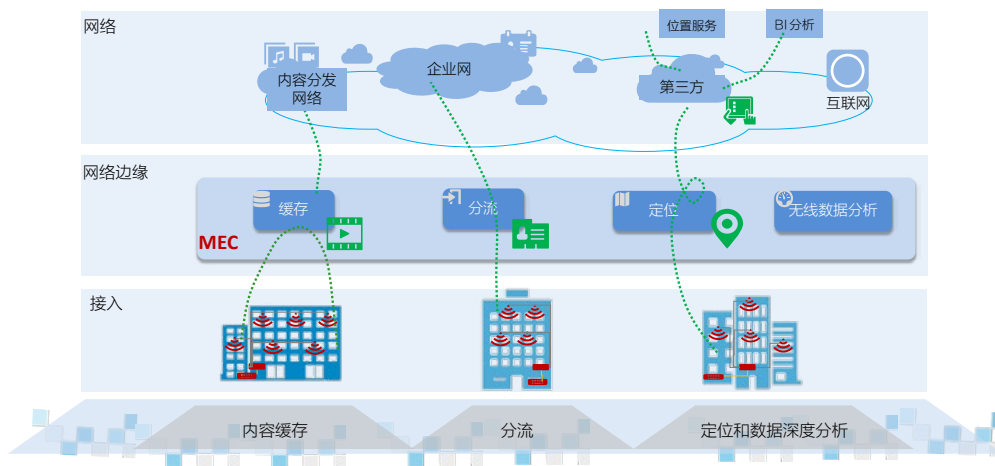


图1 Qcell+MEC室内分布与定位系统架构图

中兴通讯Qcell同时支持TDD-LTE/FDD-LTE/GSM信号馈入，一套系统支持900MHz、1800MHz、E频段、D频段等运营商所有室内频段，满足高容量多无线制式业务并发需求；Qcell室分设备按需选择，造型美观，隐蔽性强，体型小巧，安装便捷，POE（Power Over Ethernet）供电，快速部署，超大系统容量，单套系统可覆盖多个小区，容量达DAS系统的N倍。

● MEC增强数字化业务能力

多接入MEC通过下沉内容及应用，挖掘边缘网络业务处理能力，降低时延提升体验；基于场强指纹库算法，实现高精度室内定位；配合大数据分析系统，可以很好地支持运营商与商业综合体在业务创新、运营创新的多维度升级需求。

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。

多接入MEC服务器ZXMEC在靠近移动用户的位置提供信息技术服务环境和云计算能力，将内容分发推送到靠近用户侧，应用、服务和内容都部署在高度分布的环境中，可以更好地支持5G网络中低时延和高带宽的业务要求。

● 全数字化运维

Qcell 方案引入MEC后，除了在业务多样化、快速部署能力上的提升，还进一步带来了网络深度分析和深度优化的能力。主要表现在：

- 网络问题准确定位；
- 提前预知、综合分析、协同解决的能力。

根据运营商和网络不同阶段需求，Qcell可以通过网管灵活配置实现动态容量调配，支持在超级小区组网、小区分裂、小区合并等多种场景下开启激活Qcell室内定位功能，支持多个PicoRRU射频合并、PB（P-Bridge）级联与CP（Cell Portion）合并场景下开启室内定位功能。

成功案例

中兴通讯在客流量巨大的北京昌平首开华联中心的Qcell+MEC室内分布覆盖部署与室内精确定位应用部署验证，在全面覆盖室内空间前提下达到定位精度5m，通过对接第三方的大数据平台可通过用户体验提升、会员精准营销、拉动客户消费实现客户挖潜。通过大数据精准用户画像+用户行动轨迹分析，支撑商家运营策略及时调整，助力商家吸引客流；通过店铺级热度分析，助力商家锁定高价值品牌；通过综合分析品牌间关联度和转化率，助力商家提升整体价值。

中兴通讯在长沙湖南大学城的UDN超密集组网+MEC部署与应用验证，在高用户密度与高容量需求场景下，通过高频度视频资源在MEC服务器的缓存，提升了用户下载和点播体验，运营商在降低网络管道负荷的前提下实现了大学生客户群业务体验提升与增流增收的双赢。

以上两个案例都具有优秀的示范效应和良好的可复制性，具有较高的商业价值。 ZTE中兴

5G行业应用及实践



黄明
中兴通讯
5G综合方案架构师

5G行业应用

凭

借高带宽、高可靠低时延、海量连接等能力特性，5G应用范围远远超出了传统的通信和移动互联网，全面向各个行业和领域扩展。

5G典型应用场景包括自动驾驶、远程控制、VR/AR、智能制造、智能电网等，原来受限于网络能力而体验不佳或无法实现的应用，在5G时代将加速成熟并大规模普及。

自动驾驶

自动驾驶被认为是5G最典型的应用之一，对网络的带宽、可靠性及传输时延都提出了很高的要求。

自动驾驶需要通过高精度地图实现厘米级的定位。高精度地图除了道路标线、交通标志等矢量信息，也包含从激光点云、视频等数据提取的地物特征信息，由于数据量比较大，需要无人驾驶车辆实时下载导航规划路线上的高精度地图，对网络带宽和时延有一定的要求。同时车辆还会将传感器采集的数据实时上传到云端，用于高精度地图的修正以及多车协同，对上行带宽提出了一定需求。

自动驾驶需要V2X实现多车协同及云端决策，例如交通信号灯状态的提前通知、两辆无人驾驶车在道路路口的博弈等。车辆之间的直接通信（V2V），主要用于车辆间防碰撞等安全功能，对于时延和可靠性具有很高的要求。

远程控制

远程控制是指通过5G网络对远端的设备进行远程操作，

包括工程机械远程遥控、远程医疗、网联无人机等。

远程控制类应用需要传输两类信号，上行方向，远端被控设备将摄像头采集的视频信号以及设备的状态信息上传到云端；下行方向，云端将控制和操作指令下发给远端设备。为了使远程操作人员体验到现场操作的感觉，需要尽量降低整个控制反馈环回的时延，一般要求在100ms以内，对控制信号的传输可靠性也有很高要求。

VR/AR

VR应用主要包括VR视频和VR游戏。为达到沉浸式全景视频体验，VR视频需要60PPD像素密度、120Hz屏幕刷新率，相应的压缩后视频传输带宽需求接近2Gbps，即使采用FOV视点传输等优化的显示传输方案，也至少需要百兆以上的带宽，对网络带宽和容量提出挑战。

VR游戏未来发展方向是云VR，由云端进行动画渲染等计算量较大的工作，客户端的头盔仅用于显示云端生成的视频画面及执行游戏指令。为防止VR游戏产生眩晕感，MTP（Motion To Photons，从头动到显示出相应画面的时间）需要小于20ms。在云VR场景下，要求通信网络的传输时延小于10ms。

AR可以广泛应用于工业设计、外科手术、生产线设备装配及检修等领域。AR眼镜通过对现场环境三维空间进行建模，将虚拟物品精确地叠加在现实环境中，并可以方便直观地观看物体的解剖视图。AR视频等信息的传输需要用到5G网络提供的高带宽和低时延特性。



