



中国联通“5G+8K”技术白皮书

中国联合网络通信有限公司网络技术研究院

华为技术有限公司

2019年2月

中国联通“5G+8K”技术白皮书.....	1
1 引言	3
2 5G 技术推动超高清视频产业发展.....	4
2.1 全球 5G 产业发展动态	4
2.2 全球超高清产业发展布局	4
3 5G+8K 应用场景	6
3.1 典型的家庭/个人应用	6
3.2 典型的行业应用	7
4 5G+8K 应用技术	7
4.1 8K 技术特点	7
4.2 8K 内容制作	9
4.2.1 视频采集	9
4.2.2 编辑及存储	10
4.3 8K 内容编码	11
4.4 网络传输	12
4.4.1 基础网络	12
4.4.2 视频内容分发网络	15
4.5 终端显示	15
4.5.1 面板	16
4.5.2 机顶盒	17
4.5.3 VR 终端	18
4.6 典型应用解决方案	18
4.6.1 面向平面 8K 视频内容制作.....	18
4.6.2 面向 VR 8K 视频内容制作	20
4.6.3 面向 OTT/IPTV 内容服务.....	21
4.6.4 面向 VR 内容服务	22
4.6.5 面向视频监控应用	23
4.6.6 面向 8K 工业应用.....	24
4.6.7 面向融媒体平台	24
5 5G+8K 应用案例	26
5.1 央视春晚直播	26
5.2 杭州超高清视频直播	27
5.3 乌镇世界互联网大会视频监控	28
5.4 江西 5G+VR 春节联欢晚会.....	29
5.5 超高清远程医疗	31
6 展望	31

1 引言

随着 5G 时代的到来，全球主要国家和地区纷纷提出制定了各自的 5G 推进计划，加速 5G 商用进程。我国在“十三五”规划纲要中明确提出“积极推进第五代移动通信（5G）和超宽带关键技术，启动 5G 商用”的要求。5G 作为新一代网络基础设施，是经济社会数字化转型的关键支撑，中国联通正在积极推进 5G 标准和关键技术研究，加速 5G 网络技术试验、应用创新以及商用部署工作，形成面向个人用户、面向行业用户在相关领域的业务应用能力。

5G 网络大带宽、低时延特性在面向超高清视频应用方面具有非常广泛的应用场景和需求。根据《视觉网络指数》（VNI）报告预测，到 2022 年全球 IP 视频流量将占到所有 IP 流量（商业和消费者）的 82%，全球 IP 视频流量 2022 年将增长到 2017 年的四倍，复合年增长率高达 29%。超高清视频技术与 5G 的结合可以形成很多核心应用模式，如：超高清视频直播内容的回传制作、基于 5G 的大带宽超高清视频服务、基于 5G 的 VR 服务、超高清视频监控、超高清工业生产、远程医疗等等。

随着我国 5G 的规模商用、超高清视频产业的不断演进，未来 5 年将是中国超高清视频产业技术发展和成果转化的战略机遇期，5G 将驱动超高清视频产业应用的飞跃提升。5G 与超高清视频技术的结合，为未来创造了无限可能。

2 5G 技术推动超高清视频产业发展

2.1 全球 5G 产业发展动态

国际电信联盟（ITU）发布的 5G 网络将要达到的部分性能参数如下：下行峰值数据速率为 20Gbps，上行峰值数据速率为 10Gbps，下行峰值频谱效率为 30bps/Hz，上行峰值频谱效率为 15bps/Hz，下行用户体验数据速率 100Mbps，上行用户体验数据速率 50Mbps。5G 网络的理论网络延迟将大大降低，端到端时延达到毫秒级，空口时延仅为 1ms，远低于 4G 网络的空口时延 10ms。而根据 3GPP 的标准规范 TR22.863，5G 移动网络 eMBB 的用户体验速率下行为 1Gbps，上行为 500Mbps。

而传输入门级 4K、运营级 4K、极致 4K、8K 的带宽需求已经超出了现有的 4G 甚至 Wi-Fi 的能力，亟需 5G 的支持。带宽要求最高的 8K 视频普遍需要 135Mbps 以上的带宽保证传输质量，带宽要求最低的入门级 4K 也需要 18Mbps 到 24Mbps 的带宽。而 4K 超高清视频对于承载网端到端的总体要求为：端到端带宽要大于 50Mbps，往返时延（RTT）要小于 20ms，丢包率（PLR）要小于 10^{-5} （实践中可通过端云优化稍微降低对网络的要求）。从理论上讲，5G 网络对于 4K 乃至 8K 超高清视频有着良好的承载能力。

从商业应用的角度来看，2018 年 5G 的 R15 版本标准已经冻结，奠定了面向以超高清视频为主的 eMBB 业务的 5G 网络商用基础。截至 2018 年 11 月，有 78 个国家的 182 家运营商部署或计划部署 5G，如 Verizon、韩国 SKT、LG U+、KT、芬兰 Elisa 等已宣布商用，43 个国家的 74 个运营商在 2019-2022 年计划商用。在美国，Verizon 发布 5G 内容运营策略，为用户提供 YouTube 和 Apple TV 4K 服务，Verizon 将与内容提供商合作，成为一个分销商和电视和视频内容的聚集者。韩国 SKT、KT 等运营商基于在平昌冬奥会上的 5G 试商用，在 2018 年底正式为用户提供 5G 服务，包括同步观看、交互时间片段、360 度虚拟现实直播、全方位视觉和 5G 连接巴士等服务。全球的主流运营商都已经开始商用或部署 5G 网络，而超高清视频无疑是首当其冲的主要目标业务。

2.2 全球超高清产业发展布局

“信息视频化、视频超高清化”已经成为全球信息产业发展的大趋势。从增长和规模来看，到 2022 年，超高清（或 4K）的视频点播 IP 流量将占全球 IP 视频流量的 22%，超高清占视频点播 IP 流量的百分比将高达 35%；从技术演进来看，视频已经从标清、高清进入 4K，即将进入 8K、AR/VR 时代；从各互联网领域来看，随着网络速率的提升、应用终端的逐步完善，家庭互联网已经率先实现了 4K 的超高清化，移动互联网和产业互联网也在向高清化、超高清化快速演进。

日本 NHK 在 2016 年的里约奥运会进行 8K 广播测试，2018 年正式开始 8K 卫星电视广播，并规划在 2020 年的东京奥运会进行 8K 电视转播。2018 年底，率先开通了全球首个 8K 卫星广播频道，提供 4K 及 8K 22.2 声道内容。

在电视终端方面，LG 发布世界最大的 8K OLED 屏幕，实现 8K 技术与 OLED 技术的首次结合；索尼

研发基于 8K HDR 显示的高端画质图像处理引擎；海信推出激光电视和 ULED 电视；TCL 专注于 4K 画质高动态渲染；夏普则率先推出消费级 8K 电视。



图1. 近两年美国 CES 各厂家展出的 8K 技术

近年来，中国超高清视频产业发展拥有难得的机遇，也面临巨大的挑战，国家各层面均积极倡导发挥市场优势，加大政策支撑和引导力度，加快超高清视频技术产品创新和应用普及进程。

(1) 工业和信息化部——发起中国超高清视频产业联盟

2018 年 3 月，在工业和信息化部指导下，中国超高清视频产业联盟由超高清视频产品制造、视频传输、内容生产、应用和服务等领域的主要企事业单位、科研院所、专业机构等发起成立，将积极搭建政产学研用紧密合作的公共服务平台，汇聚超高清视频产业资源和各方面力量，促进行业交流合作，培育超高清视频新业态、新模式，助力打造国际先进的超高清视频产业集群，推动构建中国超高清视频产业生态体系，中国联通是联盟副理事长单位和联盟发起倡议单位。



图2. 中国超高清视频产业联盟成立

(2) 中央广播电视总台——实现 4K 超高清频道落地和 5G 新媒体试验

2018 年底，中央广播电视总台与中国电信、中国移动、中国联通、华为公司签署战略合作协议合作建设国

家级 5G 新媒体平台，通过联合建设“5G 媒体应用实验室”积极开展 5G 环境下的视频应用和产品创新，形成电视、广播、网媒三位一体的全媒介多终端传播渠道，并发布 4K 超高清技术规划和超高清频道。

(3) 中国三大电信运营商——推动 5G 与下一代超高清视频商用探索

中国电信通过转型 3.0 战略，涵盖视频 3.0 战略，以大视频为核心，提供差异化方案。2018 年，中国电信与华为联合发布云 VR 产品，计划 2019 年底在全国一、二线城市全面加载 VR 业务；与东方明珠、百视通、富士康发布基于 5G 测试网络的 8K 视频应用平台，并与各合作伙伴共同成立“5G+8K”产业联盟。

中国移动通过大连接战略布局超高清视频领域，发布首个省级 VR 业务管理规范，实现全球首个运营商云 VR 业务试商用；完成基于 3GPP 标准 R15 版本的 5G 端到端 8K 视频演示，并在乌镇等地完成试验应用。2018 年，中国移动与中国国际电视总公司签署战略合作协议，涵盖 5G 技术研发、4K 超高清频道建设、内容分发、大数据以及资本等领域，是 2018 央视世界杯新媒体指定官方合作伙伴。

