



未来移动通信论坛  
FuTURE MOBILE COMMUNICATION FORUM

# 移动广播技术与应用场景

Mobile broadcast solution and implementation  
scenarios landscape

Version 0.1

**FuTURE Forum 5G Broadcast and Video WG**

2023/12/5

摘要	01
01 移动广播历史概览和用例	02
02 应用场景和需求	03
业务类型介绍	03
业务类型小结	05
03 广播技术分析	06
DVB-H	06
LTE eMBMS	07
LTE SC-PTM	08
5G地面广播	09
NR MBS	09
技术比较	11
04 应用场景和技术的对应	12
05 广播试验	13
06 未来广播业务前瞻	15
参考文献	16
致谢	17



# - 摘要 -

传统广播业务是随着电子信息技术的进步以及收音机、电视机的普及而发展起来的，当时广播应用主要是声音和视频的传输，广播技术也相应的集中在利用无线频率支持音频、视频传输。随着无线通信和互联网的发展，当前广播应用已经远超出音频和视频的传输，出现了多播、集群、数据下载等新应用场景。随着智能手机的兴起还出现了交互广播应用，相应的广播技术也得到了发展，在传统广播标准体系内先后进行了模拟转数字、内容IP化等技术演进，也曾经尝试过面向移动终端的广播技术。作为新兴的终端载体，移动通信领域从2000年之后也先后制定了MBMS等技术支持各种应用。

广播应用近些年出现了以下几个趋势

支持公共应急服务等“人人通”应用。随着智能手机的兴起，手机用户数已经超过了人口数，即每个人都拥有至少一部手机。在地震、水灾等灾害发生时，通过广播第一时间将政府救灾信息发送给民众，可以及时的救助灾民，减少灾害带来的损失。智能手机也成为应急广播等公共服务最佳的接收终端。目前我国和欧洲、美国、巴西、印度等政府都在推动基于大塔广播的公共应急服务技术验证。

使用手机、Pad等移动终端收看、收听热点体育比赛和综艺节目的直播越来越普遍。随着4G和5G的商用部署、互联网OTT为用户提供“订阅免流量”的服务，越来越多的用户使用移动终端收看直播视频。近几年的热点赛事已经可以吸引到千万以上的用户在线观看。

直播带货等交互广播改变了用户消费习惯。在疫情期间，无需亲自去商场、超市的直播带货得到极大的发展，头部直播带货已经出现了单场直播超过亿元的“超级直播”。用户通过广播观看直播内容，再通过单播交互、下单，这种新应用促进了广播技术的发展，已经推动了WebRTC等IP层技术的发展，预期未来使用5G广播等物理层广播技术将会极大的降低OTT平台的直播成本。

为了适应这些新的应用，3GPP等标准组织分别制定了5G大塔广播、NR组播广播技术等。这些技术是分别针对不同的应用场景优化设计了系统，以达到最佳的使用效果。

本文通过总结目前主要的移动广播、组播应用场景，并梳理各个场景的技术需求。随后介绍了移动广播的部分技术特点。最后结合各个场景的技术场景，分别总结了适合各个应用场景的技术方案，以供行业内同仁参考。

在第五章，本文介绍了当前各个广播运营商和业界的5G广播试验和进展情况。

最后，本文再次回顾了当前热点的广播应用，并期待随着更多新颖的广播应用出现，推动技术发展。



# 01 移动广播历史概览和用例

传统广播业务和技术是随着收音机和电视机发展起来的，当时广播应用主要是声音和视频的传输，广播技术也相应的集中在利用无线频率支持音频和视频传输。随着无线通信和互联网的发展，以及手机的广泛普及，在2005年左右，业界普遍认为采用智能手机或手持终端直接接收电视信号、随时观看体育赛事等直播电视节目是下一个可能的“杀手”应用。传统广播电视行业组织先后制定了移动电视的标准，并在世界各地纷纷开展商用，主要支持电视直播和广告直播等应用。同时，3GPP作为移动通信标准的制定者，也制定了基于移动通信网络的移动广播标准，以支持广播电视、数据下载和群组通信等场景。