图1 中兴通讯5G行业应用合作伙伴

智能制造

智能制造通过泛在的连接、全面的感知、实时的控制、智能化的数据分析，实现生产过程的柔性化、智能化，提高生产效率，让生产更贴近最终用户。5G主要应用于智能制造的如下几个场景：

- 实时控制：未来机器人将控制集中在云端实现云化机器人，对通信时延和可靠性要求极高，要求1~50ms的时延及99.999%的可靠性。
- 视频类应用：包括工业可穿戴设备、工业图像处理等，带宽在100Mbps~1Gbps，时延在100ms以内。
- 工业物联网：用于工业表计和传感器的数据采集上报。这类应用要求海量接入能力和极低的终端功耗。
- 移动设备的调度：包括AGV/移动机器人的实时调度控制，这类应用主要传输控制信号，时延在50ms~1s。

智能电网

智能电网涉及发电、输变电、配电、用电等电力生产和消费的各个环节，每个环节对于通信的需求各不相同。在输变电和智能配电环节的保护、控制功能对通信的实时性和可靠性要求较高，线路的视频监控等对通信带宽有较高要求，而用户端的远程抄表、数据采集等则要求广覆盖、大连接的能力。

5G网络切片可以通过同一个物理网络来满足智能电网

各类不同应用对通信的特殊需求，例如用于配电控制数据和命令的电力控制切片、用于海量电表数据的采集和上传的电力监测切片、用于安全通话需求的电力通信切片等。

中兴通讯5G行业应用实践

目前5G在垂直行业的应用还处于试验和探索阶段，主要进行的是行业应用对5G需求的分析、应用场景的讨论、业务原型的演示等工作。我们认为，5G在垂直行业的应用不会一蹴而就，而是一个逐渐渗透和逐步成熟的过程，将随着5G商用进程的深化而逐步展开。在5G商用初期，面向个人终端用户的高速移动数据业务，以及面向商业用户的固定无线宽带业务仍然是主流应用场景，主要的业务将围绕eMBB应用展开，AR/VR以及高清/超清视频等带宽消耗类业务将随着5G的商用而成熟并迅速爆发，是5G商用初期的杀手级应用。在5G商用的发展期，面向垂直行业的应用逐步成熟，5G将广泛渗透到制造、交通、电力、医疗、教育等各个行业，加速这些行业的数字化转型。在5G商用的成熟期，随着行业应用的普及以及未来万物互联的发展趋势，海量物联网连接的需求将逐渐爆发。

中兴通讯不仅在5G网络技术方面大力投入并保持领先，在5G行业应用方面也积极探索，与运营商及行业合作伙伴进行广泛而深入的合作，为5G时代的到来做好准备。目前，我们已经与各大行业的龙头企业建立了合作关系（见图1），涉及自动驾驶/车联网、AR/VR、智能制造、电力、医疗等行业，初步建立起了5G行业应用生态联盟，并进行了一系列应用探索。

在智能驾驶方面，中兴通讯与百度联合申报了国家重大科技专项《5G支持ICT融合自动驾驶的关键技术研发与验证》，并于今年3月在雄安新区进行了业内首次基于5G网络的无人驾驶外场测试。我们还与奥迪中国进行了网联汽车的技术合作。在制造业，我们与国内领先的机器人龙头企业新松机器人公司共同合作探索5G在智能制造领域的应用。在电力行业，我们与国家电网合作，就uRLLC及网络切片在智能配电网的应用进行技术验证。在医疗行业，我们与华大基因合作进行基于5G的远程超声诊断的试验。

未来随着5G商用进程的加快，我们还将进一步扩大和深入与行业伙伴的合作，助力5G腾飞。 **ZTE中兴**

以外场之钢，铸先锋之剑

——中兴通讯携手三大运营商开展5G外场测试



燕国庆
中兴通讯
TDD&5G产品国内市场策划经理

5

G网络在中国制造到中国创造的转型中占据重要地位。工信部2016年就启动了5G相关测试，努力推动5G商用工作。借此东风，中国5G产业进展迅速。中兴通讯与中国移动、中国电信、中国联通在各地开展5G外场测试工作，提供全系列5G核心网、基站、测试UE的整体解决方案，与三大运营商携手促5G商用落地。

2017年4月，中国移动联合中兴通讯在广州启动5G外场测试，率先完成网络建设及年度测试；2017年8月，中国电信联合中兴通讯在雄安、苏州开通5G试点，目前已形成连片组网，并进行了基于5G网络的自动驾驶等业务验证；2017年9月，中国联通联合中兴通讯在深圳启动5G外场测试，开展3.5GHz与1.8GHz对比测试，证明了3.5GHz完全可以与4G基站共站组网，推动5G产业进展。

2017年6月，中兴通讯在广州开通了全球第一个预商用的5G基站；11月，中国移动、中兴通讯和Qualcomm在中国移动5G联合创新中心实验室完成全球首个基于3GPP标准的端到端5G新空口系统互通测试；2017年11月8日，中兴通讯在雄安、苏州打通中国电信5G外场的第一个电话；2018年1月，中兴通讯第一个完成了中国移动5G外场的测试，并取得优秀的测试成果；2018年3月，中兴通讯携手