中国联通聚焦视频战略，完成从“关注产品实现”到“关注用户体验”的思路转变。2018 年，中国联通发布中国联通 5G+视频推进计划，在 17 个城市开展 5G 试点网络测试和创新应用示范孵化，在 5G 新媒体领域完成多个首发的行业应用实践，包括央视春晚实现国内首次 5G+VR 实时制作传输应用、极寒天气下 5G+4K 传输应用、在杭州试点首次专业级 5G+8K 直播应用、在江西试点首次 5G+VR 春晚直播、与首钢打造 5G 智慧园区助力智慧冬奥、在福建完成全球首例基于 5G 的远程动物手术、与青岛港打造首个 5G 智慧码头等。

3 5G+8K 应用场景

从技术角度看，5G+8K 应用场景不仅局限于平面大屏，也涵盖 VR 等应用场景；从用户群体角度看，5G+8K 应用场景则涵盖更多，包含直播、点播、游戏等等。

表1. 5G+8K 典型应用场景

5G+8K 应用场景	平面 8K	VR 8K
家庭/个人	8K 直播、8K 点播等	VR 游戏、巨幕影院、VR 购物、VR 社交等
行业领域	8K 视频监控、8K 远程医疗、8K 视频会议等	VR 教育、VR 直播、VR 旅游、VR 医疗、VR 工程、VR 房产等

3.1 典型的家庭/个人应用

(1) 8K 直播/点播

8K 直播/点播是指基于 5G 网络，通过 8K/VR 技术应用，对比赛、演唱会、重大活动等大型活动场景进行直播，或后期制作成点播节目推送给家庭/个人用户，带给用户沉浸式的临场感，未来阶段，将为用户带来更好的视听觉和交互体验。

(2) VR 游戏

VR 游戏是指利用 VR 技术让玩家走进虚拟的游戏世界，拥有沉浸的视听感受，并通过身体的运动来进行游戏。云 VR 游戏是 VR 的典型应用，交互性强，沉浸感强，是最能吸引用户的业务之一。

（3）巨幕影院

家庭巨幕影院，是在室内借助 VR 头显，可满足现代人们对于看电影的需求，如私人巨幕、跃然眼前的 3D 影像，1080P 到 4K、8K 的清晰度，800 至 1000 英寸巨幕，屏幕大小自由调节等。

3.2 典型的行业应用

（1）医疗健康

超高清视频技术可以提供超高精细显示，提高医学图片或影像的清晰度，为医疗诊治提供有力技术支撑。将 8K 影像技术与医疗检查结合，实现精准医疗，通过 8K+5G，医生还可以更快调取超高清图像信息、开展远程专家会诊以及远程手术，合理高效利用医疗资源，真正实现完善的医疗解决方案。

（2）工业制造

超高清视频技术与工业物联网结合，可以实现精细原材料识别、精密定位测量等环节，将 8K 技术应用于工业可视化、机器人巡检、人机协作交互等场景，与机器视觉、人工智能结合，提高工业自动化、智能化水平。

（3）文教娱乐

超高清视频除了显著提高临场感，与 5G、VR/AR 结合能带来更真实逼真的体验，在体育赛事、演唱会等展现出更多普通分辨率捕捉不到的细节，抓住每个精彩瞬间，有效提升视频内容制播效率。在教育领域提供更生动的教学互动体验和更丰富的课程内容，有效提升教育教学质量和科研能力。

（4）视频监控

超高清视频技术可以弥补低光照、大范围、恶劣天气等环境缺陷，真实还原各区域细节。用 8K 技术升级现有城市安全、反恐防暴、交通监控，结合图像处理技术，实现区域性人脸、车辆、火灾等识别，大幅提升监控安全领域的保障能力。

4 5G+8K 应用技术

4.1 8K 技术特点

8K 技术是一种视频技术系统名称，包括前端设备、编码压缩、网络传输、播出设备和平台应用等方面，还要同步突破高分辨率、高帧率、高色深、宽色域、高动态范围等多个维度技术，才能给为观众带来颠覆式、更具感染力和沉浸感的临场体验。

8K 取自用户最直接的观感、也是最重要的技术属性——分辨率，即 7680×4320 像素，是 4K 分辨率的 4 倍。从高清到 4K、8K 超高清，画面每帧分辨率从 1920×1080（约 207 万像素）提升到 3840×2160（约 829

万像素)、7680×4320 (约 3386 万像素)。

表2. 超高清技术发展趋势

	阶段	准 4K	全 4K	8K
基本 参数 要求	产业成熟时间	2015-2016 年	2017-2020 年	预计 2020 年-
	分辨率	3840×2180	3840×2180	7680×4320
	帧率	30 帧	60 帧	120 帧
	位深	8bit	10bit	10/12bit
	色域	BT.709	BT.2020	BT.2020
	HDR	SDR	HDR	HDR

8K 需同步突破高分辨率、高帧率、高色深、宽色域、高动态范围等五个维度技术, 才能给观众带来颠覆式、更具感染力和沉浸感的临场体验。

(1) 高分辨率

高分辨率技术提供了更丰富的画面层次和更精致的画面细节, 呈现出场景的立体感和空间感。在 8K (7680×4320) 分辨率的最佳观看距离, 人眼的观看角度可以达到 96°; 接近人眼的立体观看视野 (人眼产生双目立体感的视场角约 110°), 可以忽略显示屏的边界, 体验到亲临现场的观感。

(2) 高帧率

高帧率技术能够进一步提升影像的细腻度和流畅感, 给人眼更加舒适的观看体验。目前 4K 电视采用的帧率 50Hz 或 60Hz。行业标准将逐渐取消超高清隔行扫描方式, 并将 8K 的帧率提升到 100Hz 及以上。当帧率达到 120Hz 时, 可以改善运动镜头的画面跳停现象和模糊现象, 消除高亮度宽视角情况下的临界闪烁现象。

(3) 高色深

色彩深度, 又叫色彩位数, 表示在位图或者视频帧缓冲区中储存 1 像素的三原色中一个颜色所用的位数, 表达最多支持多少种颜色。色彩深度越高, 可用的颜色就越多, 能提高灰阶层次过渡的表现能力、防止出现色彩平滑过渡区域的色带、提升暗场的显示效果、降低画质噪点。目前行业内公认的 4K、8K 系统的色深分别是 10bits (约 10.7 亿色)、12bits (约 687.2 亿色)。

(4) 宽色域

色域是指一个技术系统能够产生的颜色的总和。色域越大, 显示系统的色彩表现力越强, 显示的颜色越丰富, 更接近自然界的色彩。一般用 CIE1931 色域图表现人眼可感受到的全部色彩空间。高清系统的色域空间一般满足 BT.709 标准, 覆盖 38.5% 的 CIE1931 色域空间。超高清系统采用的 BT.2020 色域空间改

进很大，可覆盖 78.5%的 CIE1931 色域空间，能够再现更多饱和度、亮度高的颜色。

(5) 高动态范围

人眼所能感受的亮度动态范围约为 10^{-3} 到 10^6 nits，所能感受的瞬时动态范围可跨度高达 10000nits。高动态范围（High Dynamic Range, HDR）能让人眼看到更纯粹的黑、更亮的白色和纯色，同时看到画面里黑暗处和高光处的细节，色彩饱满，画面有立体感和层次感。要实现 HDR，需要支持高亮度、高色深、高色域空间。

中国联通结合 8K 产业链的技术发展进程定义了 3 种 8K 类型分级，分别为入门级 8K、普通 8K、极致 8K。

类型	分辨率	帧率	颜色深度	亮度动态范围	色域范围
入门级 8K	7680×4320	30 帧/秒	10Bit	SDR	BT.2020
普通 8K	7680×4320	60-90 帧/秒	10Bit	HDR	BT.2020
极致 8K	7680×4320	120 帧/秒	12Bit	HDR	BT.2020

4.2 8K 内容制作

4.2.1 视频采集

在视频采集方面，主要涉及分辨率、帧率、画幅宽高比、色彩采样比和量化比特数等主要因素。画幅宽高比，现在主要应用的是 16: 9 的 HD/UHD 电视或者 17: 9 的 2K/4K 甚至更高宽高比的宽荧幕电影；帧率的除了影响数据量之外，还会影响影像的艺术效果和最终观看的体验；色彩采样比和量化比特数也是影响画质的格式参数之一。

在专业的采、编、播系统中，摄像机作为视频采集头端，负责采、录工作，主要涉及图像处理、编码、输出格式、接口、存储速率、网络传输等规格。而摄像机在不同系统分类中，关注点不同，主要区别如下：

(1) 影视类

影视类摄像机可以多次重复拍摄，其白平衡、曝光、聚焦等操作以手动模式为主，支持 RAW 原始格式文件输出，对后期制作支撑力度大。

(2) 新闻类

新闻类摄像机强调现场捕捉能力，需具备操作简便性及 3A 准确性，辅助手动调节。一般是编码后输出，通过记忆卡方式存储视频源，编码和格式不同。如演播室摄像机要求打光充足，低照能力要求不高，但信噪比要求较高；外采摄像机无打光，其低照能力则要求高，机体小型化趋势明显。

(3) 赛事类

赛事类摄像机一般是固定机位，且多机位，部分是移动机位，且不同机位的摄像机要求不同，如特写

机位、mini 机位等等，要求可捕捉高帧率、快速变化画面，配备追焦、高感光、大光圈、长摄距（长焦）镜头。

（4）监控类

监控类摄像机一般用于视频监控或者前置摄像，基于互联网或局域网进行视频流传输，具有灵敏度高、抗强光、畸变小、体积小、寿命长、抗震动等优点，一般用于城市、企业或家庭的安防系统。