近年来，随着智能手机和移动网络资费降低，广播应用出现了以下几个趋势：

- 支持应急等公共服务的“人人通”。随着智能手机的兴起，手机用户数已经超过了总人口数，即平均每个人拥有至少一部手机。智能手机也成为应急等公共服务最佳的接收终端。在地震、水灾等灾害发生时，通过广播第一时间将政府救灾信息发送给民众，可以及时的救助灾民，减少灾害带来的损失。目前我国和欧洲、美国、巴西、印度等政府都在推动基于大塔广播的公共应急服务技术验证

- 使用手机、Pad等移动终端收看热点体育比赛和综艺节目的直播。随着4G和5G的商用部署、互联网OTT为用户提供“订阅免流量”的服务，越来越多的用户对于移动终端收看直播视频。近几年的热点赛事已经可以吸引到千万以上的用户在线观看。

- 直播带货等交互广播改变了用户消费习惯。在疫情期间，无需亲自去商场、超市的直播带货得到极大的发展，甚至出现了单场直播超过亿元的“超级直播”。用户通过广播观看直播内容、再通过单播交互、下单，这种新应用促进了广播技术的发展，推以WebRTC等为代表的实时IP层技术的发展，预期未来使用5G广播等物理层广播技术将会极大的降低OTT平台的直播成本。

本章节初步总结了目前的移动广播应用场景，以供后续章节分析。

# 02 应用场景和需求

## 1. 业务类型介绍

各种移动广播应用场景的需求不同，相应的技术指标也不尽相同。本小节重点介绍各个应用场景，并总结相应需求。

### · 公共应急服务

应急广播是指在面临突发公共事件（自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件）时，通过广播技术向公众传递紧急信息服务的一种应急服务手段。应急广播作为一种迅速快捷的信息传输通道与平台，在第一时间把灾害消息或灾害可能造成的危害预警信息传递到民众手中，让人民群众在第一时间知晓险情，并针对如何撤离、避险获得指导，将生命财产损失降到最低。5G广播还有数据广播的能力，可以在灾害发生推送救灾信息、电子地图等有用信息。

作为2008年汶川大地震的启示之一，有线电视网络在遇到自然灾害时，其业务可能被迫中断，而地面数字电视广播作为应急系统却能发挥出色作用。2019年6月17日的四川省宜宾市长宁地震发生时，地震预警系统通过广播、电视、手机、专用地震预警终端等渠道，提前10秒向四川省宜宾市发出预警，提前31秒向距震中124千米的贵州省毕节市发出预警，提前61秒向四川省成都市发出预警。

广电总局在2018年颁布了行业技术标准《GD/J083-2018应急广播平台接口规范》和《G-D/J082-2018应急广播消息格式规范》等，定义了应急广播平台接口和消息格式。

2020年8月，中国地震局办公室、国家广播电视总局办公厅联合印发《地震预警信息播发（应急广播）试点工作方案》。《方案》深入贯彻落实习近平总书记关于推进地震预警体系建设和智慧广电建设的重要指示精神，通过试点探索建立地震预警应急广播协调机制，推动应急广播系统与地震预警系统对接，实现通过应急广播系统播发地震预警信息。

2020年2月14日，习近平总书记在主持召开中央全面深化改革委员会第十二次会议中指出：要从体制机制上创新和完善重大疫情防控举措，健全国家公共卫生应急管理体系，提高应对突发事件的能力和水平。要做到平战结合、补齐短板、强化显政，深入宣传党中央重大决策部署，充分报道各地区各部门联防联控的措施成效，广泛普及科学防护知识，加大对传染病防治法的宣传教育。

应急服务是一种免费的公共普遍服务，需要服务能及时、准确的送达到覆盖范围内的所有人。因此，不能强制要求终端必须付费成为某个网络的用户才能收到应急警报。

### · 传统广播、电视节目

传统广播、电视节目也被称为线性广播或线性电视，是通过无线开路调幅调频或者卫星、有线及无线传输内容的传统媒体。线性广播或电视最大的特点是内容大部分都是提前录制好的，播出顺序也提前定好，播出的节目单通常会提前发放给用户。

