

5G MBS 场景分析报告

本文件主要起草人：

咪咕公司：徐嵩、聂国梁、张文宣、杨堃、卿松、李於柯、陈丽丽

中国移动研究院：李爱华、刘潇蔓、张鹏飞、柴丽、刘乐、郝悦、魏彬、毕娅娜

说明：

1. 本文件免费使用，仅供参考，不对使用本文件的产品负责。
2. 本文件归属中国移动研究院-咪咕公司“面向泛娱乐的业网算协同”联合工作组。

任何单位与个人未经工作组书面允许，不得以任何形式转售、复制、修改、抄袭、传播全部或部分内容。

目录

- 1 引言.....5
- 2 广播多播技术..... 6
 - 2.1 3GPP 广播多播技术发展历程..... 6
 - 2.2 5G MBS 技术.....7
- 3 5G MBS 典型应用场景.....11
 - 3.1 演艺活动直播..... 11
 - 3.1.1 背景介绍.....11
 - 3.1.2 存在问题.....13
 - 3.1.3 应用价值.....13
 - 3.2 数智竞技场直播..... 14
 - 3.2.1 背景介绍.....14
 - 3.2.2 存在问题.....15
 - 3.2.3 应用价值.....16
 - 3.3 校园直播..... 16
 - 3.3.1 背景介绍.....16
 - 3.3.2 存在问题.....17
 - 3.3.3 应用价值.....18
 - 3.4 固件升级..... 18
 - 3.4.1 背景介绍.....18
 - 3.4.2 存在问题.....19

3.4.3 应用价值.....	20
3.5 车载服务.....	20
3.5.1 背景介绍.....	20
3.5.2 存在问题.....	21
3.5.3 应用价值.....	22
3.6 公共服务.....	22
3.6.1 背景介绍.....	22
3.6.2 存在问题.....	23
3.6.3 应用价值.....	24
3.7 广告内容推送.....	25
3.7.1 背景介绍.....	25
3.7.2 存在问题.....	25
3.7.3 应用价值.....	26
3.8 元宇宙.....	26
3.8.1 背景介绍.....	26
3.8.2 存在问题.....	27
3.8.3 应用价值.....	27
4 总结.....	28
4.1 场景总结.....	28
4.2 展望.....	31
5 参考.....	32

1 引言

随着移动通信网络的发展以及智能硬件设备的提升,人们观看视频的终端设备逐渐从电视单一类型发展到手机、iPad、电脑等,呈现出多样化的趋势。在 5G 网络的大带宽、高速率、低时延优势下,视频在制播方式、内容与分发方式上也能够更好的满足现代人的生活、娱乐需求。广大互联网用户可以在移动终端上体验到演唱会直播、VR 视频、网络课堂直播等各类流媒体视频越来越多的新应用。

各类视频业务的发展也给网络传输带宽带来了巨大挑战,日常生活中,我们使用手机观看的视频直播、接收到的公共安全类消息都是通过单播方式下发,在人群密集场所或上网高峰期极易出现视频播放不流畅现象。在点到多点的业务中通过单播的方式在空口上承载使用,消耗资源庞大,效率很低,特别是从无线资源利用的角度来看尤甚,极易产生网络阻塞的问题。国际移动通信标准化组织 3GPP 于 2022 年 6 月冻结 R17 标准,5G NR MBS 是 R17 全新的内容,5G MBS 是一种新的数据分发/传输方式,专注于较低 QoS 的业务,可同时向多个移动终端及固定终端分发/传输相同的视频内容。R17 定义的广播多播方式来传递用户数据提供了实质性的好处,特别是在系统效率和用户体验方面,既节约了无线频谱资源又保证视频播放的流畅度。未来的 5G 系统中,4K/8K 超高清视频、多视角视频、VR (虚拟现实) /AR (增强现实) 等等高质量多媒体业务,都可以采取广播多播方式进行点到多点分发。5G MBS 不仅局限于视频类内容的分发/传输,图文信息一样适用,在公共安全领域,如紧急信息的广播、灾害预警消息的分发,短时间内一定区域范围的用户及时知晓,避免发生不良后果。在车载系统升级、物联网终端固件/软件的批量升级方面也有越来越多的需求。

本文介绍了广播多播技术的发展历程、5GMBS 网络架构和数据的转发过程,重点列举了 5G 广播方式传输数据的适用场景,包括演艺活动直播、数智竞技场直播、校园直播、固件升级、车载服务、公共服务、广告内容推送和元宇宙八个场景,分析了互联网用户或政府部门对各场景的使用需求,从时间段、地点、带宽、用户分布、用户流动性等维度阐述各

场景之间的区别，分析目前各场景在数据分发中存在的问题，说明 5G 广播技术在各场景的推广应用价值。但单一的广播网络很难对区域进行 100%覆盖，室内或被遮挡的区域需要通过单播技术实现数据的传递，未来可通过广播多播网络(广播+多播)、5G 网络(广播+单播)、固网(多播+单播)三者的融合型网络来分发点到多点内容的灵活技术，预计广播多播通信会在 5G 系统中发挥重要作用。

2 广播多播技术

2.1 3GPP 广播多播技术发展历程

为了节省传输和无线资源，3GPP 引入了广播和多播概念。广播多播不是一个新名词，在有线传输领域早就有广播多播的概念，在无线通讯领域出现的晚一些时间，但是也有近 20 年时间了。广播多播在 3GPP 发展历程如下^[1]：

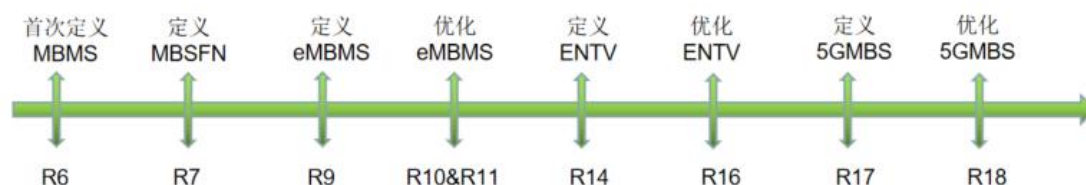


图 1. 广播多播在 3GPP 发展历程

3GPP R6 首次提出基于 3G 的 MBMS。

3GPP R7 进一步定义基于单频网工作模式 MBSFN（Multicast Broadcast Single Frequency Network）的 MBMS，解决了 MBMS 在小区边界的信号覆盖问题。

3GPP R9 正式确定将 eMBMS（改进的 MBMS）作为 4G 广播技术，具有更高速率及更灵活业务配置；新引入了前向纠错（FEC）技术。

3GPP R10-R11 不断改进 eMBMS，陆续引入新增计数功能（统计 MBSFN 区域内对某 MBMS 业务感兴趣的 UE 数量）和接纳控制功能（根据当前无线资源情况、eMBMS 业务之间的优先级、计数结果等因素，由 MCE 决定是否建立新的 eMBMS 业务，或抢占现有