中国电信、百度在雄安完成5G无人驾驶车国内首测，与行业伙伴一起推动5G应用场景研究。

5G与4G共站组网能力验证，支持SA可行性

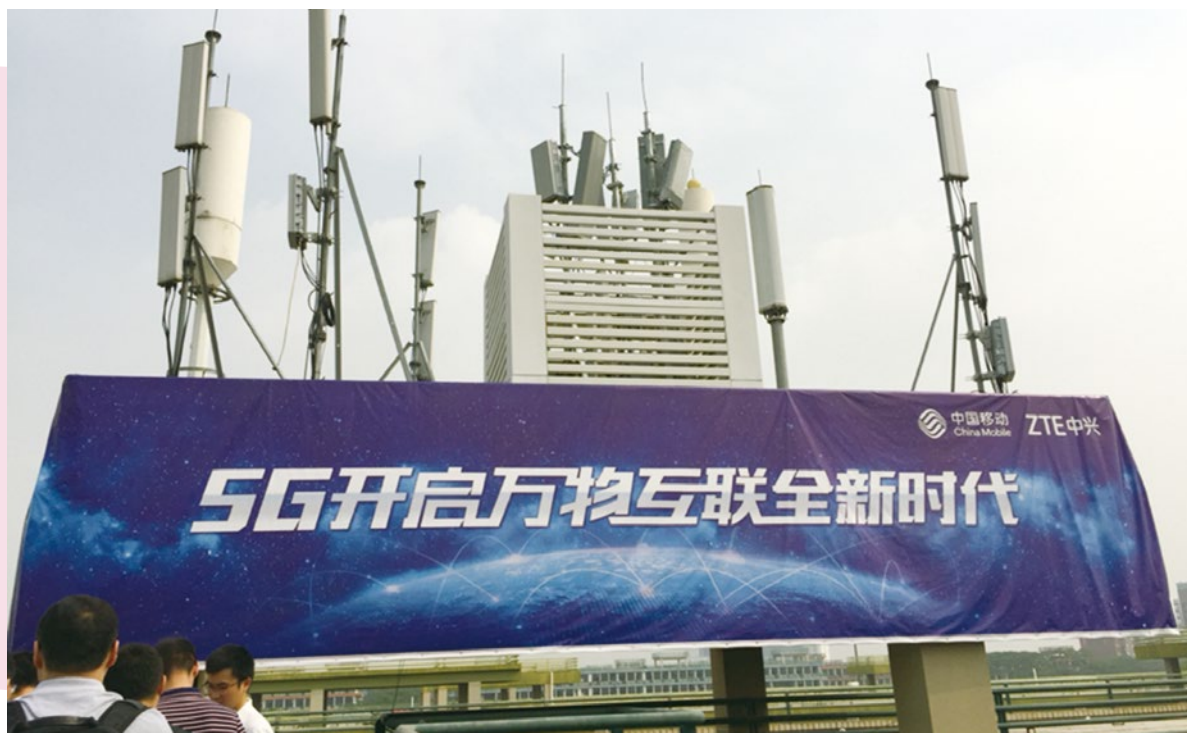
国内5G黄金频段是3400MHz~3600MHz，共200MHz带宽，单个载波带宽可达100MHz。相比LTE单载波20MHz的带宽，3.5G可以提供的资源更加丰富，小区峰值、单用户峰值等指标大幅提升。但在工信部公布国内5G低频频段后，业界对于3.5G的质疑始终存在，尤其是对于其覆盖能力的质疑。3.5G的覆盖能力自然成为业界的焦点。

3.5GHz NR能否和4G基站共站组网，是5G组网的关键问题，三大运营商均展开了3.5GNR与不同频段LTE的对比测试。

广州外场3.5G NR对比2.6G TD-LTE，验证特色增强技术

在中国移动合作的广州外场测试中，中兴通讯在最短时间内完成繁复的测试条目，验证了5G NR基站单站性能与多站组网能力。

2017年，中国移动在广东工业大学实验楼进行了全



面室内外拉网测试,覆盖场景全面,从极好点到差点均有
多组数据,表明5G 3.5GHz覆盖普遍比2.6GHz LTE好,相
比极弱场硬穿透性能,其他中远场位置有明显较高增益。
5G Massive-MIMO,室外NLOS(非视距)亦可充分发挥优
势,64TR的3.5G NR掉线点远于2.6G LTE掉线点,而孤站
LOS(视距)拉远3km情况下,下行速率还有300Mbps,上
行也有0.4Mbps,3.5G单小区覆盖和孤站拉远的效果都比
较理想,全面验证了3.5GHz NR设备的组网能力。

2107年下半年,在广州外场的南亭村站点开展了同步
广播信道覆盖增强测试。5G基站部署在45m的景观塔上,
在沿径向1.2km的拉远距离内,覆盖路线涵盖小区内遍历
法线水平 $\pm 30^\circ$,采用宽波束配置和窄波束配置进行打点
测试对比,结果表明4波束相比单波束平均约3dB增益,但
有利于垂直波束配置。采用PDCCH覆盖BF增强、PUCCH覆
盖增强技术,可以填平4G短板,5G充分发挥了Massive-
MIMO的优势。

通过以上外场测试证明,3.5G NR完全可以与4G共
站组网,在校园的典型密集城区场景充分发挥了优势,覆

盖能力优于4G 2.6GHz。

深圳外场3.5G NR对比1.8G LTE FDD,不同场 景贴近商用环境

在中国联通合作的深圳西丽5G外场测试中,中兴通
讯对比了NR 3.5GHz与FDD 1.8GHz的覆盖能力,反映出NR
3.5GHz与现网商用设备在真实覆盖环境下的情况。

室外覆盖室内项目中,选取测试楼宇内两层楼共17个
测试点(包含好、中、差点)。对比结果显示,全部17个
测试点3.5GHz NR上行速率均优于1.8GHz FDD LTE,其中16
个测试点有超过100%的增益。

室外拉远项目中,中兴通讯分别测试了普通拉远路
线与极限拉远路线。在普通拉远路线中,99.7%的测试点
3.5GHz NR上行吞吐量优于1.8GHz FDD,多数测试点增益
超过100%;在极限拉远路线中,97.3%的测试点3.5GHz
NR上行吞吐量优于1.8GHz FDD,NR脱网距离为1356m,
FDD LTE脱网距离为1233m。深圳西丽5G外场初步测试结
论显示,3.5GHz NR上行覆盖优于1.8GHz FDD LTE,可按照



雄安外场无人驾驶车测试

1.8GHz FDD LTE 站址进行规划并形成连续覆盖组网。

电信外场3.5G NR对比1.8G FDD LTE，更多场景验证3.5G NR共站能力

2018年1月开始，中国电信和中兴通讯在苏州、雄安开展NR 3.5GHz与LTE 1.8GHz上下行覆盖对比测试。测试结果表明，5G拉远距离以及上下行性能明显优于4G。

在苏州外场测试中，5G和4G站点尽可能采用相同工参，5G基站64T64R，FDD LTE基站2T2R，在凌晨0:00—6:00进行单小区性能测试。测试结果表明，5G下行流量远大于4G，平均值是4G的4.8倍。室外环境下，NR 3.5GHz上行流量是FDD 1.8GHz的2.5倍以上。下行流量对比测试，5G NR更优。室内测试环境下，NR 3.5GHz测试点上行的平均流量增益是FDD 1.8GHz的2倍以上。

多种类外场性能测试，奠定商用基础

除覆盖测试之外，中兴通讯还进行了一系列外场性能的验证。下行占比70%的条件下，测试显示低频SU-MIMO单UE峰值吞吐率超过2Gbps，单小区峰值吞吐率超过6Gbps，为未来eMBB场景提供有力支撑；密集城区典型场景真实容量能力摸底结果显示，5G相比4G有10~100倍的用户速率提升；实际多站组网外场环境，双向时延摸底显示，5G相比4G有1/5~1/3的时延提升。此外，中兴通讯率先开展5G组网和移动性摸底测试，为大规模试验探索了宝贵经验；在实验室和外场环境下，进行了各场景高频26GHz的

相关测试，探索未来5G高频商用环境；首次完成三方OTA验证，为后续自动化高效产品规格验证打下基础；首家进行云化CU动态弹缩验证，为云化CU硬件规格定义和初探云化CU组网积累经验；首次实现MEC业务贯通和硬件功耗等测试，推进产业深入思考实际外场应用部署问题。

领先5G业务体验，描绘未来画卷

在中国移动广州外场，演示车可以提供VR高清视频体验、地图演示，并动态呈现车辆行驶轨迹、车辆时速、UL/DL实时和历史数据；IoDT直播完全符合3GPP R15标准定义的新空口Layer 1架构，呈现业界最新进展；更有MEC+云游戏、潜水艇体验以及无人机超大带宽视频传输等可5G业务体验。