术语“线性”来自线性内容交付方法。换句话说，内容按照预定的时间表进行传输，所有观众同时收听或收看。因此，从更广泛的意义上讲，线性广播或电视可以指以这种方式传递的任何内容。在这种情况下，线性广播或电视的定义可以涵盖包括体育赛事在内的互联网OTT提供的内容。这与用户自主点播的流媒体形成鲜明对比，在VOD点播的流媒体中，观众可以根据自己的喜好和需要访问对应的内容。

## · 互联网直播

除了传统的线性广播或电视，互联网OTT也有大量的直播类业务。这类业务可以分为综艺体育和直播带货两类。综艺体育类节目的直播和电视台的线性电视相似，都是单一的线性视频流。直播带货是近几年新型的单播和广播混合的业务类型。直播带货类的交互式广播包括线性直播和交互两路数据流，前者的播放特性与传统线性节目相同，都是预先录制或安排，而交互数据则是典型的单播双向数据流。交互式广播最重要的需求是广播和直播流需要保持时间同步。

从业务形态来看，直播带货是指通过互联网平台，使用直播技术进行商品的线上展示、咨询答疑、导购推销等新型售卖方式。厂家通常借助专业平台开设自有品牌直播间，通过名人主播、店铺店家主播、职业主播等，汇集多种商品进行直播推销。

一方面，“直播带货”互动性好、亲和力强。主播积极主动地推荐商品，通过在线商品的演示和介绍，激发消费者潜在的购买欲望；另一方面，“直播带货”绕过了经销商等传统中间渠道，能给出更加优惠的价格，实现商品和消费者的无缝对接。“直播带货”通过质量可靠、性价比高的商品推介，引起消费者的关注，并有效降低消费选择过程中的信任成本，促成购物行为。

近几年，“直播带货”成为热门现象，从政府、企业工作人员到网红名人，再到一般专业主播，“直播带货”的销售额不断创新高。电视台开办直播带货业务，相比互联网平台更具公信力，也更有利于开展扶贫帮扶，推介滞销商品等政府服务工作开展。

在一场典型的电视直播带货过程中，一方面需要面向广大观众提供低时延、高质量直播视频的分发，借助双向网络与观众形成交互，另一方面可以通过5G广播与单播技术的融合实现，为用户提供更高效和广域的接入方式。同时接入网络交易平台与服务监管机制也将成为此类业务不可缺少的组成环节。

随着4G和5G的商用，直播平台对注册会员提供“平台付流量费、用户观看免流”的服务，通过移动网络观看综艺体育类的直播节目的用户近几年也逐年增加。特别是对于热点赛事和综艺节目，实时在线人数均超百万，头部节目在线人数突破千万。

## · 数据下载

物联网的设备通常寿命较长，在终端的生命周期内需要通过无线OTA方式更新软件。通过广播或组播的方式可以为大量的终端提供包括软件包在内的数据推送，终端则根据推送的数据类型和标识，下载对应的数据。不同于媒体传输，数据下载需要数据完整准确才能在接收端正确的使用，同时数据传输通常对时延要求不高，因此数据下载通常使用FEC和时间重复等方式保证数据的可靠性。

使用广播或组播下载的数据种类很多，例如用于导航的电子地图、各种升级软件、媒体文件的版权信息等等。目前这些数据大多通过物理层的单播传输，传输成本较高。

## · 组播和集群通信业务

组播是发送和接收端之间一对多的通讯模式，允许一个或多个组播源发送同一信息到多个接收者的技术。组播源将一份数据发送到特定的组播地址，组播地址不同于单播地址，它并不属于特定某个接收端，而是属于一组接收端。一个组播地址表示一个群组，需要接收组播报文的接收者都要加入这个群组，才能接收到相应的组播内容。目前移动通信有很多组播的内容，例如所在小区的小区级系统广播信息和通用的控制信息。OTT应用也有很多组播应用的场景，例如为订阅用户推送视频、新闻等信息。