的 eMBMS 业务的资源)、引入了传统地面数字电视广播技术中的循环前缀 (CP, Cyclic Prefix) 技术以支持更大范围的 MBSFN。

3GPP R14 提出 EnTV (Enhanced TV), 也称为 FeMBMS (Forward eMBMS, 即演进后的 eMBMS)。支持更大覆盖范围的大塔 (循环前缀 CP 长度进一步扩大到 200 μ s); 支持无 SIM 卡的单接收模式 (ROM, Receive-Only Mode; 也称 FTA, Free-To-Air); 引入了多种传统的地面数字电视广播技术, 频率使用效率进一步提升, 能够更好满足 MBMS 业务的应用需求。

3GPP R16 正式完成 EnTV 大塔广播标准, 支持 120-250km/h 高速移动; 支持 100km 覆盖范围。

3GPP R17, 完成 NR MBS 小塔广播标准。

3GPP R18, 针对 NR MBS 小塔的性能增强、功能优化等方面开展研究。

2.2 5G MBS 技术

3GPP R17 定义了 5GMBS, 相比 4G 的 eMBMS, 5GMBS 在网络架构、核心网技术以及无线技术上都有很多优化。

架构从 LTE eMBMS 架构如下图:

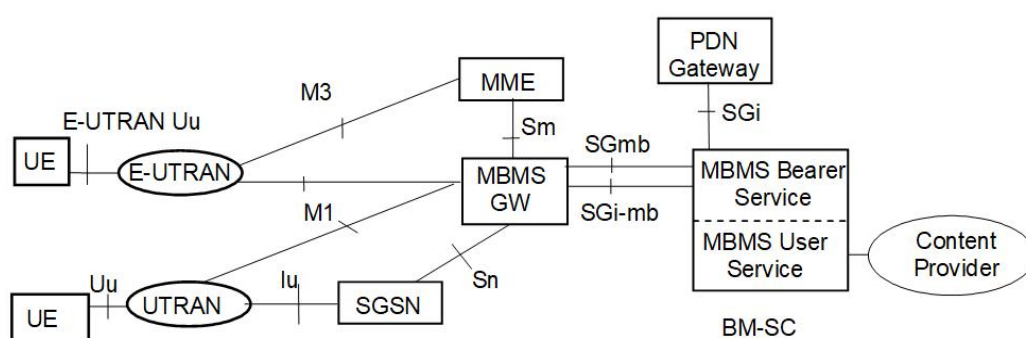


图 2. LTE eMBMS 架构图

升级到 5GMBS 架构^[2]:

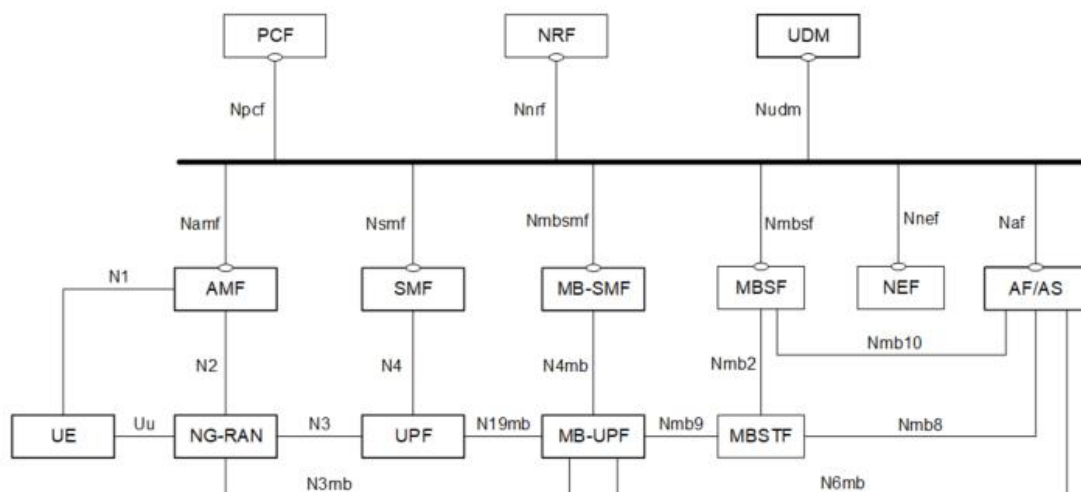


图 3. 5G MBS 架构图

5GMBS 系统基于 SA 网络 CU 分离和服务化的基本架构，通过新引入网元功能或增强现有 5G 网元功能，在控制面基于单播机制实现多播流程控制，数据面通过共享隧道实现数据传输，实现多播/广播业务能力。

5GMBS 新增了四个网元，具体如下：

- ◆ MB-SMF(Multicast/Broadcast Session Management Function)：控制面网元，负责 MBS 会话管理。通过 AMF 与 RAN 交互控制使用 5GC 共享传输方式；控制 MB-UPF 使用 5GC 独立传输方式传输多播报文。
- ◆ MB-UPF(Multicast/Broadcast User Plane Function)：用户面网元，负责广播数据的发送，支持两种传输方式：5GC 共享传输和 5GC 独立传输；支持播报文的过滤。
- ◆ MBSF(Multicast/Broadcast Service Function)：控制面网元，AF 与 MB-SMF 的桥梁，提供 MBS 会话操作和传输参数。基于 AS 能力，按需部署。
- ◆ MBSTF(Multicast/Broadcast Service Transport Function)：用户面网元，负责多播报文的处理，如支持文件转换为流、FEC 等。基于 AS 能力，按需部署。

