

# 中国联通千兆LTE 实现国内率先商用部署

中国联通千兆 LTE 网络的发布将对国内相关行业产生重大的推动作用，将推动国内运营商在 5G 到来之前将移动网络升级到千兆水平，为未来的 5G 新业务，新应用热身，也将进一步推动 VR/AR 产业链的成熟和完善。

中国联通网络技术研究院 | 李福昌 韩玉楠

全球千兆LTE商用迅速升温，其中中国联通的表现尤为抢眼。近日，中国联通联合《芳华》剧组进行了“中国联通千兆无线网络&高铁影院”跨界发布会。在发布会上，海南环岛高铁用户通过中国联通千兆LTE网络能够实时观看发布会现场VR直播，获得了良好的视听效果，在行业产生了重大影响。

## 移动视频成最大驱动力

随着4.5G网络广泛部署、业务市场竞争的发展，移动视频业务逐步发展为运营商移动数据业务的主力，在许多运营业务总量的占比已超过50%。近年来，移动视频业务在分辨率方面的演进迅速发展（如图1所示），相应地对移动网络速率也提出了更高的要求（见表1）。在视频播放缓冲速率上，1080P相比于传统480P需提升5倍左右，4K业务需提升近20倍以上；而对于VR的不损失分辨率全景3D视频入门级带宽需求将达到840Mbit/s。这些需求都对无线通信网络的速率和容量带来巨大的挑战。

## 千兆LTE三大基础技术

中国联通千兆LTE网络发布为提升用户业务感知、提升网络容量提供高效解决方案。千兆LTE基础技术主要由载波聚合、4×4 MIMO和256QAM共3种核心技术

组成。

载波聚合（Carrier Aggregation, CA）（如图2所示）是3GPP针对LTE-A下行1Gbit/s、上行500Mbit/s的峰值速率需求在R10版本中提出的新技术。CA可以将2个或更多的载波单元（Component Carrier, CC）聚合在一起，同时进行数据传输，以达到更大频带宽度、更高传输速率的目的，能够有效整合零散频段，提升系统峰值。为保证LTE的后向兼容性，每个CC的最大带宽为20MHz。中国联通现已完成两载波聚合的规模商用部署，并在聚焦城市热点区域开通三载波聚合，实现各频段零散频率资源的高效利用，一方面提升单用户高速率移动业务体验，另一方面实现小区容量倍增。

4×4 MIMO技术（如图3所示）是在基站侧实现四通道发射、终端侧4通道接收的一种高阶MIMO技术，能够有效利用空间资源进行复用和分集。

发送分集方案是在发送端两天线发送同样内容的信号，用于提高链路可靠性。LTE的多天线发送分集技术选用空时编码，在发射端对数据流进行联合编码以减少由于信道衰落和噪声所导致的符号错误

率。通过在发射端增加信号的冗余度，使信号在接收端获得分集增益。

空分复用技术是在发射端发射相互独立的信号，接收端采用干扰抑制的方法进行解码，此时的理论空口信道容量随着收发端天线对数量的增加而线性增大，从而能够显著提高系统的传输速率。空分复用允许在同一个下行资源块上传输不同的数据流，这些数据流可以来自于一个用户（单用户MIMO/SU-MIMO），也可以来自多个用户（多用户MIMO/MU-MIMO）。从而实现在信噪比高的区域提升多流比例和单用户峰值速率，在信噪比低区域改善接收质量，提升边缘覆盖能力。

中国联通现已完成福建、天津、江苏、广东等多个省市热点区域的4×4 MIMO商用部署。实现20MHz单载波下300Mbit/s峰值速率，并提升边缘覆盖速率40%以上。

QAM（如图4所示）是用两路独立的基带信号对两个相互正交的同频载波进行抑制载波双边带调幅，利用这种已调信号的频谱在同一带宽内的正交性，实现两路并行的数字信息传输。该调制方式通常有QAM、16QAM、64QAM，对应的空间信号矢量端点分布图称为星座图，分别有4、16、64个矢量端点。256QAM是一种更高阶的数据调制方式，相对于传统