集群通信是一种特殊的组播业务。集群通信系统按照动态信道指配的方式实现多用户共享多信道的无线电移动通信系统，每个用户都可以发起对组内其他用户的组播。该系统一般由终端设备、基站和中心控制站等组成，具有调度、群呼、优先呼、虚拟专用网、漫游等功能。集群通信应用非常广泛，既有公安等政府用户，也有户外旅游这类的普通用户。

多播和组播的概念基本相同，被认为是同一类业务。

## 2.业务类型介绍

根据上一小节的业务类型和特点，可以总结为下表的业务特征和典型应用。

业务	业务特性	典型应用
公共应急服务	应急服务是一种免费的普遍的公共服务，需要服务能及时、准确的送达到覆盖范围内的所有人。因此，不应只针对网络付费或订阅用户，不能强制要求终端必须付费成为某个网络的用户才能收到应急警报。	灾害和紧急情况预警 重要信息通知
传统广播、电视节目	线性广播或电视最大的特点是内容大部分都是提前录制好的，播出顺序也提前定好，内容按照预定的时间表进行传输，所有观众同时收听收看。	传统广播、电视节目
互联网直播	体育赛事和综艺直播与传统的电视台的线性节目类似。 直播带货类的交互式广播包括线性直播和交互两路数据流，前者与其他线性节目相同，交互数据需要与直播流同步。	体育赛事、综艺节目 直播带货
数据下载	数据下载需要数据完整准确才能在接收端正确的使用，同时数据传输通常对时延要求不高，因此数据下载通常使用FEC和时间重复等方式保证数据的可靠性。	软件更新、地图更新
集群通信和组播业务	组播是发送和接收端之间一对多的通讯模式，允许一个或多个组播源发送同一信息到多个接收者的技术。需要接收组播报文的接收者都加入这个群组，才能接收到相应的组播内容。	对讲系统、控制系统

# 03 广播技术分析

本章节介绍了3GPP制定的移动广播、组播标准。值得注意的是还有传统地面数字电视标准组织制定的移动电视标准，如DVB-H、CMMB、ATSC-M/H、T-DMB，这些技术标准都曾获得商业部署，但目前均已基本结束商业部署。本章以DVB-H为例，简述了移动广播系统的设计。

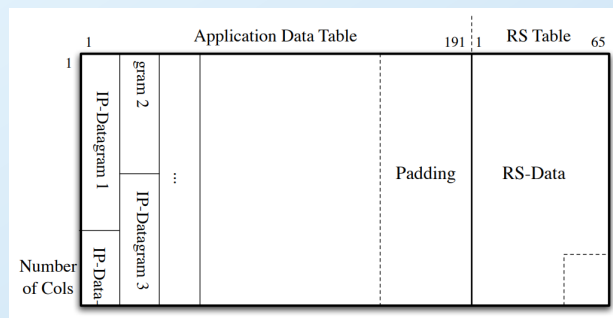
## 1.DVB-H

DVB-H 标准的工作始于2002年，并由 ETSI 于 2004 年根据EN 302 304 标准发布。其标题为“数字视频广播（DVB）；手持终端传输系统（DVB-H）”。制定DVB-H的主要目的是改善早期引入DVB-T时出现的移动接收的终端功率相关问题。因此，DVB-H的物理层完全基于DVB-T，但通过引入的新传输模式进行了增强。

DVB-H主要是为了传输视频设计的。采用了通用的ISO/OSI参考模型，上层采用了基于全IP的容器，采用RTP、UDP协议传输。在数据链路层，采用MPE（Multi-Protocol Encapsulation）协议封装IP数据，信号被分为时间切片，采用MPEG-2 TS协议传输。DVB-H采用MPEG定义的H.264（AVC）协议传输视频流。协议支持两种传输方式，通常采用main profile传输标准清晰度的视频节目，采用High profile传输高清视频流，其中后者支持16:9的视频比例。