5GMBS 下行数据转发机制如下图^[2]：

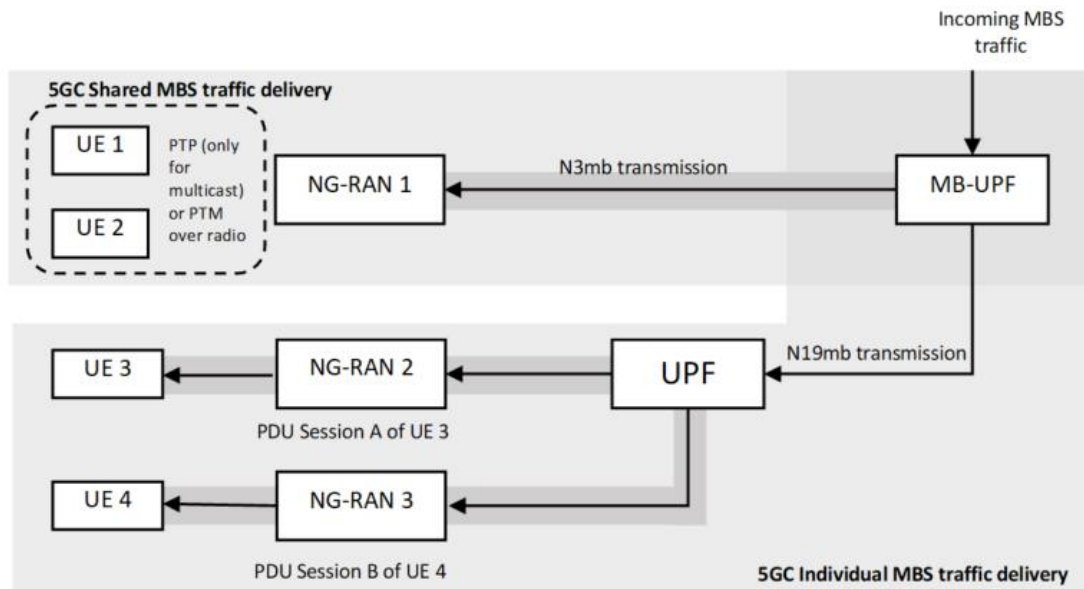


图 4. 5GMBS 下行数据转发机制

MB-UPF 是 MBS 会话的锚点, 负责从 AS 或者 MB-STF 接收广播/多播数据流。MB-UPF 与 AS/MB-STF 二者之间可以基于多播或者单播方式传递数据流。

MB-UPF 分发数据流到 NR 有两种方式: 5GC 共享传输和 5GC 独立传输。当 NR 支持 MBS 时, MB-UPF 可以采用 5GC 共享传输方式进行分发广播/多播数据流; 当 NR 不支持 MBS 时, MB-UPF 采用 5GC 独立传输方式分发多播数据流。

5GC 共享传输是 MB-UPF 与 NR 之间直接建立共享传输通道, 再由 NR 通过 PTP 或者 PTM 发送数据流到终端。PTP 传输类似于单播传输, 数据只能由单个终端接收; 而 PTM 则允许所有的终端接收同一份数据, 这种机制大大节约了空口资源。PTP 与 PTM 可以根据当前 NR 下的终端数量进行动态切换, 使得 5GMBS 系统比 eMBMS 技术更可靠、更高效。

5GC 独立传输是 MB-UPF 发送数据到 UPF, UPF 再转发数据到 NR。MB-UPF 与 UPF 之间可以基于多播或者单播进行数据传递; UPF 通过单播模式按照用户粒度把数据发送到每个 NR。

无线侧, 对于多播和广播业务从配置下发到数据接收及移动性等方面进行了不同的设计。

对于广播业务, 相同的服务和相同的特定内容数据同时提供给地理区域内的所有终端 (广播服务区域内的所有终端均被授权接收该数据)。广播业务通过广播会话下发到终端, UE

可以在 RRC_IDLE、RRC_INACTIVE 和 RRC_CONNECTED 三种状态下接收广播业务。无线侧广播业务的传输，仅支持 PTM 传递机制，不支持 HARQ。对于广播业务下发无线资源是由 SIB 配置的一个公共频域资源，其带宽大于或等于 CORESET#0，并与 CORESET#0 使用相同的 numerology。

UE 可以通过接收 MCCH 来获取广播会话的 MBS 配置(例如, MTCH 接收所需的参数)。接收 MCCH 所需的参数通过系统信息提供。MCCH 会提供在 MTCH 上传输的所有正在进行会话的广播服务列表，广播会话的相关信息包括 MBS 会话 ID、相关的 G-RNTI 调度信息和在 MTCH 上提供某些服务的相邻单元的信息。MCCH 周期性传输，且会通过修改期机制进行内容的修改，并使用通知机制宣布由于广播会话的开始、修改或停止以及由于邻近单元信息的修改而引起的 MCCH 内容的变化，—当终端收到 MCCH 变更通知时，在发送变更通知的 MCCH 变更周期内，获取更新后的 MCCH。

NR MBS 支持对于广播业务的频率优先级支持，gNB 可以配置为每个小区支持的 MBS FSA ID，并可在 Xn 建立消息和后续 Xn 配置更新消息中与邻居交换此信息，以帮助确定频率优先级，此外，如果 UE 认为邻区不支持某个 MBS 广播业务，UE 可以通过在小区重选前请求单播接收的方式来保证广播业务接收的连续性。此外，RRC_CONNECTED 态 UE 还可以通过发送 MBS Interest Indication 消息来提供其感兴趣的广播业务的频率信息、业务信息以及单播与广播业务接收优先级信息。

对于多播业务，相同的服务和相同的特定内容数据同时提供给一组专用的 UE(并非多播服务区中的所有 UE 都会被授权接收数据)。多播通信业务通过多播会话下发到终端。UE 可以接收 RRC_CONNECTED 状态下的多播通信服务，使用 PTP 和/或 PTM 传递机制，网络可以动态决定对于一个特定 UE 是否仅 PTP 或 PTM 或二者一起来进行多播业务的下发。HARQ 反馈/重传可以应用于 PTP 和 PTM 传输。

当 RRC_CONNECTED 态 UE 加入了某个 MBS 多播业务的会话，则会话激活时，网络将它通过 RRCReconfiguration 为 UE 提供接收多播业务所需的配置。在一个多播会话暂停数据传输时，网络可以配置 UE 回到 RRC_IDLE 或 RRC_INACTIVE 态，并在有数据传输或者会话激活时，通过组通知 (Group notification) 机制告知 UE。

多播业务接收所使用的是通过 SRB 为 UE 配置的一个公共频域资源，该资源位于下行 BWP 内且与 DL BWP 使用相同的 numerology，且可能有一些 MBS 专用配置。MBS 多播传输支持两种 HARQ-ACK 上报模式：第一种，当 UE 正确解码传输块或检测到指示 SPS PDSCH 发布的 DCI 格式时，UE 生成带有 ACK 值的 HARQ-ACK 信息；否则，UE 生成带有 NACK 值的 HARQ-ACK 信息；第二种，UE 仅会发送把 NACK 的值的 HARQ-ACK 信息。多播 HARQ-ACK 反馈可以通过每个 G-RNTI 或每个 G-CS-RNTI 的高层配置和/或 DCI 调度多播传输中的指示来启用或禁用。

当 UE 在两个均支持 MBS 特性的基站间切换时，在切换准备阶段，源 gNB 将 UE 加入的 MBS 组播会话信息传输给目标 gNB，且源 gNB 可能会对某些 MRB 进行数据转发，以减少数据丢失，并可能在切换准备期间与目标 gNB 交换相应的 MRB PDCP 序号。无论源 gNB 是否为 UE 配置了 PTP RLC AM 实体，只要目标 gNB 为 MRB 配置了 PTP RLCAM 实体，则该切换支持无损切换。此外，为了支持无损切换，网络必须保证源 gNB 和目标单 gNB 之间 DL PDCP COUNT 值的同步和连续性；当 UE 从支持 MBS 特性的基站切换至不支持 MBS 特性的基站，在切换准备阶段源基站将或者该信息，而在源基站通过 Individual delivery 方式为 UE 提供服务，然后进行单播切换流程；若 UE 从不支持 MBS 的基站切换到支持 MBS 特性的基站，则 UE 首先执行现有单播切换流程，并可在目标基站通过 Shared delivery 方式获取 MBS 多播业务的数据。