2018年3月，中兴通讯携手中国电信、百度在河北雄安新区完成了基于5G网络实况环境下的无人驾驶车测试。这是国内首个在5G网络下的无人驾驶测试，开启了5G网络在无人驾驶领域的应用大门，将5G商用进程往前推进了一大步。本次测试，三方重点针对3D高精度地图动态增量数据的5G空口传输技术方案进行验证，包括3D地图的动态增量更新V2C（车到云端）和V2V（车到车）传输。

2018年5G外场规模扩大，5G商用节奏加快

2018年，中兴通讯与运营商进一步建设扩大规模实验网。与中国移动合作的广州实验局建站规模超百站，覆盖珠江新城等主要CBD与万博商务区，还会与广汽展开联合测试；与中国电信合作的雄安、苏州新区外场会继续扩大实验网规模，并在重要区域形成连续覆盖；与中国联通进一步进行深度合作，积极开展5G实验室和外场工作，确保2020年形成规模商用。

此外，根据《国家发展改革委办公厅关于组织实施2018年新一代信息基础设施建设工程的通知》的要求，中兴通讯还将与三家运营商在多地同时进行规模试验，形成连续覆盖，实现端到端典型应用场景的应用示范。中兴通讯将与运营商协同行业伙伴，积极展开5G应用方面的探索，开展4K高清、增强现实、虚拟现实、无人机等典型5G业务，积极探索未来5G在垂直行业的应用。

中兴通讯在各地的外场规模不断扩大，验证场景不断增加，将为合作伙伴提供更高质量的5G网络服务。 ZTE中兴

5G技术助力VR视频应用进入新时代



汪竞飞
中兴通讯
5G产品垂直行业总监

作

为公认的5G未来杀手级应用之一，VR（Virtual Reality）在过去的几年一直是业界的热点话题，根据谷歌搜索指数可知，自2015年11月开始，VR在全球的关注度以极快的速度上升。继Facebook、谷歌等海外IT公司开始涉足VR硬件、VR视频等内容，国内企业也开始将其业务与VR结合。

从5G标准来看，3GPP率先发布的第一个版本（Release 15）的5G系统标准重点支持的业务就是eMBB（增强型移动带宽），而VR业务具有典型的超高带宽、低时延和广覆盖需求，可以很好地体现5G网络特有的高带宽、低时延等KPI指标特征。

从行业应用来看，VR技术已经被广泛应用于消费者市场和行业市场，涉及直播、视频、游戏、教育、房产、医疗、工程、电商、军事等各行各业。

本文主要分析当前主流的VR业务形态以及VR技术与5G技术的结合点。

当前主流的VR业务形态分析

VR对于用户来说，能够接触到的就是终端设备，当

前的VR终端设备有外接式VR头盔、VR一体机、手机式VR头盔几种类型。

● 外接式VR头盔

外接式VR头盔的特点是需要一台高性能显卡主机做视频运算，VR头盔作为显示设备，两者相结合才能获得完整的VR观看体验。

该类型的VR体验是当前最好的，图形渲染能力强，可以运行大型VR游戏，但高性能视频主机价格昂贵，大大阻碍了VR的普及。

● VR一体机

VR一体机是将数据存储接收、图像处理、显示都集成在头盔中，只需要一台设备，能够联网即可体验VR。

受限于设备的能力，VR一体机图像处理性能一般，只适合观看VR视频，无法体验游戏。

● 手机式VR头盔

手机式VR是使用手机+VR盒构成的简单VR设备，在手机中安装VR专用APP即可体验VR，是门槛最低的体验方式。由于手机屏幕的限制，手机式VR难以输出高分辨率的图像，普遍体验不佳。

VR技术已经发展了一段时间，但用户量一直没有获得爆发性增长，主要原因在于：VR终端的性能与成本存

在矛盾。VR体验最好的设备是HD主机+外接式VR头盔，但该设备价格较高，一套设备通常要超过1万元，难以在大众用户中普及。一种低成本方案是VR一体机，兼具数据处理和显示功能，价格2000~3000元，但是该设备的图形处理能力一般，只能进行视频观看，无法再对图像进行渲染，难以获得良好的VR体验。

VR的技术特点以及和5G的结合点

在VR使用中，普遍有个问题是眩晕感，其根本原因是像素不够高、帧率不足。业界一般认为，4K以上的VR才能提供没有眩晕感的体验，随着分辨率的提高，对网络传输的要求也大幅增加，具体如表1所示。

典型5G网络单用户速率可以达到2Gbps以上，可以看到，5G网络满足VR业务对大带宽的需求，可以满足多路VR用户同时体验的需求。

VR业务的另一个指标——时延，在5G网络中通过MEC架构的引入，也可以得到极大的提升。视频数据就近在MEC上进行渲染和加速，大量数据不再经由核心网发送到Internet，有效减少了数据因传输路径过长而带来的时延。

中兴通讯创新的5G应用案例

中兴通讯在充分研究了5G的行业应用领域之后，将VR视频类应用作为首个在5G网络中部署的应用，取得了优秀的演示效果。

360度全景直播

在2017年世界互联网大会上，中兴通讯在第一次向业界展示了通过5G网络传输的全景视频。

360度全景视频是标准4K的画面，因对带宽需求较大，一直以来都是通过有线网络传输，这样会带来一个比较大的限制——摄像机一直需要拖着根网线才能实现直播。中兴通讯采用5G网络作为全景视频回传的通道，解决了全景摄像机不能随便移动的难题。

整个5G直播系统由三部分组成：风景区、5G系统、演示区。

风景区——全景摄像机架设在乌镇西栅景区的观光船上，通过设置在船内的5G终端，将4K全景视频数据实时传送到5G网络中。

5G系统——5G系统由5G NR基站和5GC核心网组成，将5G终端发送的视频数据汇聚到核心网，并传送到演示区。

演示区——2017世界互联网大会现场，这里由一台视频主机接收4K全景视频数据，将画面投放在电视墙上，同时还可以由VR进行第一视角的全景体验。

这次直播通过3.5GHz 5G预商用基站覆盖乌镇西栅景区河道，景区游船上安装高清摄像头，拍摄图像通过5G网络实时上传，随着船只在水面缓缓行驶，一幅美丽的高清4K水乡风景画也徐徐在大会现场观众面前展开。

采用多个高清摄像头合成广角画面对上行传输速率要求高，5G空口网络上行速率在实测中能达到数百兆每

表1 VR的发展阶段及对网络的需求

| | 2016年 | 2018年 | 2022年 |
|---------------|-------|-------|-------|
| 头显分辨率 | 2K | 4K | 16K |
| 带宽需求 (Mbps) | 25 | 66 | 500+ |
| 时延需求 (ms) | 20 | 16 | 5 |
| 计算位置 | 本地 | 本地 | 云端 |
| 需要网络 | 4G | Pre5G | 5G |