（5）其他专用摄像头

除了拍摄平面视频素材的摄像机，还包括拍摄 VR 摄像机、3D 摄像机等专用特殊器材。

从以上的分析和当前的趋势看，影视类摄像机在分辨率的更新迭代上走得比较快，部分主流厂商的高端机型已经升级到 8K 分辨率，8K 分辨率将在未来 5-10 年逐步成为影视摄像机的高端机型的标配，特别是部分摄像机芯片提供商，如海思的 SOC 已经升级到 8K 分辨率，解决了 FPGA 性能和功耗上的局限，也将进一步促进其他品类摄像机向 8K 分辨率升级。

未来，8K 摄像机发展仍存在部分挑战，其发展趋势包括：

（1）在编码技术配套方面，从 4K 到 8K，数据量增大 4 倍，未来将需要多输出格式满足多种后期处理需求，RAW 更适合大型复杂的后期制作，编码预处理输出更适合中小型普通的后期制作。

（2）在机身小型化方面，提升亮度范围，实现最高 4000nit、最低 0.001 尼特。配合两帧曝光，动态范围高达 20 级，扩展色域范围，支持 Rec.2020 标准，实现明亮的色彩和强烈的照明效果

（3）在功耗降低方面，FPGA 的功耗问题无法彻底解决，特别是 8K 技术对功耗带来的问题凸显，低功耗的芯片级解决方案可能是未来的趋势。

（4）在存储介质等配套方面，8K 视频的数据量急速增加，要求存储的速度和容量都要做大幅的提升。

此外智能拍摄也将成为专业类摄像机的发展趋势，包括深度信息提取，可通过软件批量实现物体背景分离、物体替换，以及深度信息提供给自动对焦算法，实现精准的聚焦，降低拍摄技术门槛。

4.2.2 编辑及存储

视频制作系统是对采集收录的超高清视频进行编辑、制作、剪辑的相关软硬件设备，包括素材编辑、色彩调整、特效处理、后期合成等功能，对软件编码、硬件接口、帧率、分辨率、色域稳定性和视频格式兼容性等有较高要求。

未来，视频制作系统的发展趋势是超高清视频的制作流程与云计算、人工智能等前沿科技进行结合。新媒体云采编等新技术应用突显而出，基于新媒体云服务平台能力，根据不同的行业的需求和业务场景，按需进行定向整合，构建细分市场的行业产品及解决方案，提供娱乐级，专业级的，媒体级的、播出级的差异化的、广电级的标准服务。基于云平台服务的非编系统，可以提供从素材获取、资源管理、剪辑/监看、添加字幕、添加特技到最终发布的全部功能，支持手机、Pad 各类终端远程编辑应用。

超高清视频由于超高码率的特点，对存储设备提出了更高的要求。以松下 GH4 微单拍摄为例，每小时的 4K 影片需 42GB 存储空间，需要至少 2~3 个备份，对存储空间提出了巨大需求。而到了 8K 视频时代，通过 JVC Super Hi-Vision 摄像机视频采集长度为 1 分钟左右的 8K(7680×4320)分辨率视频，需占用 194GB 存储空间。同时，对视频素材的编辑通常需要多路同时叠加编辑，对存储的 I/O 性能要求将达到更高标准。超高清视频制播配备的存储设备必须在高 I/O、高容量方面进行专门的优化，还要具备较高的可扩展性和较高的性能，以满足读写效率。

未来，简单的大容量硬盘已逐渐无法满足超高清视频存储，针对高数据容量和实时性的要求，业界已推出分布式存储架构的解决方案，既便于存储，更能将超清视频以最快速度传输到世界各地，在终端上呈现最好效果。

4.3 8K 内容编码

运营商发展理念是不断提升带宽，进一步提升压缩效率，而 8K、VR 等全新视频应用也会跟上来，带宽消耗还会更高。这虽然是一个简单的经济学悖论，但是高效的压缩技术确是我们所需要的，所以运营商有必要在 8K 时代参与第三代编码技术的制定。

编码设备是运用特定算法将超高清视频数据转换成格式化视频文件的设备，包括硬件编码器、软件编码服务器、云编码服务等，需具有高压缩比、高质量流畅图像、高码流精度控制、多标准格式支持、低延时和低网络传输带宽等特性。编码设备需要具备相对处理高清视频更高的 I/O 性能。同时，由于中国推出了 AVS 系列标准，也对编码器设备的编码功能提出了新的要求。

在同等画质情况下，更好的编码标准需具有存储体积更小、带宽占用更少、传输码率更低、画质更细腻的优势。目前 H.264、H.265 和 AVS2 等协议支持 4K 编解码，AV1 暂未规模商用，面向 8K 的新一代全球领先编解码标准 AVS3 已经完成标准定义，即将于 2019 年 3 月发布，压缩率、带宽占用等指标大幅领先于现有标准，2019 年下半年将有芯片产品发布，为 8K 的普及做好了标准准备，全面领先于预计于 2020 年 10 月发布的 H.266 标准。

编码格式	分辨率	帧率 (fps)	码率 (Mbps)
H.264	1920×1080	30	5-10
	3840×2160	30	10-40
		60	20-80
	7680×4320	60	80-240
H.265	1920×1080	30	4-8
	3840×2160	30	8-30
		60	12-40
	7680×4320	60	48-160
H.266	3840×2160	60	10-32

	7680×4320	60	32-120
		120	50-200
AVS	1920×1080	25	5-10
AVS2	3840×2160	50	12-40
	7680×4320	50	48-160
AVS3	7680×4320	50	32-120
	7680×4320	100	50-200
VP9	1920×1080	30	5-10
	3840×2160	60	12-40
AV1	3840×2160	60	10-32
	7680×4320	60	36-120
		120	60-200

按照市面主流 H.265 标准（350~1000 压缩比），4K 视频传输的传输速率至少为 12-40Mbps，8K 视频传输的传输速率至少为 48-160Mbps。未来随着 5G 网络的普及，将有效满足 4K 的视频传输需求，并支持 8K 视频传输需求。



图3. Encoding.com 2018 全球媒体报告-视频格式份额

4.4 网络传输

4.4.1 基础网络

4.4.1.1 移动网络

5G 网络以 eMBB、eMTC、URLLC 三大应用场景为核心，提供大带宽、大连接、低时延的网络能力，同时结合 MEC、网络切片等特性，为 8K、VR 等超高清视频技术发展带来全新机遇。

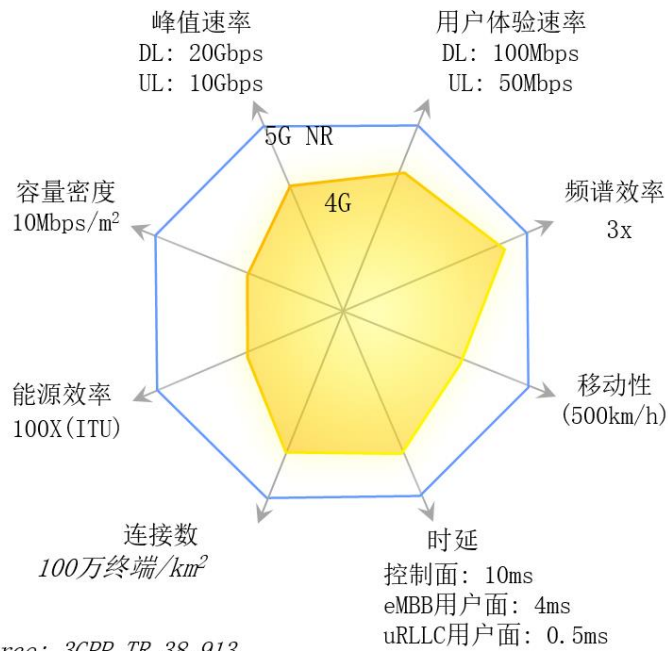


图4. 5G 技术关键性能

按照 8K 视频直播或者点播带宽 200M 要求，4G 网络的传输速率峰值仅能达到 100Mbps，已无法满足 8K 视频传输带宽需求，5G 网络可提供数十 Gbps 的峰值速率，单用户体验速率达 0.1-1Gbps。eMBB（增强移动宽带）作为 3GPP 定义的 5G 技术三大场景之一，为超高清视频等大流量业务提供了技术基础。



图5. 基于 5G 网络的 8K 视频播放组网图

多接入边缘计算（Multi-Access Edge Computing, MEC）是 5G 关键技术之一，在靠近人、物或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，满足行业数字化在实时业务、传输优化等方面的关键需求。MEC 可通过对 8K、VR/AR 等高带宽业务的本地分流，降低对核心网络及骨干传输网络的占用，同时大大拉近业务与终端的距离，有效提升业务速率，降低时延。

另外，5G 端到端网络切片也将是推动超高清视频广泛应用的重要技术，切片是指将网络资源灵活分配，网络能力按需组合，基于一个 5G 网络虚拟出多个具备不同特性的逻辑子网。每个端到端切片均由核

心网、无线网、传输网子切片组合而成，并通过端到端切片管理系统进行统一管理。切片技术可以为超高清视频业务提供虚拟的专用传输通道及智能化的自适应优化，保障业务高质量的体验要求。