3 5G MBS 典型应用场景

3.1 演艺活动直播

3.1.1 背景介绍

演艺活动主要包括话剧演出、演唱会、音乐会、集会、文艺演出等活动，观众一般可通过线上、线下两种途径观看演艺活动。步入 21 世纪，得益于各类赛事的举办，各地体育场

馆的建设如火如荼，形成诸如国家体育馆“鸟巢”、北京五棵松体育馆、上海体育场等多个可容纳万人的超大型场馆，助力大型线下演艺活动的举办。为配合演艺活动的举办，场馆运营方往往会在现场部署多块大荧幕，展现舞台上歌手、演员的表演，提升现场观众的观看体验。



图 5. 国家体育馆“鸟巢”



图 6. 北京五棵松体育场

尽管大型场馆可以容纳更多的观众同时观看演出，但是受限于座位位置，位处场馆看台等距离舞台较远的观众往往难以看清舞台表演。随着观众观演需求的转变，越来越多的观众希望可以看到某位演员直拍、后台采访、台下准备等多视角，而传统的演艺荧幕仅提供舞台演艺单一视角，难以满足观众的个性化观演需求。

借助 5G 及音视频技术，演艺活动运营方与技术方和各大视频平台方合作，通过直播方式为线上观众同步现场表演内容，现场观众可通过 5G 移动终端，随时随地观看演艺内容。线上直播具备灵活度高、可同时分发等特点，演艺活动运营方可以便捷的上传多种演艺视角内容，现场观众也可根据自身喜好选择直播内容，满足其个性化需求。这种线上多视角、线上演艺直播方式也受到越来越多观众的青睐，正逐渐成为业内主流。演艺活动直播场景的特点可详见表 1。

维度	描述
时间段	普遍固定在 18：00-23:00 演艺活动举办时间段内。
地点	演艺场馆内部。
带宽	720P 视频分辨率：服务器带宽建议 1Mbps 左右 1080P 视频分辨率：服务器带宽建议 2Mbps 左右
用户分布	用户数量多，密集分布在演艺场馆内部
用户流动性	弱，演艺活动举办时，用户在固定位置观看演艺内容

表 1. 演艺活动直播场景特点

3.1.2 存在问题

现场观众往往数量众多、人群密集，虽然 5G 网络相较于 4G 网络，可以为更多观众提供通信服务，但演艺活动直播为了给观众带来身临其境的体验，需要高带宽传输高质量音视频信号。当活动现场众多观众同时使用 5G 移动终端观看直播时，馆内网络资源往往无法支撑所有观众的上网请求，直播内容难以在观众的 5G 移动终端上正常播放，易出现卡顿、缓冲失败等问题。另外，现场众多观众同时收看直播内容抢占了过多的网络资源，易影响其他观众的聊天、购物、扫码等上网需求。

针对这类观众密集场景业界一直采用传统单播方式向现场每位观众推送视频流，有限的网络带宽难以支撑庞大的并发量，从而引起网络阻塞。虽然在活动现场部署临时基站、扩充网络资源可在一定程度上解决网络阻塞问题来保障用户的上网需求，但该方案增加了网络支撑保障的成本，网络资源使用效率很低，同时，网络资源的扩充数量往往依靠网络专家的经验判断，易出现资源保障不足或过剩的问题。

3.1.3 应用价值

目前，观众使用移动终端收看演艺活动直播内容时往往采用传统单播方式，这种方式不适用于高并发、需求大带宽的情况，而在演艺场景内，往往存在直播内容相同、观众收看时间一致、观众密集的业务特征。

基于上述业务特征，可采用 5G 广播技术为观众统一下发视频流，缓解直播内容传输对下行带宽的压力。广播方式传输视频流可缓解下行带宽的压力，广播传输与 5G 网络的低延迟、高速率优势相辅相成，为演艺场馆直播提供了实质性的好处，特别是在系统效率和用户体验方面，可提供接入便捷、高清流畅、高并发的音视频直播服务。

3.2 数智竞技场直播

3.2.1 背景介绍

数智竞技这一概念由中国移动咪咕公司在 2021 年 9 月率先提出，指的是基于 5G 及相关通信技术为代表的创新技术群，依托数字化+人工智能+机器人为载体、以竞技对抗为主要表现形式，包括但不限于 MCG 竞技、实况虚拟竞技、改进游戏电竞等方面^[3]。5G 网络的出现与 VR 设备的升级使得 VR 竞技在体验感方面进一步提升，玩家眼镜和手持道具通过 5G 背包发送信号，摆脱了线控束缚，玩家可在更大范围内自由行走和奔跑。

VR 竞技在设备、内容上的提升吸引着越来越多的观赛者，场馆内外的观众关注点可归纳为两方面：

一方面，关注参赛人员佩戴 VR 眼镜后的 VR 内容，关注这个虚拟世界中的环境、玩家角色以及双方对战情况；

另一方面，关注玩家在比赛场地的肢体动作、双方移动方向等情况。



图 7. 虚拟射击场



图 8. 真实现场对抗情况

虚拟环境、角色、对战情况只能通过现场大屏向用户展示，但玩家在现场的作战手势、

移动角度等细节画面会由于距离大屏较远、座位较偏等因素不能保证赛场的每位观众都获得良好的观看感，借助 5G 网络的低时延、高速率优势以直播方式呈现这些内容可极大提升观众观看体验感。演艺活动直播场景的特点可详见表 2。

维度	描述
时间段	无固定时间段，在数智竞技的比赛时间内提供直播服务。
地点	竞技场馆内。
带宽	高码率 60Mbps 极高码率 120Mbps
用户分布	密集，集中在竞技场馆内
用户流动性	弱，场内观众几乎都在座位席观看，无流动性

表 2. 数智竞技直播场景特点

3.2.2 存在问题

现有竞技场馆依托室内 5G 覆盖和边缘计算等技术，场馆内观众通过手机、VR 穿戴设备等终端观看竞技直播，为提升观众的沉浸感，在直播内容上提供两种交互：

- (1) 观众在终端上有多路视角可选择：可自由选择观看场内多机位、VR 全景、第一视角、“VIP 坐席”视角、“上帝”视角等直播内容。
- (2) 为观众提供竞技全真环播内容：即使有多路视角供观众选择，毕竟视角有限，将竞技的 VR 环境及玩家角色状态全部内容下发至 VR、手机终端，实现对现场观众“全真环播”，用户可在终端中自主选择观看视角，360 度视角随意切换。



图 9. 第一视角



图 10. 全真环播

以上需求若采用传统单播的方式逐一下发到现场用户终端必然延时、画面不流畅现象，终端体验到的每一种交互、每一路视角都是一个视频流，尤其现有竞技场景的画质都达到 4K 分辨率以上，高码率的视频传输以及多样的交互需求对网络带宽提出了挑战，降低用户体验感，为缓解下行带宽资源的压力可采用广播方式统一下发视频内容到终端。