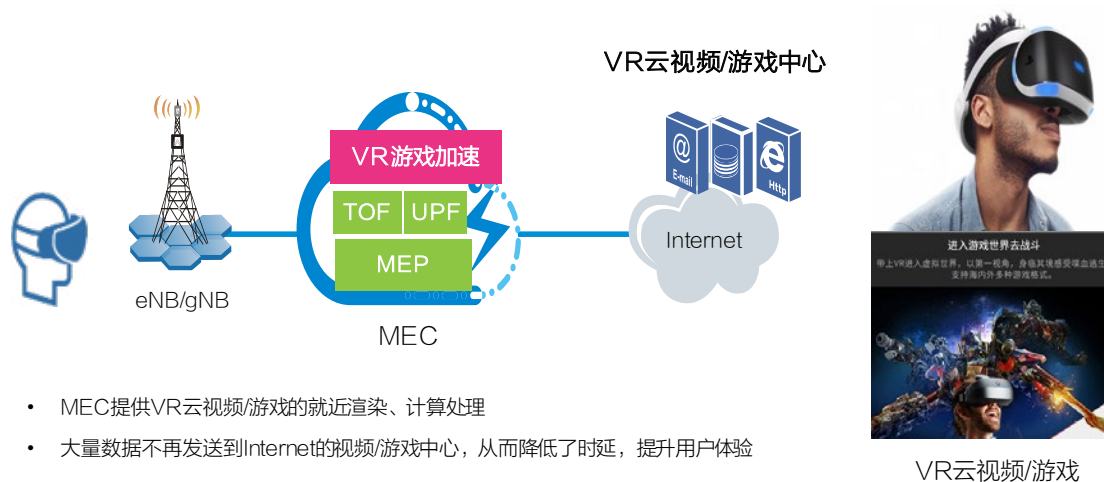


图1 基于MEC的云VR游戏

秒,因此在复杂多变的外场真实环境下,4K高清画面能够高速、无损地被传输至展会现场的大屏幕上,观众就可通过高清全景直播浏览水乡,身临其境般直观感受5G网络大带宽的特性。

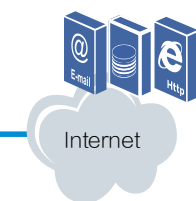
低时延VR游戏

在2018世界移动大会巴塞罗那展上,中兴通讯联合中国移动展出了业界首个基于5G网络和MEC的云VR游戏。



全景摄像机架设在乌镇西栅景区的观光船上

VR云视频/游戏中心



VR云视频/游戏

中兴通讯联合中国移动提出的云VR方案(如图1所示),可以解决VR用户设备成本与性能体验的矛盾——在5G网络中部署MEC网元,并利用MEC的开放能力部署GPU集群,VR游戏的图形渲染处理放在边缘云上;用户可以使用价格较低的VR一体机,通过云端的图形渲染,获得上万元高清主机才有的VR互动游戏体验。可以预计,VR游戏业将迎来新一轮爆发增长。

无人机视频直播

2018年3月,中兴通讯联合中国电信、大疆创新,在雄安新区联合进行了基于5G网络的无人机视频直播。

无人机无论在个人娱乐还是在行业的应用,目前已经非常广泛,但是当前的无人机拍摄,由于缺乏高速的视频回传通道,还无法做到实时直播。大疆创新提供的直播无人机可以回传1080P的实时视频,通过编码和5G网络的传输,可以在远端的演示区,实时观看无人机的飞行直播。

丰富的应用案例体现出5G作为下一代通信技术的发展和领先。5G突破了传统移动通信应用范畴,渗透制造业、家庭、旅游等各个行业,使得人类社会更加智能化、自动化和互联网化,而VR应用正是其中的典型应用。 **ZTE中兴**

NB-IoT网络定位技术的发展与应用



张嵩
中兴通讯
CCN软件高级系统工程师

NB-IoT市场蓬勃兴起

移 动通信正在从人与人的连接向人与物、物与物的连接迈进，万物互联是必然趋势。车联网、智慧医疗、智能家居等物联网应用将产生海量连接，远远超过人与人之间的通信需求。移动蜂窝网络具备广覆盖、可移动以及大连接数等特性，能够带来更加丰富的应用场景，成为2G时代物联网的主要连接技术。NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) 作为LTE演进型技术，除了具有更高的峰值速率，还意味着更多的连接数，支持海量M2M连接以及更低时延，将助推物联网等应用快速普及。

NB-IoT成为万物互联网络的一个重要分支，具备四大特点：

- 广覆盖，相比现有GSM和LTE基站，一个NB-IoT基站可以提高20dB信号覆盖；
- 海量连接，NB-IoT一个扇区200kHz的带宽可以最多支持超5万连接；
- 更低功耗，NB-IoT终端模块待机时间可长达10年；
- 更低的模块成本，模组成本不超过5美元。

由于NB-IoT具有大连接、小数据、低功耗、低成本、深度覆盖等特点，可广泛应用于各种垂直行业，如远程抄表、资产跟踪、智能停车、智能农业等。

据权威机构预测，2020年物联网将实现数百亿的连接量和万亿美元的产业规模。NB-IoT有广阔的应用市场。

NB-IoT定位服务需求遍布物联网高价值应用

物联网应用天然与位置强相关。物联网终端采集的各种信息中，位置信息是非常重要的一项。很多应用的实现都以终端的位置作为基础，甚至必须获取到终端位置信息才能开展服务，尤其是很多物联网高价值应用领域。例如，企业要精确知道贵重资产的位置，物流要追踪货物的运行轨迹，市政要知道井盖、公共设施是否安好位于预定的位置，畜牧场要知道放牧的马牛羊是否丢失……随着物联网行业的蓬勃发展，各种物联网应用场景对定位的需求也急剧提升。