4.4.1.2 固定网络

8K 视频对网络的带宽和时延等同时提出了更高的要求。视频点播业务目前一般使用 TCP 传输，丢包对 TCP 影响是降低通量、产生卡顿。根据 TCP 吞吐量评估的经典公式：

$$\text{Throughput} \leq \min(\text{Max}(\text{BW}), \frac{\text{WSS}}{\text{RTT}}, \frac{\text{MSS}}{\text{RTT}} \times \frac{1}{\sqrt{p}})$$

在确定的往返时延和带宽通量要求下，视频点播业务对网络的基本要求是时延<20ms，带宽>150M，丢包率≤1.7E-6。其中，丢包率太高会造成花屏、黑屏等问题，视频业务对网络时延并没有严格要求小于20ms，但时延较小的情况下进行切换频道、开始播放等操作时画面加载的时间比较短。如果对画面加载时间没有太高要求，则网络时延可放宽至 30~40ms。

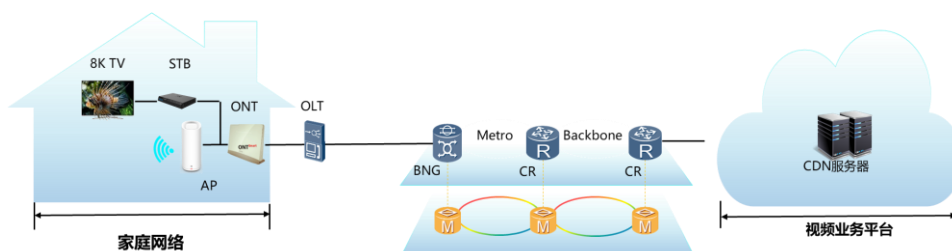


图6. 符合 8K 需求的家庭网络组网模式

所以，大带宽、低时延、多业务的家庭宽带网络是满足 8K 等超高清视频业务应用的基础，入户千兆宽带、基于 Wi-Fi 的家庭网络、基于 8K Ready 的承载网络是目标网络架构。

(1) 千兆宽带网络：近年来，中国联通已将百兆宽带作为主推速率，并逐步向 200M、500M 及千兆宽带推进。在网络资源方面，中国联通传输骨干网链路充沛，总容量达到 248Tbps，其中 100G 的高传输容量占比达到 65%；在网络建设方面，试点城市通过升级整体城域网，将百兆端口升级至万兆或十万兆；在用户接入方面，接入网同样升级至对称万兆端口，并兼容用户原有百兆网关，加快城域网与接入网协同发展。中国联通已有北京、上海、天津、济南、青岛等城市开展千兆宽带试点，涵盖优化基础网络、改善服务质量、创新应用产品、提升宽带品质，致力满足用户个性化、多层次的通信服务新需求，并将根据试点情况制定下一批推广计划。

(2) 基于 Wi-Fi 的家庭网：需要构建基于 Wi-Fi 的家庭网络实现 Cloud VR 业务承载。当前家庭使用的 Wi-Fi 标准制式还大部分为 802.11n，最大带宽为 300M 左右，而未来极致 VR 视频所需带宽更是达到 2.35G（FOV 方式）甚至 5G（全视角方式）。因此，需要 802.11ac Wave2（空口速率可达 6.93G），或者 802.11ad（又称 Wi-Gig，吞吐量可以达到 7G）或者 802.11ax 等新的 Wi-Fi 标准设备，以及合理的分布式 Wi-Fi 方

案实现无缝切换体验。

(3) 基于 8K ready 的承载网：依托 4K Ready 的极简承载网络架构，根据 8K 带宽时延要求进行局部调整，包括 GPON/EPON 升级 100G GPON/EPON、OLT 上行端口扩容升级、城域网扩容升级/OTN 一跳直达等措施。例如，GPON 单接口的下行总带宽按 2.5G 计算，收敛比按照 50% 计算，在 1:64 分光比下每用户带宽尚不足 100Mbps，因此 GPON/EPON 技术难以满足 8K 的大规模普及，EPON 向 10G EPON 演进、GPON 向 10G GPON 演进已成为现阶段千兆入户的主要技术方向。

4.4.2 视频内容分发网络

CDN，全称是 Content Delivery(Distribution) Network，即内容分发网络。通过在现有的网络中部署 CDN 节点，将网络内容发布到最接近用户的网络“边缘”，使用户可以就近取得所需的内容。

随着 8K 的到来，视频流带宽需求从标清的 2M，高清的 8M，4K 的 30~50M，提升到 80M 以上。CDN 的部署就尤为显得重要。对 CDN 来说，就要求 CDN 流媒体服务器有更高的出流、更低的时延、更高密度的硬件平台，而传统的服务器仅仅是通过堆叠来应对流量或者存储增长无法满足以上诉求。8K 的到来将驱动厂商设计下一代 CDN 流媒体服务器，下一代 CDN 流媒体服务器需要重点考虑几个问题：

(1) 摩尔定律可能失效，Intel CPU 每年能力增长 10% 左右，5 年性能增长 50% 左右，远远落后 4K/VR 内容升级需要边缘流化增长 8~10 倍要求。

(2) 单服务器承载的用户数急剧降低，会导致“二八定律”的缓存失效，通过服务器简单堆叠难以满足内容升级要求。

(3) 通用服务器无法满足 VR FOV 业务对 CDN 的时延小于 15ms 的要求，I/O 时延小于 5ms。

另外，CDN 部署位置也决定点播视频流的流量流向、时延、丢包，影响 8K 业务的建设成本。除了建设成本以外，CDN 的部分位置还直接影响到业务的整体时延。CDN 部署位置下移后，受流媒体服务器等设备利用率降低，存储服务器及服务器配套增加等影响，CDN 的成本将会上升，但同时由于减少了流量的转发跳数和经过的网络设备，相应地减少了网络扩容成本，所以实际部署时，只有 CDN 和网络部署综合考虑，才能达到整体成本最优。

4.5 终端显示

超高清视频终端呈现设备包括电视机、机顶盒、平板电脑、手机、VR/AR 设备等。在大尺寸的显示设备上播放高分辨率的视频效果是非常可观的，但是手机的尺寸远远小于电视，目前最大尺寸不会超过 7 英寸，若把分辨率提升至 4K 甚至 8K 则无必要，当屏幕分辨达到一个 2K 时，人类的眼睛已无法辨别其与 4K 屏幕的区别，另外，高分辨率屏幕对手机续航要求极大。目前中国已有多种类大型超高清视频显示终端产品，主要性能指标已具备国际领先水平，未来中国 4K/8K 产品渗透率将不断提高。

4.5.1 面板

8K 市场处于起步阶段，存在 Soc 解决方案尚不成、产品良率偏低以及成本过高等因素影响，其中，在 2019 年二季度推出 8K 电视芯片原型产品。预计 2019 年全球 8K 面板的出货数量约为 30 万台，到 2020 年，8K 面板出货数量将会达到 260 万台。2020 年后，随着生产制造的条件成熟及成本的下降，品牌推广、5G 网络等各方面条件的逐步成熟，将会带动 8K 面板市场快速发展。

中国面板企业京东方、华星光电在 8K 超高清显示面板领域全球领先，韩国三星、LG 在美国获奖的 8K 系列产品，日本在巴西奥运会上试播的显示终端均采用了中国制造的 8K 液晶显示屏。

超高清电视通过 HDMI 接口接收数字信号，经图像处理、显示后，水平/垂直清晰度均应达到 4K/8K 电视线。HDMI 2.0 每路带宽达到 18Gbps，支持 Rec.2020 色域范围，可传递 4K 60Hz 视频信号，增加了对 HDR 的支持。目前业界正在研究的 HDMI 2.1 则将带宽提升至 48Gbps，同时在线缆设计和接口设计上增加了全新的要求，用来满足视频信号高速传输的稳定性和完整性，未来也将推出更高速率接口。

HDMI 版本	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1
			1.2a	1.3a 1.3b 1.3b1 1.3c	1.4a 1.4b	2.0a 2.0b	
色域 (Color Space)							
SD: Rec. 601 (YCbCr)	○	○	○	○	○	○	○
HD: Rec. 709 (sRGB)	○	○	○	○	○	○	○
xvYCC	X	X	X	○	○	○	○
Rec. 2020	X	X	X	X	X	○	○
其他规格、功能							
8 声道 LPCM、24bit/192 kHz 音讯	○	○	○	○	○	○	○
全高清 Blu-ray、HD DVD 视讯	○	○	○	○	○	○	○
CEC (Consumer Electronic Control)	○	○	○	○	○	○	○
DVD-Audio	X	○	○	○	○	○	○
Super Audio CD (DSD)	X	X	○	○	○	○	○
Deep Color	X	X	X	○	○	○	○
Auto lip-sync	X	X	X	○	○	○	○
Dolby TrueHD、DTS-HD MA 串流	X	X	X	○	○	○	○
3D	X	X	X	X	○	○	○
互联网分享	X	X	X	X	○	○	○
ARC (Audio Return Channel)	X	X	X	X	○	○	○
32 声道音讯	X	X	X	X	X	○	○
Hybrid Log-Gamma (HLG) HDR	X	X	X	X	X	○	○
静态 HDR (Static HDR)	X	X	X	X	X	○	○
动态 HDR (Dynamic HDR)	X	X	X	X	X	X	○
Variable refresh rate (Game Mode VRR)	X	X	X	X	X	X	○
4K/30p	X	X	X	X	○	○	○
4K/60p	X	X	X	X	X	○	○
4K、8K、10K/120p	X	X	X	X	X	X	○