3.2.3 应用价值

采用新型交互化视频广播服务，可为用户提供包括多机位、多视角、4K/8K/AR/VR 视频服务，满足了用户个性化、交互化、多样化的视频服务需求。5G 广播结合音视频技术，场馆内外观众通过 5G 终端设备接收低时延、高码率的赛事直播内容，视角观看流畅无延时，体验身临其境的感觉。随着 5G 技术的成熟，基于 5G+4K/8K+XR+AI 等技术，为广大竞技运动爱好者打造具有即时互动、沉浸体验的数智竞技场景。

3.3 校园直播

3.3.1 背景介绍

校园直播主要是由教师或学生自发将校园内相关内容通过移动网络向其他用户的智能设备分发和同步。随着互联网技术的不断发展，人们使用互联网的频率也不断增长，流媒体技术也越来越多的应用在视频直播和点播中。面对突如其来的新冠疫情，全国各类学校组织师生，通过直播方式将教学内容向校内外师生同步。

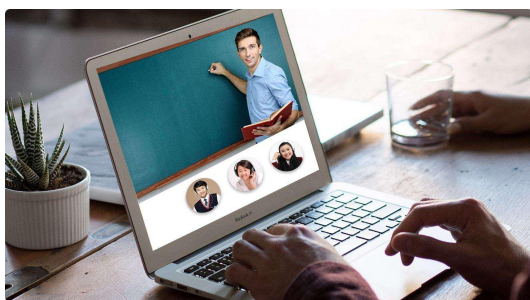


图 11. 线上远程教学

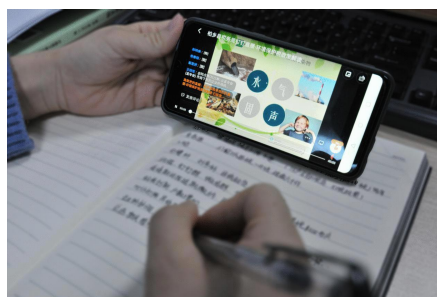


图 12. 课程回放

通过网络直播，一方面打破了课程教学或活动举办地点的限制，师生可在任意地点通过移动网络接入至虚拟空间，避免师生聚集带来的疫情传播风险，保障教育教学需求，为师生的正常学习提供广阔的平台。另一方面，通过网络直播，可将授课、活动内容记录回放，降低了传播门槛和记录成本，同时，校园直播也为部分教育资源欠发展地区的校园提供优质的教育资源。随着 5G 网络的不断建设，因连接速度和稳定性的不断提升促使越来越多的师生

选择 5G 网络成为学习、娱乐的重要媒介。

除了线上教学，越来越多的师生开始在校园收看诸如奥运会、冬奥会、世界杯等国际体育赛事以及英雄联盟、王者荣耀等网络游戏组织的电子竞技赛事直播。相较于线上教学，重点校园直播场景的收看人群更广，赛事场次更多，用户收看直播的动力也最充足。校园直播场景的特点可详见表 3。

维度	描述
时间段	普遍分布在上课教学固定时间段内，或赛事举办时间段内。
地点	主要集中在校园内部。
带宽	720P 视频分辨率：服务器带宽建议 1Mbps 左右 1080P 视频分辨率：服务器带宽建议 2Mbps 左右
用户分布	用户一般集中在校园宿舍、食堂等地点
用户流动性	弱，用户多在宿舍、食堂等校园固定位置或家里收看直播内容

表 3. 校园直播场景特点

3.3.2 存在问题

在校园直播场景中，师生的上网时间段往往集中在某一个时间段内，线上教学直播参与人数一般在 20-40 人以内；而针对热点电竞体育赛事和重大活动直播场景，规模较大的高校中，同时收看直播的人数往往会超过 3000 人。

目前，校园直播为了给师生带来高质量教学和观赛娱乐体验，需要传输高清视频信号。当校园周边多名师生同时观看直播时，往往需要较多的网络资源支撑用户的上网需求。且该类内容直播时间往往与上网高峰时间重合，若不在校园区域内做好网络保障，将影响到该区域内所有用户的上网需求，影响校园直播效果。另外，面向教育资源欠发展地区的校园提供教学内容时，需要有良好的网络做好支撑和保障，但是这类校园一般位处山区等偏远地区，网络资源往往有限，临时扩容需耗费大量的人力、物力成本，亟需更加便捷、低廉的网络保障方案。

3.3.3 应用价值

校园热点内容直播分发是 5G 广播一个值得研究的场景，在网络资源紧张的场景下，运营商可通过 5G 广播技术将直播内容同时供给多个用户，采用这种方式分发内容的好处有两点体现。

(1) 可减缓校园周边小区基站的负载和网络资源保障成本，避免其他用户的上网需求受到影响；

(2) 5G 广播技术可为更多的师生提供高质量、低时延的直播内容，提升直播的试听体验。

尽管 5G 广播多播技术具备降低网络负载、节省保障成本的优势，但就校园直播场景看，师生间需建立信息通路，用于课程和热点活动交流互动。因每位观众与主播间的互动内容不同，故仍需依靠单播技术，建立师生间的互动链路。由此看来，仅依靠 5G 广播技术并不能完整承载直播场景，需 5G 广播与单播技术相结合，才能提升直播效果与质量。

3.4 固件升级

3.4.1 背景介绍

固件升级的意思是对底层的软件进行修改、替换从而使得硬件增加新功能或者更好的工作，固件升级广泛应用于物联网、车联网领域，传统升级物联网设备费时费力，要求物联网设备在硬件上留出物理接口，升级时在现场通过线缆连接设备进行应用和固件的升级。目前 OTA 升级仅需在物联网设备端保留无线通信接口，服务端将新的应用/固件通过无线通信下发到物联网终端设备，终端设备用新的应用/固件代码代替旧的代码，完成升级。

以车联网为例，目前市场上的网联汽车大多支持基于 OTA 空中下载技术更新车载操作系统，纯电动汽车通过 OTA 升级后可提高车内系统反应速度，提升电池的续航能力，装载互联网系统的燃油汽车通过 OTA 升级可得到精准、低时延的地图导航系统，丰富娱乐系统功能，为用户提供日渐强大且丰富的座舱功能服务。车载系统升级场景的特点可详见表 4。

维度	描述
时间段	夜晚或下班时间，私家车大多处于静止状态，适合在一定区域内统一下发系统升级包。
地点	多集中在居民区地下停车场。
带宽	1-2Mbps
用户分布	分布广，城市集中，城区外分散。
用户流动性	车辆静止时，用户自定义模式下，无较强的流动性。

表 4. 车载系统升级场景特点



图 13. 车载娱乐系统^[4]



图 14. 车载导航系统^[5]