MPE是DVB-H协议的核心技术，它将IP数据封装为MPE分段，并在封装块的头部添加实时传输的参数，以供接收端使用。同时，MPE还起到翻译器的功能，将上层的IP数据和下层的DVB结构连接在一起。在同一层（数据链路层），DVB-H引入了一个前向纠错编码机制，被称为MPE-FEC。

这些帧被分为255列和可变数量的行，最大行数量为1024。因此，最大FEC帧大小等于2 Mbit。该帧还分为应用数据表和RS编码数据表。应用程序数据表按列填充IP数据包。如果一个数据报大于单个列，则其剩余位将插入到下一列中。在表的末尾，可以插入填充字节。然后，按行计算RS码并将其填充到RS数据表中。冗余RS数据允许解码器纠正应用数据表中的多个错误位。MPE-FEC帧现在通过形成MPE部分按行传输，从而产生交织效应，在传输过程中针对比特错误实现更强的错误保护。



被封装好的MPE数据采用时分复用的方式传输，即每个时间片传输一个MPE数据块，之后传输会暂停DeltaT时间，在暂停时间内由其他的节目频道传输。这样可以实现多个节目频道的TDM方式传输。使用MEPG-2定义的TS数据流协议可以将DVB-H的数据和DVB-T数据流复用在同一个数据信道里，以充分利用信道。

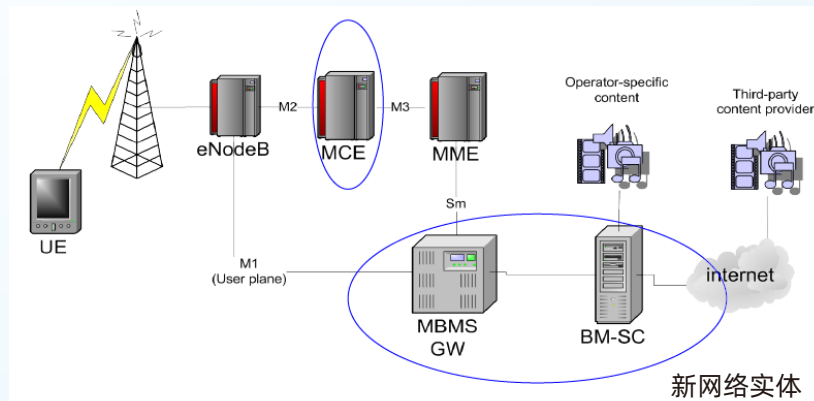
DVB-T定义了两种传输模式，2k模式覆盖17km，可以为覆盖内的高速移动终端服务；8k模式覆盖为67km，能为慢速移动的终端服务；DVB-H定义了一种新的4k模式，可以覆盖33km，终端中等移动速度。

总体上来看，DVB-H是基于DVB-T设计的，是DVB-T的超集。基本沿用了DVB-T的封装、传输协议，并具备新的传输模式已取得较为均衡的覆盖。



## 2.LTE eMBMS

LTE的Rel-9制定了eMBMS标准，为移动运营商提供了利用现有基站，升级部署广播网络。在核心网侧，LTE的广播系统引入两个新的网络实体：MBMS网关和BM-SC（广播多播业务中心）。

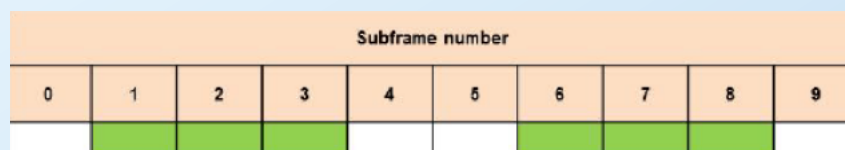


BM-SC为广播和多播用户提供以下功能：

- 记录了MBMS用户服务协议和编解码器，并定义了BM-SC（MBMS用户服务的来源）和MBMS客户端之间的参考点。
- 为了支持业务宣告和用户服务，定义了用于MBMS用户服务的MBMS配置文件。
- 对于文件传递或分段流模式，定义了下载配置文件方式。