图7. HDMI 系列标准功能对比（来源：HDMI 协会官网）

另外，为实现超薄型显示屏、超大屏幕 8K 电视进入普通家庭，目前正在对可弯折搬运、轻巧、柔韧性较好的显示屏进行研究，使用寿命更长、消耗电力更低。

4.5.2 机顶盒

国内运营商现网有超过 1 亿的 4K 机顶盒，但绝大多数只能支持 4K 30 帧/SDR/BT709/8bit 的 4K 解码能力，在 2018 年，国内三大运营商的新增机顶盒全面支持 4K 60 帧/HDR/BT2020/10bit 的视频解码能力。8K 机顶盒芯片将在 2019 年首发，预计未来 2 年内将启动向 VR、8K 方向的演进。

中国联通根据全 4K 智能机顶盒功能特点，结合芯片、终端发展态势，提出 8K 智能机顶盒关键升级点。

表3. 机顶盒演进

类型	全 4K 智能机顶盒	8K 智能机顶盒	
发布时间	2017-2018 年规模应用	预计 2020 年首发	
基本硬件	CPU	四核 A53 以上，主频可达 1.5GHZ 以上	4 核以上，主频至少 1.5GHZ 以上
	GPU	四核及以上，支持 3D 图形加速	4 核以上，支持 3D 图形加速
	神经网络处理器	无	有
	RAM	1G Byte 及以上，DDR3 及以上	1G Byte 及以上，DDR3 及以上
	FLASH	4G Byte 及以上	8G Byte 及以上
编解码	解码	分辨率最大可达 4K，帧率 30fps、60fps；色深 10Bit；BT.2020 色域；支持 HDR	分辨率最大可达 8K，帧率 30 fps、60 fps、90 fps、120 fps；色深 12Bit；BT.2020 色域；支持 HDR
	音频解码	MPEG-2(Layer 1/2)、MPEG-2 AAC LC/MAIM、MPEG-4 AAC、PCM、Dolby EAC-3/DD+ 等	MPEG-2(Layer 1/2)、MPEG-2 AAC LC/MAIM、MPEG-4 AAC、PCM、Dolby EAC-3/DD+ 等
	视频编码	支持 H.264、H.265 等	支持 H.264、H.265、AV1 等
接口及外设	接口	HDMI2.0a；USB2.0×2；内置蓝牙；内置 2.4GHz/5GHz 双频 WLAN，支持 2×2 及以上 MIMO；RJ45 10/100BaseT 网络接口等	HDMI2.1；USB3.0×2；GE 口；PCIE；内置蓝牙；内置 2.4GHz/5GHz 双频 WLAN，支持 2×2 及以上 MIMO 等
	外设	红外遥控器等	红外遥控器、蓝牙遥控器、智能语音外设等

4.5.3 VR 终端

未来云 VR 场景下，VR 终端主要为一体机形式，需要具备低成本、舒适的佩戴体验等特性，主要提供高效的音视频解码、丰富的传感器支持、统一的内容支撑等能力。对于 VR 一体机的显示部分未来应满足如下基本要求：

(1) 硬件要求：采用 VR 专用芯片，支持 2D、3D、VR 图形加速功能，双眼分辨率达到 3840x2160 及以上，刷新率 60Hz 及以上，视场角达到 120°及以上，支持全景 8K 分辨率的 VR 视频解码。

(2) 其他技术要求：支持 FOV 传输、眼球追踪、ATW 等 VR 创新技术。

4.6 典型应用解决方案

4.6.1 面向平面 8K 视频内容制作

8K 视频需要 130Mbps 以上的传输带宽，因此只有基于 5G 网络百兆级的体验速率才能保证视频回传质量。8K 视频的 5G 网络回传结构示意图如下：

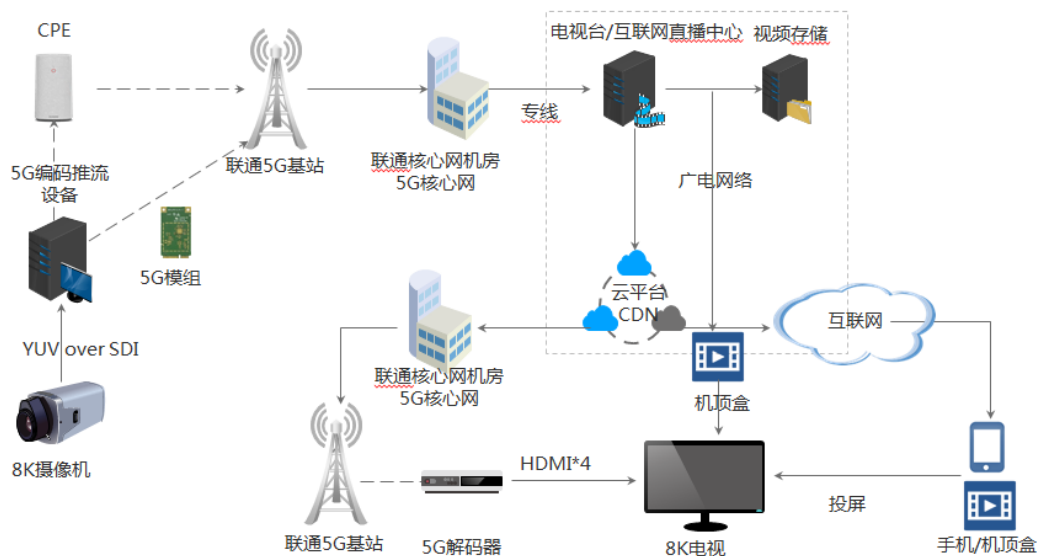


图8. 8K视频回传网络架构图

8K 摄像机通过编码推流设备，将原始视频流转换成 IP 数据流，通过两种途径发送到 5G 基站：一种方法是先将数据流通过 WI-FI 或网线发到 5G 终端 CPE 上，再转给 5G 基站，这种方式在 5G 芯片和模组尚未成熟，以及 5G 信号受限需要转发的场景下使用。另一种方式是将 5G 模组集成于编码设备中，直接发送到基站。基站再通过 5G 传输及核心网络，把视频数据流传送到视频播放、存储及分发端，通过各种网络下发给 8K 视频显示终端。5G 超过 100Mbps 的速率可保证 8K 视频流无卡顿的传输和播放，并且 5G 网络切片功能还可以为 8K 视频提供虚拟的专用通道，进一步保障业务质量。

现有 4G 和 Wi-Fi 网络带宽受限、光纤等有线传输移动性不足的情况下，5G 将成为超高清视频业务的首选传输通道，而视频终端的多样性，例如摄像机、VR 头显、AR 眼镜等也远远超出了传统手机的应用范围和需求，都需要保证大带宽、低时延和高可靠的视频传输，因此面向超高清视频应用的 5G 模组标准亟需研究制定，并研发相应的 5G 模组产品集成于各类超高清视频终端，为各类终端和业务接入 5G 网络进行数据传输提供相应支撑。



图9. 定制化 5G视频传输设备

基于联通定制的 5G 模组及摄像机背包、VR 头显和显示屏等设备可以为各种视频设备提供稳定的实时传输，同时相比传统的线缆传输更加灵活，不受空间的限制，能满足更灵活的直播、转播和观看需求。

在 5G 模组产品的基础上，中国联通还在转播端进行 5G 轻量化终端设备的研究，可以单设备实现多通道导播切换、多路 IP 信号导播切换、多通道同步录制、多通道硬盘播出、真三维虚拟演播室、2D/3D 字幕和图文包装、非编、调音台、流媒体发布等多种功能于一体的真正演播室终端设备，高度集成了传统转播车的业务功能，将 5G 转播终端硬件装在任意一款家用轿车的后备箱内，即可随时外出录制节目，满足新媒体移动为主的轻量级转播需求。



图10. 5G轻量级转播车

除了移动性强的轻量级转播车，大型转播车也是当前节目制作机构的重要工具，其中 8K 转播车是 8K 技术应用的融合验证平台，可以开展 8K 超高清视频内容的标准化和批量化制作与生产，为 5G+8K 传输系统和终端显示产品提供标准化、商用化视频验证内容，全面实现 8K 超高清电视节目实验性试播和视频节目网络化试播的示范应用测试环。2018 年 8 月，北京市经信局联合产业链核心企业指导组建了超高清视频（北京）制作技术协同中心，并推动自主研发集成国内首辆 8K 超高清转播车，其中，中国联通作为 8K 转播车重点合作企业，提供 5G 传输系统的设计与测试验证。

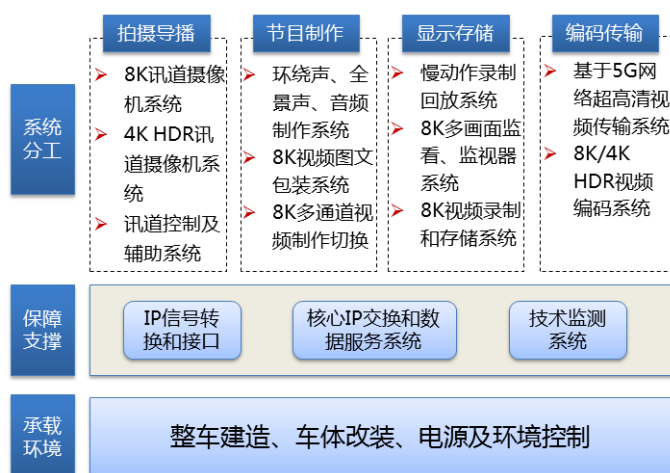


图11. 8K转播车总体设计架构

4.6.2 面向 VR 8K 视频内容制作

VR 制播相对于传统领域内容制播，不同主要体现在 360°全景、3D 图像和交互。从演唱会、赛事直播、

晚会等到现在逐渐普及的大众 VR 内容制作，VR 制播也在不断发展。基于 5G 网络大带宽、低时延特性，同时依托 5G 边缘云服务能力，通过专业化 VR 端到端服务团队及方案，全面展现中国联通业务+网络结合的通信综合服务能力。