3.4.2 存在问题

汽车 ota 升级系统是空中下载技术，指电子设备终端通过无线网络下载远程服务器上的升级包，对系统或应用进行升级的技术。ota 是空中下载技术，通过移动通信的接口实现对软件进行远程管理。汽车 ota 升级系统的作用是：

- (1) 为用户修复软件故障，大幅度缩短中间步骤的时间，使软件快速到达用户，减少汽车制造产商和用户的成本；为车辆增加新功能，增加用户的新鲜感，更好的适配驾驶客户的自定义要求（比如，对某些车型能力用户自定义更新升级）；
- (2) 拓宽了服务和运营的范畴。

目前无线单播进行 OTA 升级时：存在问题场景是，对大规模特定时刻升级，比较浪费运营商带宽。

3.4.3 应用价值

在 5G 系统中进一步发展 5G 广播，提升整个广播系统的能力，从而可以支持更高速更有效的 SOTA，FOTA 系统更新。比如在整体（按车型，品牌）大规模版本更新时，相对于之前的对覆盖区内每辆汽车都逐一分配一个单独数据信道，5G 广播为覆盖区内，整体一次性进行系统的升级，从而节省了运营商在该业务上的频率和数据带宽，在不改变车辆原有配件前提下，通过写入新的固件程序，使某些部件获得不同工作状态，汽车 OTA 升级能在不同阶段，对汽车进行优化，变得更加完美智能。

3.5 车载服务

3.5.1 背景介绍

车内娱乐系统是帮助驾驶员和乘客保持娱乐的设备的组合。娱乐可以是音频、视频、游戏或多媒体的形式。有时有定制的娱乐系统，出于安全考虑，车内娱乐系统分为两种。

(1) 一个专为驾驶员设计，如仅音频系统。驾驶员在驾驶汽车的过程中播放歌曲或电台广播消息以消磨无聊的驾驶时间。

(2) 另一个为乘客设计，如个性化视频、游戏系统或儿童娱乐系统。



图 15. 车内多屏现实



图 16. 车内音频系统

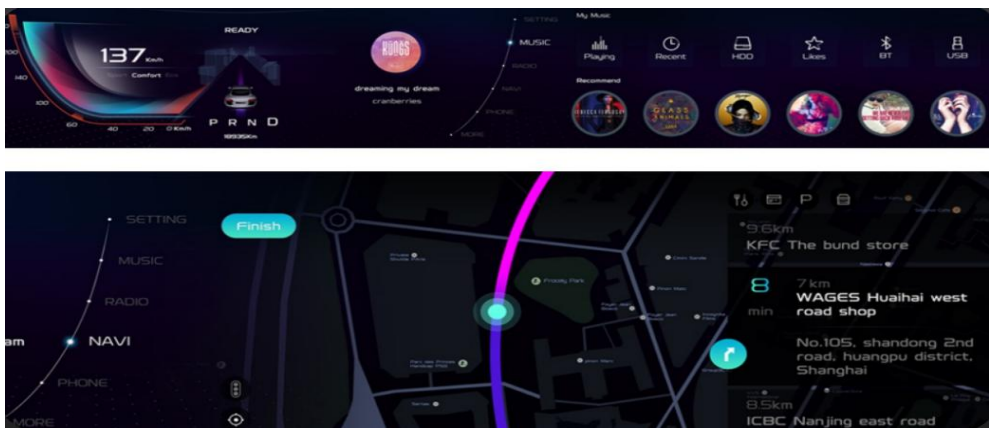


图 17. 车内导航系统

车内的收音机、小屏幕等设备内使我们的驾驶体验更加流畅和有趣（其中的多屏场景，主要依托移动网络和车载终端协同工作，车载多屏不涉及 D2D 方式）。5G 的出现使得汽车可能成为终端移动设备，乘客能够以比以往更快的速度和更好的质量下载或流式播放娱乐节目，汽车成为家的延申。随着汽车娱乐与家庭娱乐的融合，后座的孩子们可以看完他们在家开始的电影。除了在行驶过程中，还提供了在静止状态下的娱乐体验。车载娱乐系统升级场景的特点可详见表 5。

维度	描述
时间段	驾驶员在驾驶车辆过程中或乘客在使用车载娱乐设备时段。
地点	公路或路边。
带宽	音乐：128Kb/s 以上； 视频：（1k）1-2Mbps/路，（VR）20-30Mbps/路至 100Mbps/路不等。
用户分布	分布广，城市集中，城区外分散。
用户流动性	很强，具有较高移动速度。

表 5. 车载娱乐系统升级场景特点

3.5.2 存在问题

车载视频是车载娱乐系统的一个典型应用，目前车载视频为多屏形态，车内每位乘客的前方都放置一个小屏，在汽车行驶过程中播放相同内容的电影、热门电视剧或广告内容用来打发乘客行驶途中的无聊时间，每个小屏的视频内容在单播模式下都为单独的视频流，即使调整 HLS 切片长度、buffer 长度也无法对多路视频流进行同步，出现多屏画面内容不一致

的情况，给乘客们带来不好的体验感。

3.5.3 应用价值

随着自动化水平的提高，乘客对车内服务和娱乐的期望越来越高。到 2025 年，移动服务市场预计将全球超过 2300 亿美元，成为互联汽车市场的重要增长动力。

5G 广播/多播的概念，本质是“一个源到多个目的地”的数据传输方式。3GPP 在 5G 系统中的 Release-17 的标准化中，通过多播和广播通信服务，支持透明的 IPv4/IPv6 多媒体传输，IPTV 等群组通信和 V2X 娱乐应用等。通过组合单播 5G 为媒体交付的未来铺平了道路，在向多个用户传输相同内容时，显著降低了拥塞、延迟和资本支出/运营支出负担，扩展了服务覆盖范围的服务，以更低的分发成本，改进了服务质量并提升了用户体验。若车载多媒体系统接收广播信号车内所有屏幕播放的视频内容都会保持一致。

3.6 公共服务

3.6.1 背景介绍

公共服务是政府等权威部门在一定的区域内提供的信息服务，包含应急广播、公共宣传等服务信息。应急广播是指在面临突发公共事件（自然灾害、公共卫生事件和社会安全事件）时，及时向公众传递紧急信息服务的一种应急手段。公共宣传主要涉及及时传达政令、引导舆论等行为，以稳定人心确保社会安定发展。

公共服务的应用场景可归纳为以下 3 类：

（1）自然灾害类：例如 2008 年四川汶川大地震，政府部门及时向全国进行应急广播，当地人民根据实时通报信息，进行针对性救援；全国其他地方及时运输紧急物资，进行支援；相关部门协调人力、物力，有效进行灾后建设。

（2）公共卫生类：例如新冠肺炎疫情爆发初期，传播速度之快，对人体危害之大，一旦监测出社区有确诊病例，进行疫情实时通报，社区人民及时进行自我隔离和防护；外卖人

员也能针对性进行防护，避免疫情进一步扩散。

(3) 社会安全类：例如儿童拐卖丢失，一旦发现儿童丢失，及时广播儿童的特征、丢失时间、丢失地点等，就可能很快发现拐卖者，解救儿童，避免悲剧的发生。

公共服务场景的特点可详见表 6.