然而传统定位方案难以满足NB-IoT场景的定位需求。传统GPS+GPRS定位方案存在终端续航能力差、定位精度受气候影响的问题；基站定位方法则定位精度不够。

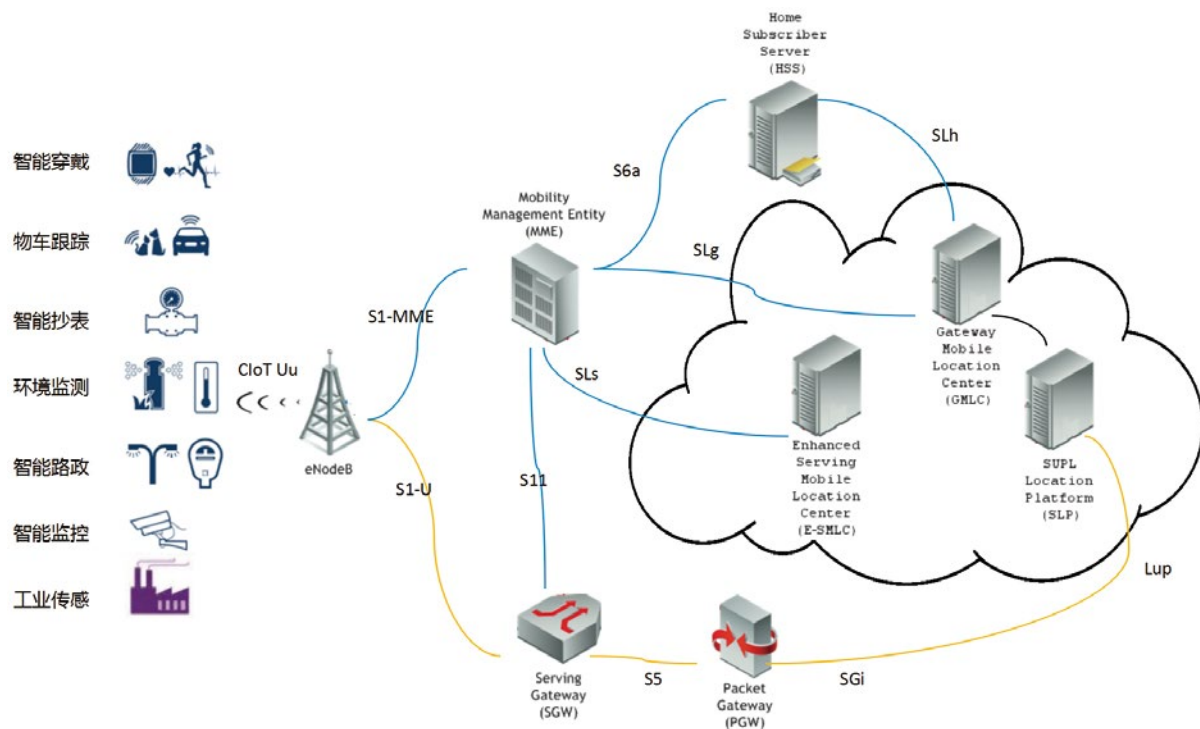


图1 ZXIN10 LBS NB-IoT解决方案

以牧马为例，牧马一般散养在几十公里的牧场内，需要放养2年，牧民需要知道自己的马的活动情况。传统GPS+GPRS定位方案，终端续航能力差，难以达到2年使用寿命，而且受限于气候，在卫星可见度差的时候无法定位。NB-IoT终端的特性也不适合采用GPS+GPRS的定位方案。采用传统基站定位方案，终端续航能力一定程度上得到解决，但又存在精度误差大的问题，难以精确定位到马的位置。

再以市政智能井盖管理为例，采用传统基站定位方案，则同一基站下的井盖都被定位到基站位置，难以展示井盖真实分布，如果井盖被盗移尚未超出基站范围时也无法及时发现和定位；如果采用GPS+GPRS定位方案，存在终端续航能力问题，天气和环境（建筑）对卫星信号的遮挡也会严重影响到定位的精度。

而在物流追踪应用中，如采用传统基站定位方案，则会看到车队位置是在相邻基站之间跳跃；采用GPS+GPRS定位方案，则会因为路况环境（山林隧道）对

卫星信号遮挡而影响定位的精度。

此外，由于NB-IoT终端功耗低的特性，终端只有在空闲态才会执行某些定位测量，通常还会有大量的时间处于省电模式，不会立即响应网络发来的定位请求，甚至较长时间都不会跟网络进行信令交互。传统定位方式没有考虑到NB-IoT终端的这些特性，往往在经过短暂等待后就超时返回，导致定位失败。

综上所述，市场迫切需要适用于NB-IoT的定位解决方案。

中兴通讯NB-IoT定位解决方案

顺应物联网发展趋势，中兴通讯推出了NB-IoT定位解决方案中兴ZXIN10 LBS定位平台（见图1）。该定位平台已在国内外主流运营商中大规模应用，拥有成熟的解决方案和多年实施经验。

中兴ZXIN10 LBS定位平台支持人网和物网的定位功



能，支持NB-IoT终端定位功能，具有以下特性：

- 遵循3GPP R14的NB-IoT定位规范；
- 针对NB-IoT终端特性进行专门优化；
- 支持CID、E-CID、OTDOA等多种NB-IoT定位方法；
- 支持NB-IoT终端省电模式下的延时定位流程；
- 对NB-IoT终端提供位置缓存机制；
- 支持指纹定位，通过位置匹配学习和机器学习来提升NB-IoT终端定位精度；
- 支持与MEC/NDS无缝集成提供更多定位方法选择；
- 支持海量NB-IoT终端定位。

ZXIN10 LBS NB-IoT解决方案采用控制面定位方式，无需GPRS数据传输，无需GPS搜星，改善了终端续航能力；支持E-CID、OTDOA等多种定位方法并针对NB-IoT进行优化，提供比传统基站定位高得多的精度；针对NB-IoT终端的空闲态测量、省电模式等作出改进；并支持无线指纹匹配等智能学习算法，提供更优位置精度。

牧场采用ZXIN10 LBS NB-IoT解决方案以后，再也不用担心马匹放养的2年内的终端续航能力，也不用担心气

候能见度对马匹定位的影响，而相对传统基站定位方案而言，马匹位置精度提高到了几十米到几百米，再也不用担心找不到马匹。

同样，市政智能井盖管理、物流追踪、高质资产管理等采用ZXIN10 LBS NB-IoT解决方案以后，不用担心终端续航能力和天气、环境对定位精度的影响，不会出现目标被定位到同一基站的问题，可以看出目标真实分布，对室内目标也能精确定位。

同时，那些处于省电模式的NB-IoT终端也不会因此而定位失败，当终端结束省电模式重新连接到网路时，此前暂停的定位过程将继续，从而立即获得终端的位置。

随着物联网市场的纵深发展，定位解决方案的重要性日渐凸显。中兴ZXIN10 LBS NB-IoT解决方案终端续航能力强、定位精确、定位不受气候环境影响，适用于各种物联网定位场景，是NB-IoT物联网应用的最佳定位方案。 **ZTE中兴**

浅谈RRU关键技术



雷保国
中兴通讯
FDD产品规划经理

RRU单元作为无线通信的最后一环、最关键设备，犹如空中的一座桥，为用户的信息交流提供稳定可靠的通道，保证了信息的精准、实时送达。RRU将一組组基带数字信号，通过复杂、精巧的电路变换，转化成无线电波，通过天线发射出去；同时，接收用户终端发送