VR 8K 视频内容制作将 VR 摄像机各个方位采集到的 8K 图像拼接缝合成球形画面并借助图像拼接服务器使整个球形图像无畸变，真实还原自然效果，多机位采集的多路画面经由 VR 监看切换系统选择最佳画面，植入 VR 虚拟元素和特效制作，最终形成完整 8K 的 VR 视频内容。

中国联通研究并验证 VR 直播的一体化方案，针对春晚直播、两会等大型会议、大型活动等直播开展多场景的 VR 直播方案应用，为不同场景个性化设计，体现中国联通业务+网络结合的通信综合服务能力，全面提升服务能力和品牌价值。

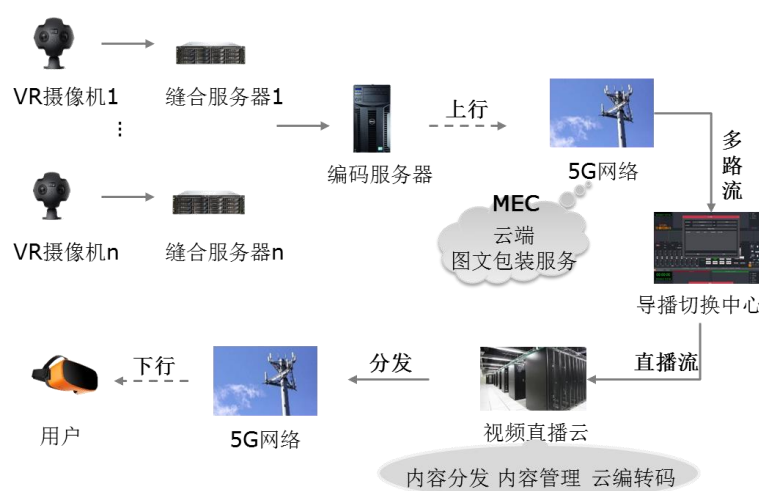


图12. VR制播一体化方案架构

4.6.3 面向 OTT/IPTV 内容服务

2018 年，中国 IPTV 用户总数同比增长 27.1%，达到 1.55 亿户；OTT TV 用户同比增长 12.08%，总量达 1.64 亿户；而有线电视用户规模 2.23 亿户，同比下降 8.7%，且负增长加速。OTT/IPTV 大屏市场持续稳定增长，面向大屏的内容服务愈发重要。在互联网飞速发展的今天，OTT/IPTV 业务作为家庭的重要入口，占据非常重要的作用。

OTT/IPTV 业务主要由业务管理平台和 CDN 组成。业务管理平台主要负责为用户提供 TV 服务以及提供业务相关的管理支撑功能。随着 8K 的到来，业务管理平台可以平滑升级支持 8K 业务。

业务管理平台包括用户管理、CP/SP 管理、业务管理、产品管理、认证鉴权及计费管理、资源列表管理、统计分析、自服务门户等功能。其中用户管理、认证鉴权、产品管理、CP/SP 管理、计费管理可由平台完成，或由平台与 VAC/BSS 配合实现。

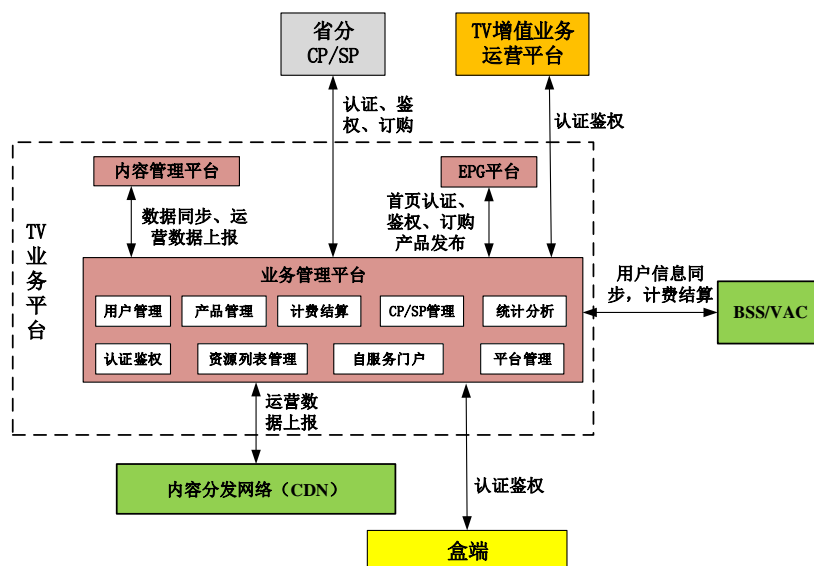


图13. TV业务平台模型

CDN 由内容分发、业务服务、运营管理以及全局调度控制模块组成。随着 8K 的到来，对 CDN 就要求 CDN 流媒体服务器有更高的出流、更低的时延、更高密度的硬件平台。

随着 5G 的商用，较 4G 时代将迎来流量的爆发。为提升用户体验，CDN 预计会进一步下沉，到边缘、到移网，流量进一步本地化。

4.6.4 面向 VR 内容服务

云化虚拟现实（Cloud VR）将内容上云、渲染上云，凭借降低消费成本、提升用户体验、普及商业场景和保护内容版权等显著优势，成为当前 VR 产业自主选择的规模化发展之路。在 5G 时代，依赖 5G 网络的云化虚拟现实业务将会成为消费者 VR 业务的新热点。

面向 5G+VR 内容服务，建立基于固移融合的服务能力。利用 5G MEC 资源，在本地 DC、边缘 DC、接入机房等多位置搭建云渲染资源节点，支撑广大移动网络用户对于 VR 实时渲染业务的需求；同时利用 5G MEC 建立 vCDN 资源，并结合 5G 网络切片技术，开辟独立的网络资源，实现 5G 承载 IPTV 业务。考虑云渲染资源昂贵的建设费用，为了实现充分的资源共享并兼顾时延要求，将本地 DC 的云渲染资源开放共享给宽带网络，支撑宽带网络用户的 VR 业务需求。在接入侧，充分利用固移融合技术，实现用户 VR 业务在移动网络、家庭宽带网络的自由接入，并实现固移网络之间的业务无缝切换。

解决大场景的监控，同时可大量应用于制高点监控、广场监控以及森林防火等场合；全景网络摄像机，满足了用户更全视野的大场景监控需求。

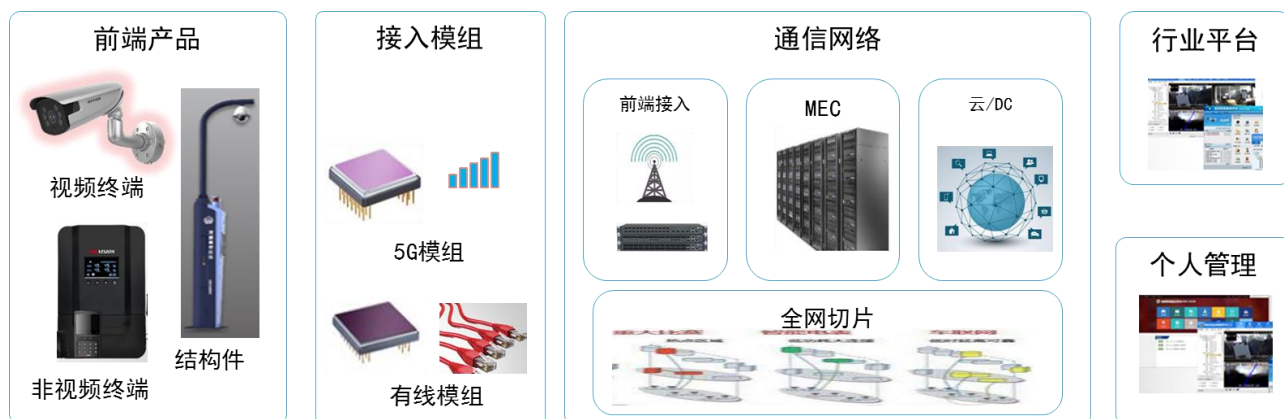


图16. 视频安防端到端系统

未来结合 5G 技术，电信运营商将网络切片、通信能力和状态等向视频监控企业开放，与视频 AI 分析能力结合，部分轻量化、低功耗的处理放在摄像头内置 AI 芯片内完成；需要大量对比与计算的 AI 处理，采用 MEC 架构实现。同时视频监控企业通过开放视频、安防识别结果，与通信能力结合，形成产品的新能力，合作开发面向不同场景、客户群体的产品。

4.6.6 面向 8K 工业应用

随着设备智能化的发展，工厂 OT（操作技术）系统逐渐打破车间级、现场级分层次组网模式，智能设备之间逐渐实现直接互联。无线技术逐步向工业领域渗透，呈现从信息采集到生产控制，从局部方案到全网方案的发展趋势，存在大量低功耗、广覆盖、大连接的数据采集和控制需求。