维度	描述
时间段	任何时刻。一旦公共安全事件发生，根据时间的紧急情况决定广播的时刻。紧急时间需要立即广播，如地震。
地点	任何地点，公共场所是重点，如广场、地铁。
带宽	2Mbps;对分辨率没有特殊要求。
用户分布	分布广。
用户流动性	不涉及。公共服务广播的时间，依赖于事件的严重性、出现的时间，与用户流动性关系不大。

表 6. 公共服务场景特点

3.6.2 存在问题

公共安全具备“同一时间、同一内容、广域覆盖”的场景特征。公共服务涵盖的人群范围广，确保及时传递到所有人是关键。公共服务的人群包含上到 80 多岁的老人下到刚入学的小学生，不同人群接收广播的介质不同，可以是手机、公共场所电视、平板、车载屏幕等。公共服务提供的内容多样性，包含视频、文字、声音等，短信方式不能完全满足这个需求，5G 广播作为一种承载技术，天生支持这些内容类型。在公共服务场景中，采用单播方式分发图片、视频，不可避免会出现以下问题：

(1) 公共服务传统手段是通过电视，如实时推送一些疫情信息、灾难信息等。但由于人群的流动性和电视的固定性，以及不同人员使用的介质不同，信息无法保证及时传达。与之对应的 5G 广播作为公共服务的关键承载技术，可以最大程度地利用智能手机的成熟生态系统，推动公共服务从电视屏幕扩展到智能手机屏幕，触达更广的人群。

(2) 由于接收终端数量巨大，采用单播的方式，可能造成网络拥挤，导致信息无法及时传达。



图 18. 应急消息广播



图 19. 交通、疫情信息推送

公共服务支持按需进行区域广播，既可以对全国进行应急广播，也可以对小区、街道、公共场所等特定区域进行精准定向广播。

3.6.3 应用价值

相比 5G 单播技术，5G 广播更适合公共服务。其优势体现在以下 3 点：

- (1) 5G 单播主要是用于用户主动发起业务，如果用户不主动，无法及时获得信息；而广播是用户被动接收业务，能及时传递信息。
- (2) 在人群密集的场景，通讯系统无法保证所有人需要的资源，从而导致有些人无法上网；而 5G 广播，无论多少人，只要在一个区域内，只需要一份资源，能够保证公共服务信息的及时传递。
- (3) 相比传统的电视方式进行公共服务，5G 广播最大的特点支持移动，确保所有人都能够享用的公共服务。

虽然 5G 广播具有一定优势，但并不代表能完全代替传统的广电模式，二者相辅相成，协同发展，共同打造公共服务的分发网络。中国区域广阔，在一些偏远地区，电视还是主要获取信息的设备；而且电视的权威性，更容易被群众认可，这也是 5G 广播提供的服务所不具备的。

3.7 广告内容推送

3.7.1 背景介绍

如今越来越多的品牌方推广选择在电梯里或各大写字楼内的大屏投放广告,电梯广告媒体信息传递量大、展示时间长并可以循环播放的特点可以满足新产品的宣传需求,加深用户对新产品的印象,作为一种新兴媒体,电梯广告的一部分受众是传统媒体难以接触到的,是现有媒体的重要补充,也是市场推广的传播途径。5G 网络的出现使得广告播放效果更流畅,写字楼内 4K 大屏的投放使得广告内容更加新颖生动。广告推送场景的特点可详见表 7.

维度	描述
时间段	多集中在上班时间。
地点	电梯间、写字楼内大屏。
带宽	1k 视频: 1-2Mbps/路。
用户分布	较集中, 电梯内或写字楼大厅。
用户流动性	弱, 多集中乘坐电梯或出入写字楼时观看广告等内容。

表 7. 广告推送场景特点

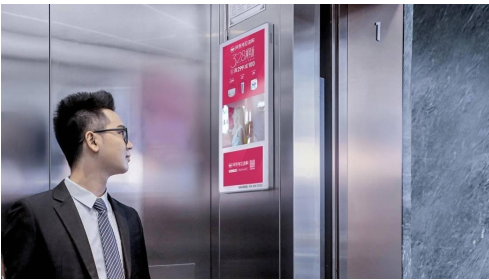


图 20. 电梯间广告推送^[6]



图 21. 写字楼大屏广告推送^[7]

3.7.2 存在问题

如今是一个互联网时代,以前的社会消息传递很慢,要通过报纸、写信等方式,经过很长时间才会了解到消息,广告是最快最广泛的媒介。通过广告我们就能把自己的产品展现给用户,加上内容营销就能很大程度吸引到客户,从而促进成单。广告可以激发诱导消费。用

户想要购买产品的前提是有需要或者感兴趣，感兴趣的客户可以理解成有潜在需求，通过广告激发用户的购买欲。虽然广告不占据太多的带宽资源，但从资源利用率角度分析，单播方式逐一占用链路的问题是可以避免的。

3.7.3 应用价值

5G MBS 适用于将同一内容发送到多个受众群体的情况，对于广告推送场景最适合不过，在 5G 广播多播的覆盖区域内，整体进行一次广告内容推送，相对于之前的为各电梯间、写字楼大屏单独分配一个数据信道可极大节省带宽资源，减少下行链路的压力。

3.8 元宇宙

3.8.1 背景介绍

元宇宙自 2021 年起作为一个新兴概念受到了学术界、媒体界以及互联网用户的广泛关注，元宇宙的概念最初源于美国著名科幻作家尼尔·斯蒂芬森（Neal Stephenson）他在小说《雪崩》中定义的 Metaverse 是一个脱离于现实世界，又与现实世界平行、相互影响，并且始终在线的虚拟世界。未来的某一天我们每个人在这个虚拟世界中都有一个虚拟分身，可以像在现实世界中进行社交、生活、工作、学习等活动。元宇宙不仅仅是虚拟现实技术的应用，也不是一类新型游戏，是融合了信息革命（5G/6G）、互联网革命（web3.0）、人工智能革命，以及 VR、AR、MR，特别是游戏引擎在内的虚拟现实技术革命的成果，其中 5G 网络是元宇宙这座金字塔的最底层，也是实现一切交互行为的基础条件，不可忽视。元宇宙场景的特点可详见表 8。

维度	描述
时间段	用户多在工作休息时间、节假日进入元宇宙。
地点	弱，用户在家里、公司等固定位置。
带宽	元宇宙还是一个面向未来的概念，5G 并不能完全满足元宇宙对无线通信的需求，未来 6G 时代，无线通信将在很大程度上针对元宇宙的愿景形成底层数字底座。
用户分布	较分散，无特定范围。
用户流动性	弱。