的信息，传送到核心网完成信息交互。

RRU都有哪些关键技术？影响RRU性能的关键指标有哪些？本文对此进行简单的分析。

典型的RRU内部一般由4个部分组成：电源单元、收发信单元、功放单元、滤波器单元（见图1）。外部接口有：电源输入端口、光纤输入/输出端口、天

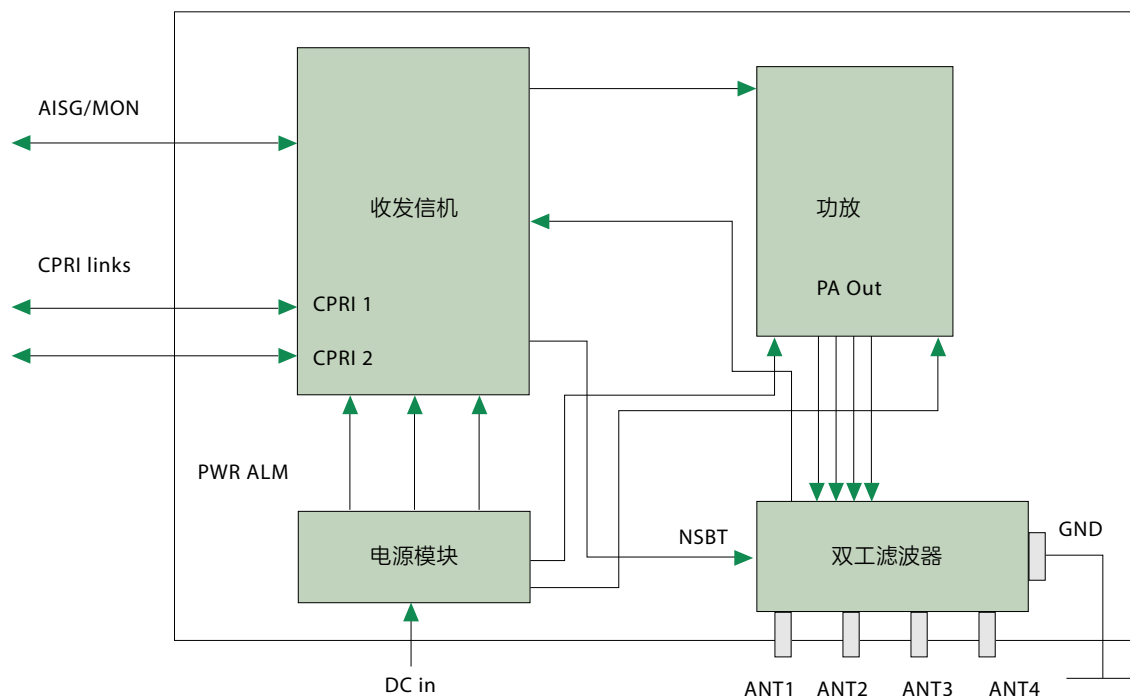


图1 RRU内部构成框图

馈接口、电调和干接点接口等。各部分分别提供供电、收发信号处理、功率放大、发射和接收滤波等关键功能。

对于RRU性能评判的维度较多，体积/重量、整机输出功率、整机通道数量、整机能耗比、整机射频指标都是评价维度的可选项，只有满足客户需求的RRU，才是好产品。当客户需求的侧重点不一样时，会选择不同的维度。对于一个RRU，在相同功率等级、通道数一样的前提下，其关键技术决定了其核心的竞争力：整机能耗比、射频指标。

RRU的能耗就是输出的功率和输入的总功率比值，该指标体现了RRU的关键技术：CFR算法、TRX硬件设计能力、功放设计能力。

在输入功率一定的条件下，RRU整机的能耗比越高，说明整机的热耗相对较小，RRU用较小的散热齿即可完成散热，保障温升可靠性要求；同样这些技术的应用使得整机小型化成为可能。在RRU系统中，为了降低整机能耗，PA（功率放大器）是重要的部件，其功耗占整机功耗的65%以上。PA效率的变化，对整机的热耗、功耗影响非常大，提升PA效率成为PA设计的关键技术。

PA效率提升

针对ZTE RRU的PA模块，我们不断优化多路Doherty技术，单频段PA的效率可达50%以上，多频段PA的效率可达45%以上，目前在成熟度、规模应用上走在业界前列。

在无线通信系统中，一个重要的指标是EVM（Error Vector Magnitude），特别是在普遍使用高阶调制方式的4G、5G通信系统中。为了保证无线发射信号在大功率输出的EVM、ACPR（邻信道功率比）值，就要求PA具有很高的饱和功率余量，PA就必须进行较多的功率回退，导致PA的效率严重降低。这样看来，保障EVM和提升PA效率貌似是一对矛盾的指标诉求。

中兴通讯的软件工程师通过CRF、DPD软件算法的持续优化，有效解决了EVM、ACPR和PA效率的矛盾。

- 对无线发射信号的EVM进行适度的削峰处理，降低输出信号的峰均比，减少PA输出的回退量，保证PA有

一个较高的效率。我们通过独有的CFR算法，降低了信号的最大峰均比，同时最大限度减少了发射信号的EVM恶化量，确保了RRU整机发射信号的完整性。

- DPD通过对发射信号进行预失真处理，调整输入信号的幅度、频谱分量、相位特性等参数，使得输入的预失真信号经过PA的非线性电路时，会产生非线性叠加矫正，最终输出的信号满足系统的ACPR指标要求。中兴通讯DPD技术对RRU的ACPR改善最高可达30dB以上，处于业界第一阵列。

中兴通讯不断追求最完美的功放设计和算法性能的提升，目前在研究新一代PA效率提升技术，包括包络跟踪（ET）技术和恒包络放大技术（Outphasing）。

TRX关键技术

TRX为RRU的核心单板，主要完成与BBU的数据交互、与下一级RRU之间的数据交互、无线信号的发射/接收、RRU内部各关键模块的监控管理。TRX功耗占了RRU整机热耗的15%以上。

TRX硬件核心技术包括：

- 数字电路的高集成、多功能，低功耗；
- 射频电路的多通道集成、收发电路的高线性、低噪声、大动态设计；低功耗。

TRX软件核心技术包括：

- 动态功耗：动态载波配置，实时根据业务调整RRU整机的最佳功率配置，减少低业务下整机的功耗；
- 高性能的DPD能力；更高的载波处理带宽；支持多模式多载波的削峰能力，特别是支持G/U/L/NB/NR多制式、多载波混合配置；具备处理更多载频的接收、发射通道的能力。
- PIMC功能：在RRU设备出现由于无源互调产生的干扰信号时，能够通过PIMC功能，将落在接收频点的干扰自动滤除。

滤波器关键技术： 发射通道低插损高抑制

滤波器的发射通道插损越大，则通过的发射功率损耗越大，发射通道的插损增加0.1dB，折合PA的效率损失

1个百分点。由滤波器的插损产生的热耗占整机热耗的10%左右。

为了保障滤波器发射通道的插损在满足带外抑制指标不变的情况下减小,通常采用TE模介质谐振器,来替换TEM模金属谐振器。介质谐振器的Q值非常大,通常可以做到10000以上,相比金属谐振器的4000值,高出许多。在设计中,使用较少数量的介质谐振腔,达到同样的抑制要求,从而降低了滤波器的发射通道插损,同时也提升了双工器的功率容量。

电源关键技术:高效率

单板电源特指给RRU整机提供的一次电源,其负责将外部供电,经过防雷、滤波、转换处理后,转换为RRU内部各个单板模块可以使用的基础电源。单板电源种类较少,电流较大,如PA单元的-48V、28V电源,收发信机的5.5V电源等。