超高清视频技术与工业制造结合可应用于图像识别、工业可视化、机器人巡检、人机协作交互等场景，提升工业自动化及智能化水平。工业网络既需要支持高带宽的图像、视频业务，又需要支持大连接、低速率的传感器和控制信号业务，同时还需要支持传统的与人交互的各类业务，网络支持的业务特点和需求差异巨大。

智慧工厂的工业应用对相机的分辨率、视野范围等要求越来越高，包括缺陷检测、精密测量、3C 检测、读码应用等。这对工业相机提出更高的性能需求、更灵活的体验需求、更安全的环境需求、更低的能耗需求。例如，读码应用受限于拍摄环境，基于面阵相机的物流、包装等多面读码系统已无法满足行业应用，8K 工业线阵相机配合传送装置，仅需一定程度的缝隙，便可以实现多种条码识别。精度要求和补光一致性要求高的平板类检测，集成多种 ISP 算法满足多种图像校正，可根据精度需求完成靶面分割和缺陷检测等。

4.6.7 面向融媒体平台

传统媒体与新兴媒体融合发展是媒体行业的必然趋势，众多媒体机构在媒体融合方面进行了大量探索

和尝试，媒体融合的核心是新技术的应用融合，从传统的 4G、大数据的简单应用，转变为未来结合 5G 的新技术的应用融合，以视频为主向下一步融合发展。现今融合媒体背景下，新媒体端的直播呈现出巨大的发展和增长空间，5G 和 8K 等新技术成为了新媒体业务的创新驱动，推动着媒体内容的多维化发展，多种媒体渠道的不断融合，有着高速的信息相互交换能力，可以满足媒体的不断更新的需求，解决当前媒体信息时效性、关联性、交互性上的短板，从而增加媒体信息的价值。

通过 5G 创新应用，中国联通未来构建基于云平台架构、面向融合媒体的融媒体平台，支撑新媒体业务，从新媒体资源的入库、存储、交换，提供满足融合媒体业务的个性化体验提升，提高资源获取效率，通过公有云资源，为各地的编辑人员提供随时随地的媒资服务，支持 4K/8K 制播业务。通过 5G 网络接入新媒体云服务平台，对 8K 超高清视频进行远程审核、快速编辑、视频转码、图像处理等媒资处理工作。

融媒体平台的整体方案，采用混合云方式部署，将新媒体发布核心内容部署在私有云或者自行管理服务器平台，或者在公有云上在具有控制权的主机平台进行部署；同时具备弹性扩展的能力，比如 CDN、云存储等可方便在公有云上扩展。这样保证发布内容安全和随时下线等控制权，同时不影响大规模并发产生时流量并发需求。



图17. 云采编应用示例

面向广播电视、报纸、网站、微博、微信、移动客户端等全媒体传播渠道，从内容的统一策划、生产、审核、分发以及传播运营分析，到实现从选题策划、采访报道、编辑加工、内容分发，形成到传播追踪、评价考核的闭环业务流程，记录数据变化、活动趋向，随时监控传播效果。云采编基于 5G 云服务，可提供高效的视频编码和发布能力，BS 架构、手机等终端后期非编能力，提供图文包装、虚拟包装多媒体图文制作能力，适用于各类用户的媒体资源管理能力，云化虚拟演播室编辑能力，视频内容采集、网络回传、内容分发能力，以及短视频、新闻报道等稿件全媒体制作的能力。

5 5G+8K 应用案例

5.1 央视春晚直播



图18. 5G 网络 VR 实时制作传输启动仪式

中国联通联合中央广播电视总台、华为公司在吉林长春春晚分会场启动 5G 网络超高清视频实时传输、5G 8K VR 实时制作传输测试，为春晚长春分会场 5G 直播应用提供技术验证与准备。此次应用同时也实现了中国首次极寒环境下的 5G 网络 4K 传输测试，通过中国联通的 5G 网络，央视将长春春晚分会场拍摄的 4K 实时信号，成功传回至中央广播电视总台北京 5G 媒体应用实验室机房，同时总台拍摄的北京景观信号也成功经过中国联通的 5G 网络传输至长春分会场导播机房，两路信号均在长春分会场导播机房的 4K 大屏上予以实时呈现。

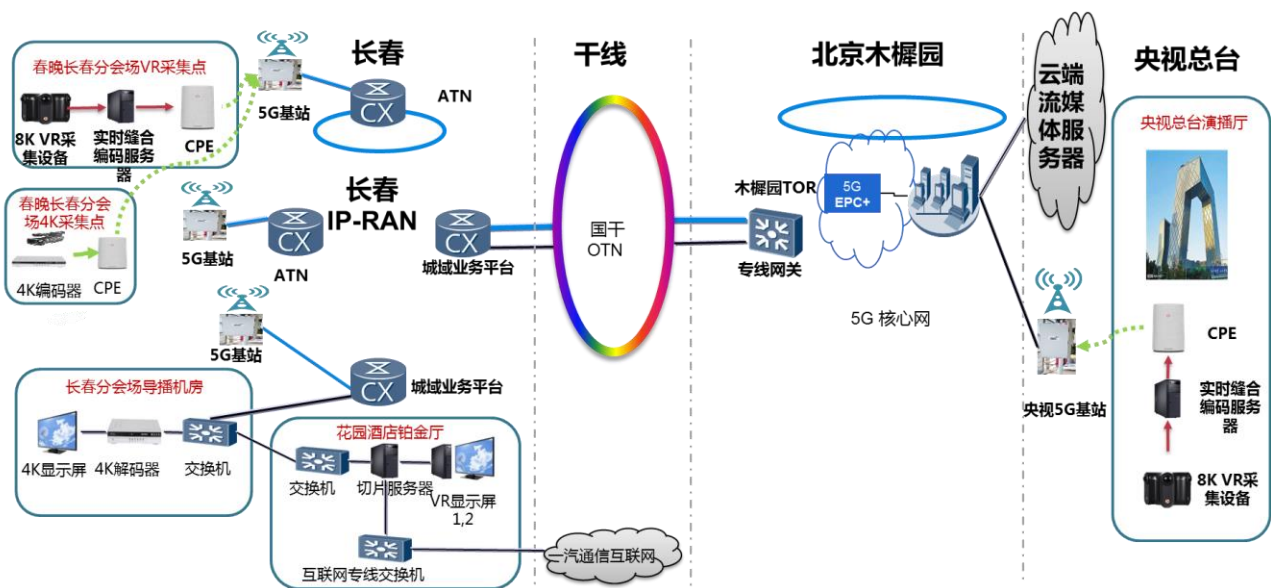


图19. 央视 5G 直播架构图

这是中国首个 5G 媒体应用实验室继成功实现 5G 网络 4K 电视传输后，进行的又一次重要测试，是中央广播电视总台在推动 5G 新媒体平台建设方面的重大突破。在央视春晚预热节目中，实现了 8K VR 全景互动，带给观众全新的视觉感受。

5.2 杭州超高清视频直播

2018 年 9 月，中国联通联合阿里云在杭州完成了国内首次专业级 5G+8K 应用，实现了传统视频直播体验的快速升级，中国联通提供端到端网络解决方案并进行网络部署实施，阿里云为提供全链路视频云解决方案。

此次应用的总体设计以实现 5G+8K 直播应用为核心，通过 8K 产业链伙伴协同合作，合理运用 5G/4G/固网/专线等网络资源，实现 5G 与 8K 两项新技术的联合应用示范，主要包括头端设备（8K 摄像机、8K 编码器）、网络传输设备（5G 终端及组成 5G 基站、专线的各种网络设备）、播放设备（8K 解码器、8K 电视）等多个环节的协同配合。目前 5G 终端单台下载速率实测达 2.3Gbps，确保可以满足码率为 300Mbps 的 8K 视频信号传输，可以实现多项延展功能。

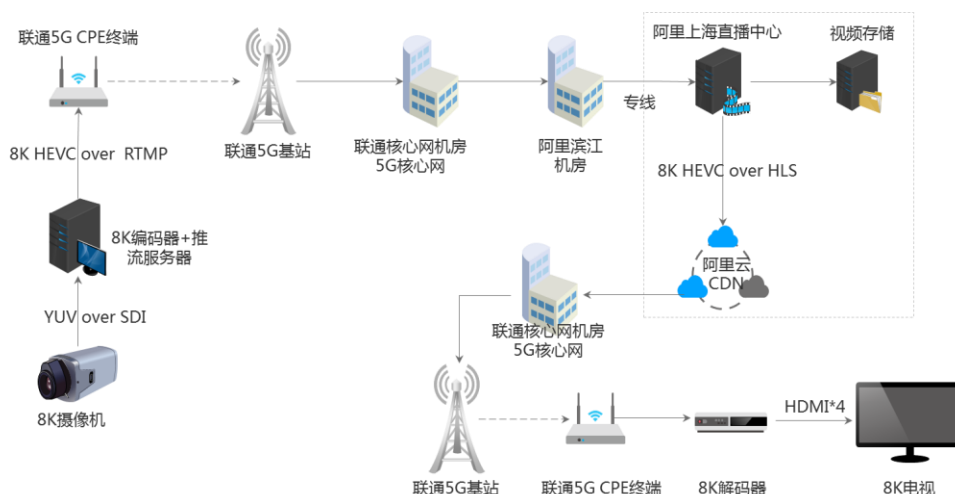


图20. 5G+8K 直播应用组网方案

在直播中采用专业级 8K 摄像机采集视频，面向云管端协同组网，由 5G 端到端系统、多条跨省专线构成，直播视频流经由 5G CPE 终端上行至浙江联通 5G 核心网络，通过联通云专线与阿里云实现互通，数据传输距离长达 400 公里，直播数据流全部注入阿里云上海直播中心进行分发，通过 5G 网络实时回传至 8K 超高清电视机，整体性能指标满足后续重大赛事活动采用 5G+8K 直播的需求。