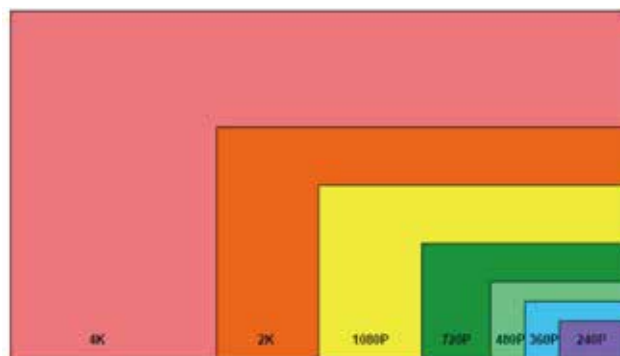


图1 移动视频业务分辨率变化

表1 不同分辨率视频业务对缓冲速率的要求

OTT	分辨率归类	实际分辨率	编码算法	平均码率 (Kbps)	流媒体协议		播放阶段带宽需求 (Mbps)
					手机客户端	手机浏览器	
腾讯	360P	640 × 360	H.264	580	iOS: HLS 安卓: 类DASH	iOS: 类DASH 安卓: HPD	0.75
	720P	1280 × 720	H.264	1200			1.56
	1080P	1920 × 1080	H.264	2500			3.25
爱奇艺	480P	850 × 480	H.264	650	类DASH	iOS: HLS 安卓: HPD	0.85
	720P	1280 × 720	H.264	1500			1.95
	1080P	1920 × 1080	H.264	3000			3.90
优酷	480P	672 × 378	H.264	540	HPD	iOS: HLS 安卓: HPD	0.70
	720P	1104 × 622	H.264	1200			1.56
	1080P	1920 × 1080	H.264	3500			4.55
乐视	480P	960 × 544	H.264	900	HLS	HLS	1.17
	720P	1280 × 576	H.264	1000			1.30
	1080P	1920 × 1080	H.264	2000			2.60



图2 载波聚合

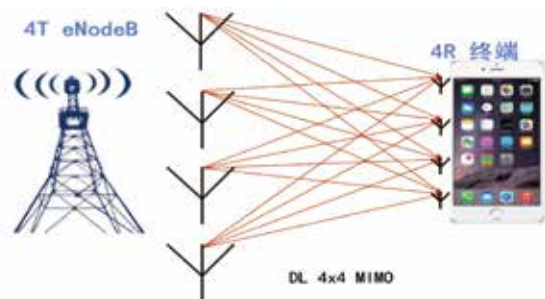


图3 4x4 MIMO

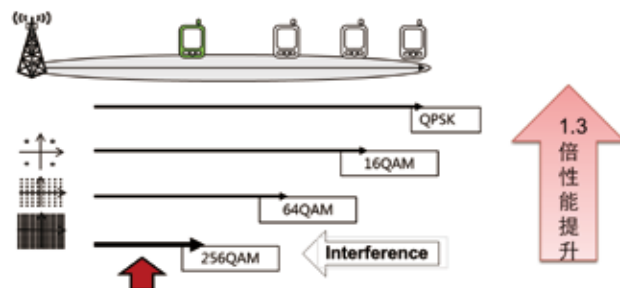


图4 256QAM技术

64QAM（承载6bit信息）能够提升近30%的传输速率。256QAM的启用需要网络侧和终端同时支持，网络质量即信噪比较高时才能启用，信噪比越高调制增益越大。由于考虑到该技术对网络质量要求极高，优先在部分室内高热和室外高价值区域逐渐开启。

### 千兆LTE实现方案

中国联通千兆LTE网络通过三载波聚合、4×4 MIMO和256QAM技术组合使用实现1Gbit/s无线传输速率。

首先通过现有频率的整合实现20+10+20MHz的3CC CA，达到375Mbit/s的速率，然后通过4×4 MIMO联合部署，相对传统2×2 MIMO实现对小区

速率的倍增， $375 \times 2 = 750 \text{ Mbit/s}$ ，最后通过256QAM实现1.33倍的速率增长， $750 \times 1.33 = 975 \text{ Mbit/s}$ 。

3GPP在支持终端类型上同步演进，

表2为各种类型LTE终端能力情况及市面终端数量统计，其中Category16支持1Gbit/s下载速率。

中国联通在多数场景将逐步实现千兆LTE规模覆盖，达到极致用户速率体验。在热点场景结合网络现状、频率现状和演进需求分阶段部署CA、4×4 MIMO、256QAM。

本次发布会是全球首次在高铁上通过千兆LTE网络观看VR视频的先例，一方面改变过去一直以来通过固定网承载VR的惯例，开创了通过移动网络承载VR的先河；另一方面也启动了视频观看体验新模式，丰富了视频观看的手段，促使VR走进人民大众生活中去。可以预料的是，本次发布会将对国内相关行业产生重大的推动作用，将推动国内运营商在5G到来

表2 LTE终端类型

终端类型	终端数量	智能终端数量	性能
Category4	3726	2899	DL: 150Mbit/s, UL: 50Mbit/s
Category6	513	421	DL: 300Mbit/s, UL: 50Mbit/s
Category7	28	22	DL: 300Mbit/s, UL: 100 Mbit/s
Category9	74	68	DL: 450Mbit/s, UL: 50Mbit/s
Category10	1	0	DL: 450Mbit/s, UL: 100 Mbit/s
Category11	16	15	DL: 600Mbit/s, UL: 50 Mbit/s
Category12	18	16	DL: 600Mbit/s, UL: 100Mbit/s
Category13	24	24	DL: 400Mbit/s, UL: 150Mbit/s
Category15	1	0	DL: 800Mbit/s, UL: 150Mbit/s
Category16	1	1	DL: 1Gbit/s, UL: 150Mbit/s