使用DC/DC隔离式架构,一次电源的综合效率大约为93%。

采用DC/C非隔离式架构,其综合效率有望达到94.5%以上。

一次电源热耗占RRU整机热耗的约10%,在RRU的精细化设计中,该部分的热耗不能忽视,必须精益求精,尽可能地提升效率。

RRU整机散热关键技术

RRU整机的散热方式有有源散热和自然散热两种方式。

有源散热,在RRU上主要是指风冷散热方式,采用风机或其他设备,驱动RRU表面的空气快速流动,将RRU散热齿面上积累的热量快速带走,从而降低RRU内部温升。



采用该方式,可以极大减少RRU的散热齿面积,从而缩减体积,减少重量。中兴通讯根据客户需求,采用了低噪声有源散热方案,可以提供110W/L以上的散热能力,极大地降低了RRU整机的体积。

自然散热是指RRU根据热空气上升的自然规律,依靠自身产生的热动力结合外部环境,完成热量的发散,降低内部温升。依靠自然散热,要求RRU必须有足够的散热面积保障。中兴通讯在自然散热方面,进行了长期的积累,其自然散热RRU的最大能力达到52W/L,处于业界领先地位。

中兴通讯RRU产品覆盖从单频到多频,从窄带宽到大带宽,从2端口的2T2R到更多端口的Massive MIMO产品,在FDD和TDD领域形成了一个完整产品系列。高效率、低功耗技术的应用,使得在同等功率输出下,RRU整机的体积小、重量轻。新技术的应用,使得RRU在同等的体积下,具备更高的功率输出,为客户提供更多的载波和覆盖,极大地提升了客户的网络质量。 ZTE中兴

地空互联即将迎来发展热潮



贾昊男
中兴通讯
LTE FDD产品经理

行业现状

随着航空工业和互联网技术的发展，地空互联应用越来越受到各航空公司的青睐。通过地空互联，乘客在飞机上可以像在地面一样，通过WiFi接入互联网，享受各种互联网应用服务。航空公司也可基于地空互联技术提供增值服务。

目前已提供空中上网服务的航空公司主要分布在欧美，如法国航空、汉莎航空、美国联合航空、阿联酋航空等。国内暂时还没有正式提供空中上网服务的航空公司，但各大航空公司已纷纷试水，如国航、海航、东航等从2011年起分别试验其空中上网应用。随着2018年中国政府从政策层面解除航班上电子设备必须关机的要求始，中国也将迎来空中上网的热潮。

目前地空互联主要有两种可用的技术方案，卫星方案和地面基站方案。

卫星方案主要采用Ku频段卫星，Ka波段卫星目前还不成熟。卫星具有广覆盖、跨国境的优点，非常适合于跨洋、跨国境等国际航班应用。但卫星方案有窄带宽、高成本的巨大缺陷，无法提供理想的高带宽传输流量，这将制约卫星方案的推广应用。当前的法国航空、汉莎航空、美国联合航空、阿联酋航空等提供的地空互联方案都是卫星方案。

地面基站方案可以紧随移动通信技术发展，提供高带宽、高流量，低成本的解决方案，具有非常大的布网及升级维护优势。但由于地面站无法建设在海洋上，在不同国家航线上建地面站也有一定的操作难度，所以地面站方案更适合于内陆面积较大国家的国内航班应用。如美国GOGO基于CDMA的EV-DO应用方案就是一个非常成功的运营案例。

中兴通讯，全球领先的地空通信整体解决方案提供商

中兴通讯作为全球领先的移动通信整体解决方案提供商，在地空互联应用上，有以下几个方面的技术优势：

- 超远距覆盖：独有的超远距离覆盖设计专利技术，小区最大覆盖半径可达300km；
- 超高速移动：高效的频谱补偿算法，有效解决超高速移动导致的多普勒频移，最高可支持1200km/h航速；
- 高吞吐量：利用高阶调制、SU-MIMO、MU-MIMO等多种技术手段，有效提高吞吐量；
- 系统间超低干扰：利用空间波束赋型和基带波束赋型等多种手段，有效降低与其他系统间的干扰；
- 丰富的航电设备研发经验积累：基于对航电设备规范DO-160、ARINC600等要求的深刻理解及深入研究，形成了完善的开发标准、测试体系；



- 丰富的航电设备产品设计经验：推出了1GHz、700MHz、3.3GHz、2.4GHz等多种规格的机载CPE设备。

多年来，通过与美国GOGO、澳航、国航等客户的精诚合作，中兴通讯证明了自己在地空通信设备软硬件开发和算法技术上的能力，并积累了丰富的经验数据，可以为客户提供全球领先的整体解决方案。

2007年，中兴通讯与美国AIRCELL（即现在的美国GOGO）合作，为其提供核心网、地面站、网管等整套基于CDMA1X EV-DO的地空覆盖解决方案，帮助AIRCELL成为美国最大的地空互联服务提供商。

2014年3月，澳航qantas采用中兴通讯为其提供的核心网、地面站、网管、4G CPE等设备，使用波音767飞机进行了多轮飞行测试，测试结果得到了客户的高度认可。

2014年4月16日，在由北京飞往成都的CA4116及成都飞往北京的CA4109对开航班上，国航利用中兴通讯提供的4G ATG地空覆盖解决方案完成了地空通信的飞行试验，试验中进行了机上视频会议、隔空演唱等现场互联网直播应用。中央电视台对此进行了直播报道，反响空前。

2014年开始，中兴通讯再度与美国GOGO合作，为其提供基于4G ATG的多套整体解决方案。2017年，GOGO利用中兴通讯为其提供的基于非授权2.4GHz频段的4G CPE、地面站、核心网、网管等全套ATG设备顺利搭建起了试验网络，目前各项试验正在顺利进行中。

地空互联应用前景广阔

除了机上娱乐、机上办公外，地空互联还有广泛的行业应用前景，可归纳为视频图像回传、采样数据回传两种应用。视频图像回传广泛应用于飞行安全保障、近海救援、灾害救援、工业巡检、治安巡航等领域。采样数据回传可广泛应用于气象数据收集、大气环境数据收集等场景。

对于飞行安全保障应用，因为互联网的存在，不仅空乘人员可以将机舱内的实时状况回传至地面，空中乘客也可通过微信、微博等通信手段将现场状况实时告知亲朋好友。

对于近海救援，可以利用直升机或无人机挂载摄像头，将遇难位置、现场状态以图像形式实时回传至指挥部，以便及时制定出救援方案，最大限度减少损失。

对于灾害救援、工业巡检、治安巡航等，可以利用直升机或无人机挂载摄像头，实时回传现场图像信息至指挥部，以便于分析灾情，及时制定出应急解决方案。

对于气象数据收集、大气环境数据收集等，可以利用无人机挂载各种传感器，定点采集数据，分析气象信息或大气污染数据等。

以上仅是地空互联的部分应用场景，其应用潜力还有待市场进一步挖掘。伴随着国家产业政策调整、航空公司驱动、通用航空发展，地空互联业务即将迎来发展热潮。

ZTE中兴



Leading 5G Innovations