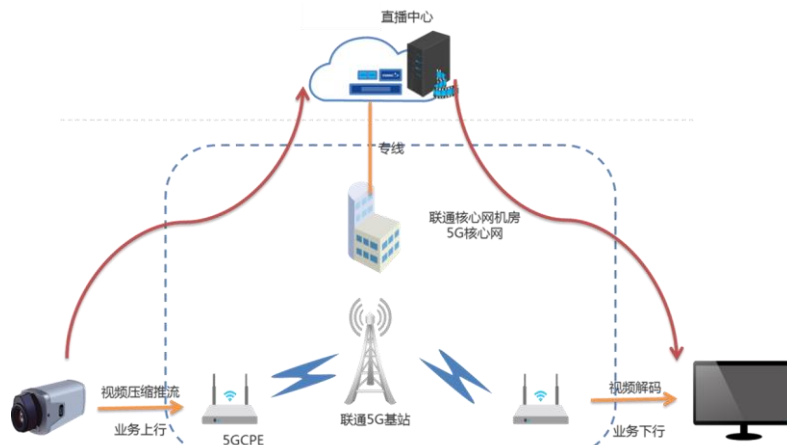


图21. 5G+8K 直播应用业务流方案

中国联通还在本次 5G+8K 直播过程中展示了两个应用领域，一是面向家庭娱乐消费的 8K 直播和点播，二是远程会诊的行业场景。在现场演示环节，通过专业级 8K 摄像机拍摄现场患者眼部，采集患者眼部的细微表象症状高清视频画面，将实时编码的 8K 视频通过中国联通 5G 网络、跨省专线传输至阿里上海直播中心，再将 8K 视频推送至浙江大学附属邵逸夫医院，由眼科专家通过 8K 超高清视频为患者进行远程会诊。



图22. 5G+8K 直播现场

此次试点通过展示 5G 有效支撑 8K 超高清视频的大带宽能力，对 5G 室内外一体化组网、8K 业务端到端业务保障的率先探索，为打造体验领先的 5G 超高清直播服务奠定了良好基础。

5.3 乌镇世界互联网大会视频监控

2018 年世界互联网大会，中国联通与华为、海康威视在 5G 网络下完成 8K 超高清视频的实时监控应用探索，由 5G 端到端系统构成，将摄像机部署于会展中心外，通过两路 8K\2K 摄像机取景，经过 5G CPE 由 5G 网络向展会现场大屏实时传回 8K\2K 超高清乌镇景区直播画面。



图23. 5G视频监控

视频监控作为平安城市、平安社会建设的重要应用之一，伴随着图像分辨率的提升，超高清视频监控是一个整体系统而不是单个设备或环节，包含从前端采集、编码传输、终端解码、存储显示等，从单一的治安防范技术手段演进成综合性强的视频图像信息系统，可广泛应用于机场、车站、港口、码头、广场、路口等需要大范围监控的使用场景。8K 产品包含的细节更多，让可视化管理更加高效、联动响应更加及时、安全系统更有保障。未来，通过 8K IP 摄像头/高清显示终端/VR 等硬件产品，结合高清视频云，实现高清视频采集、云编码、识别、转发、存储、解码、显示等端到端的解决方案。

5.4 江西 5G+VR 春节联欢晚会

2019 年 2 月 3 日，江西省春节联欢晚会首次采用 5G+8K+VR 进行录制播出，这也是电视史上首台 5G+8K+VR 春晚。

本次 5G+8K+VR 春晚，中国联通在江西省艺术中心大剧院内实现了 5G 信号覆盖。在拍摄现场，共设计了 4 个机位，包含中央固定机位、摇臂机位、空中飞猫机位以及游机位，每个机位通过有线连接独立 5G CPE，并通过 CPE 上行至现场的 5G 基站及核心网，然后通过核心网专线回传至现场导播切换台。现场导播通过 VR 预览监看系统，实时切换现场前台主机位、游机机位、摇臂机位与飞猫机位，选取最优画面，加入虚拟植入与特效制作，通过媒体服务器统一进行发布推流，现场观众可以通过手机、PC 以及 VR 头显等多种方式体验观看。整体方案，通过 5G 网络实现了单基站下多路超高清全景视频并行的实时传输。

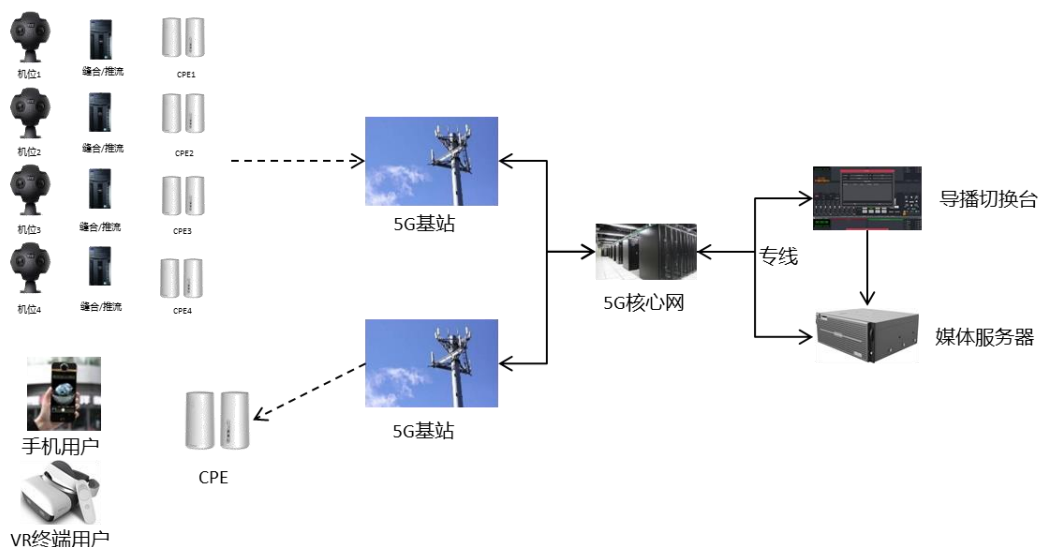


图24. 组网架构图



图25. 机位设计

本次 5G+8K+VR 春晚采取了多渠道分发供观众欣赏观看。在春晚播出当晚和重播时，手机用户可通过扫描电视上春晚节目下方的二维码，通过手机 H5 页面进行观看，也可以在爱奇艺 VR 手机 APP 上的江西 VR 春晚直播专区进行观看，使用手机观看的用户既可以通过拖拽画面切换观看视角，也可以在观看界面开启陀螺仪模式，通过旋转、移动手机来切换观看视角；PC 端用户可通过爱奇艺 VR，通过鼠标拖拽切换视角的方式观看；而 VR 头显用户可以直接在应用商城下载爱奇艺 VR APP，通过头显完全沉浸式观看。



图26. 春晚拍摄现场

本次 5G+8K+VR 春晚直播播出当晚吸引了全国 31 个省市自治区的用户进行观看，访问次数达到百万次，这是中国联通 5G 垂直行业应用落地的又一大成果，也是中国联通 5G+8K+VR 端到端直播方案的一次强有力验证，为中国联通在拉动 5G+8K+VR 全产业链合作的奠定了坚实的基础。

5.5 超高清远程医疗

5G 网络为医疗行业提供了多种的信息化业务切入点，其中，高带宽特性可支持多路超高清视频及 VR/AR 应用，低时延特性可良好支持基于远程触觉传递的远程手术应用，大连接特性能够在医院内外实现大量医疗设备联网，实现医疗应用与信息互通。

2019 年 1 月，中国联通联合北京 301 医院、福建医大孟超肝胆医院开展手术试验，充分发挥了 5G 技术大带宽、低延时的优势。操作现场位于 5G 天线正下方的边缘信号弱覆盖区域，手术人员基于 5G 网络实时回传的 4K/8K 超高清视频画面，远程操控 50 公里外的手术器械，延迟少于 30 毫秒。



图27. 远程医疗会诊

此次 5G 网络的远程手术突破了传统现场诊疗方式的局限，基于国产自研诊疗设备，实现了手术多设备数据的协同、云端存储、大流量远程调用传输与实时获取，实现了腹腔镜手术远程实时与高可靠性为今后 5G 远程外科手术的临床应用实施进行了验证。

未来医疗行业基于 5G 技术，还可能实现移动查房、实时监测、病人定位、紧急求助等，为更多的优质医疗资源普及到基层或偏远地区创造条件，让普通患者也能享受及时、便捷、专家诊疗服务。

6 展望

5G 与 8K 超高清视频技术的结合，将推进网络能力、业务能力、用户体验的全面升级，为新时代的智慧生活带来无限可能。5G 时代，中国联通将紧抓核心技术自主创新，与产业链伙伴共同在重点区域、重点行业、重点领域推进新媒体超高清视频的广泛应用。