表 8. 元宇宙场景特点



图 22. 移动终端营业厅



图 23. 数智人

3.8.2 存在问题

传统互联网中的数据一直是二维的，如文字、视频、音频、图片以平面形式传递，在互联网向元宇宙进化的过程中，3D 建模、VR、AR 技术作为元宇宙的底层技术，使得元宇宙世界最大的特点是强交互、高度沉浸感和低时延。在元宇宙世界中，每个虚拟人既是数字生产者也是消费者，空间位置数据、人体动作数据都向三维方向发展，在上网高峰期、人群密集场景，虚拟人在空间的每种交互都对 5G 网络的高速率、低时延优势提出挑战。在视频传输方面尤甚，元宇宙里的视频以 VR 视频、三维视频为主，这些大量高码率的视频在元宇宙中产生和消费时，给网络带宽带来极大冲击，对带宽提出了更高的要求，包含：上行带宽和下行带宽。在海量视频下发场景下，无线网络的下行带宽使用效率也需要优化。

3.8.3 应用价值

广播是一项有效提升效率的技术。相信在元宇宙场景下，广播也是一项有发展前景的技术。目前已有技术和架构，上行带宽相对较小，在元宇宙下，需要提供新的技术方案解决大上行问题。在元宇宙下，采用基于 ptm 模式下的广播技术，在一定范围内，生产者直接广播到接收者，跨区域时可采取单播上传，广播多播下发的数据传输方式。未来若广播技术应用在元宇宙中，势必驱动元宇宙更多的新应用，在数智人、VR 课堂、艺术展、购物、各种培训（如医疗培训）方面大放异彩，为生活、学习、娱乐带来更多便利。

4 总结

4.1 场景总结

本文对八类典型的广播多播场景进行了分析，各类场景特点各不相同：

场景	时间段	地点	带宽	用户分布	用户流动性
演艺活动直播	固定时间段	演艺场馆内部	720P 视频分辨率：建议 1Mbps 左右 1080P 视频分辨率：建议 2Mbps 左右	用户数量多，密集分布在场馆内部	弱，在固定位置观看演艺内容
数智竞技场直播	无固定时间段	竞技场馆内	高码率 60Mbps 极高率 120Mbps	密集，集中在竞技场馆内	弱，在固定位置观看演艺内容
校园直播	固定时间段	校园周边 5KM 以内的居民小区或校园宿舍内	720P 视频分辨率：建议 1Mbps 左右 1080P 视频分辨率：建议 2Mbps 左右	用户一般集中在校园宿舍、食堂等地点	弱，用户多在宿舍、食堂固定位置或者家里收看直播内容
固网升级	夜晚或下班时间	居民区或者商场的地下停车场	1-2Mbps	分布广，城市集中，城区外分散	车辆静止时，用户自定义模式下，无较强的流动性。
车载服务	驾驶员在驾驶车辆过程中或乘客在使用车载娱乐设备时段。	公路或路边。	音乐：128Kb/s 以上； 视频：（1k）1-2Mbps/路，（VR）20-30Mbps/路至 100Mbps/路不等。	音乐：128Kb/s 以上； 视频：（1k）1-2Mbps/路，（VR）20-30Mbps/路至 100Mbps/路不等。	很强，具有较高移动速度。

场景	时间段	地点	带宽	用户分布	用户流动性
公共服务	任何时刻	任何地点，公共场所是重点，如广场、地铁。	2Mbps;对分辨率没有特殊要求。	分布广	不涉及。公共服务广播的时间，依赖于事件的严重性、出现的时间，与用户流动性关系不大。
广告内容推送	多集中在上班时 间。	电梯间、写 字 楼 内 大 屏。	1K 视频： 1-2Mbps/路。	较集中,电梯 内或写字楼 大厅。	弱，多集中 乘坐电梯或 出入写字楼 时观看广告 等内容。
元宇宙	用户多在工作休 息时间、节假日 进入元宇宙。	弱，用户在 家里、公司 等 固 定 位 置。	元宇宙还是一个 面向未来的概念， 5G 并不能完全满 足元宇宙对无线 通信的需求，未来 6G 时代，无线通 信将在很大程度 上针对元宇宙的 愿景形成底层数 字底座。	较分散,无特 定范围。	弱

所有场景都有一个共同特点：相同内容、相同区域、同时分发，这也是广播多播应用的一个前提。每类应用场景虽然都是用多播广播技术，但是都有自己的业务属性，有自己的传输质量需求，针对上述场景，建议传输质量参数定义如下（供参考）：

场景	资源类型	优先级	理想时延	包错误率	QoS 标识
演艺活动直播	Non-GBR	60	300ms	10-6	6
数智竞技场直播	Non-GBR	60	300ms	10-6	6
校园直播	Non-GBR	60	300ms	10-6	6
固件升级	Non-GBR	90	N/A	N/A	9
车载服务	Non-GBR	60	300ms	10-6	6
公共服务	GBR	15	100ms	10-6	67
广告内容推送	Non-GBR	60	300ms	10-6	6
元宇宙	Non-GBR	80	300ms	10-6	8

4.2 展望

无线频谱是无线通讯的稀缺资源，广播多播技术是提升频谱使用效率的有效手段之一。无线技术在发展，能够提供给用户的带宽越来越大，但是用户的带宽需求也越来越大，供给与需求之间的不匹配还是依然存在。数据传输在理想情况下能够达到用户下行 1Gbps，上行 100Mbps，但是这个数据在人群拥挤时无法达到，用户获得能够使用的带宽远远小于这个峰值速率；毫米波有更大的空闲频宽，但是也不是无限大，而且微波的穿透力决定了部署成本远远大于 sub6 频谱的基站部署成本，这也决定了毫米波短期代替目前的设备部署不太现实。短期内带宽不会急速变大，但是用户对带宽的需求却急速上升，从看 720P 的视频，到现在的 4K，再到 VR 等，带宽需求呈指数上升；随着元宇宙的发展，虚拟世界的出现更是加大了无线带宽的需求：虚拟人之间的通讯、虚拟人与用户的交流，通讯的内容也越来越广泛：虚拟人的任何形象变化，任何动作变化，都需要无线带宽同步信息。

本文分析了几类典型广播多播场景，并不能完全覆盖所有场景，仅做抛砖引玉，共同推动无线广播和多播的发展。随之行业数字化的普及和元宇宙的发展，一定会出现越来越多的广播场景，让我们拭目以待。

5 参考

[1]3GPP, TS 23.246, Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS), V17.0.0, March, 2022

[2]3GPP, TS 23.247, Architectural enhancements for 5G multicast-broadcast services , v17.3.0, June, 2022

[3]<http://ex.chinadaily.com.cn/exchange/partners/82/rss/channel/cn/columns/snl9a7/stories/WS62f20168a3101c3ee7ae2ee5.html>

[4]<https://www.zhe2.com/note/573174299493>

[5]http://k.sina.com.cn/article_6725251661_190db324d00100t904.html

[6]https://www.sohu.com/a/463676176_121007169

[7]http://hkjum1045849.51sole.com/companyinfodetail_107675125.html