MBMS GW是用于广播的功能实体。它通过SGi-mb（用户平面）参考点和SGmb（控制平面）参考点为使用MBMS承载的实体提供接口，分配IP多播地址，以及将MBMS用户面数据的IP多播分配给RAN。

eMBMS定义广播服务区，在不同的广播服务区采用不同的广播标识，可以提供不同的广播服务，实现按照区域广播。在同一个广播区内，广播基站具备SFN（单频网）发送能力，因此需要在时间上保持同步，并采用相同的MBSFN配置。为了更好的支持广播业务，运营商可以根据业务需要配置MBSFN子帧的数目，最多可以在一个无线帧里配置6个MBSFN子帧，保留的4个普通子帧可以传输系统同步等重要信息。



FDD频率的MBSFN子帧配置示意

eMBMS的资源调度和配置主要使用SIB系统消息，包括：

- SIB1：用以调度SIB2和SIB13
- SIB2：MBSFN物理帧及广播周期
- SIB13：配置PMCH传输的子帧和MCS

MBSFN子帧是为单频网广播制定的，OFDM符号采用扩展的循环前缀（CP），以对抗单频网传输时产生的符号间干扰。由于符号的CP更长，每个MBSFN子帧包括12个符号，比普通的LTE子帧符号数目少两个。

在Rel-11，3GPP针对终端移动时保持业务连续性做了增强。主要是在RRC空闲态增强了终端的小区重选，保证能够接收到广播的配置；在RRC连接态增加了保持业务连续性的信令支持用户服务（USD）和服务区的更新，使得终端在切换时业务不受影响。

### 3.LTE SC-PTM

SC-PTM是单小区的组播通信，主要针对集群通信等组播场景设计。eMBMS在业务架构和上层协议已经支持组播通信，但是由于组播通信的终端距离较近，不需要空口大量基站组成单频网传输。为了提升空口的资源使用效率，SC-PTM基于普通CP（NCP）设计了物理层组播方案。相比与使用ECP的组播子帧只有12个符号，使用NCP的组播子帧有14个符号，可以明显提升资源使用率。

下表比较了LTE的两种广播、组播技术。SC-PTM和eMBMS的主要区别。

	eMBMS	SC-PTM	SC-PTM与eMBMS的区别
广播区域	MBSFN区域	单小区	由于各个小区的CRS不同，多小区传输不能获得SFN增益
物理信道	PMCH	PDSCH	与单播的物理信道相同，可以使用SC-RNTI来进行组播接收
CP	Extended CP	Normal CP	采用普通CP，资源使用率更高
调度	使用SIB调度	PDCCH, 使用针对组配置的C-DRX	更加灵活
HARQ 和反馈	没有	没有	
控制信道	PMCH承载的MCCH	PDSCH承载的SC-MCCH	广播无线承载和进程消息
系统消息	SIB13	SIB20	更加灵活

SC-PTM也考虑终端移动时的业务连续性，服务小区会发送相邻支持该特性的小区列表以供终端进行小区重选和切换。

## 4.5G地面广播

5G地面广播是3GPP Rel-16的项目，是基于Rel-14的EnTV项目，针对广播运营商提出的单站超远覆盖和高速移动的终端接收进行的优化。为了简化部署，5G广播使用了eMBMS的核心网部分功能；并重新设计了空口部分。本节为了简化叙述，把Rel-14和16的特性一起总结如下：

- 专用广播载波：使用传统广播运营商的自有广播频率，这段频率上的全部资源都可以用于广播子帧的传输。需要将接入必需的同步信号和小区广播信道重新设置，以最大程度利用广播子帧传输广播业务信息

- FTA/ROM：传统广播运营商同时提供公共服务性质的普遍接入频道（例如中央一套），同时还提供收费内容（例如高清频道）。为了保证任意用户能接入公共服务频道，容许用户无须鉴权直接获取系统信息，并接收在预配置的广播服务ID（TMGI，临时移动组指示）范围的广播服务

- 多种OFDM符号长度设计，兼顾多种类型终端的广覆盖和高速移动需求

- 100 $\mu$ s CP支持高达250Km/h小时的移动速度

- 200 $\mu$ s可以支持120Km/h的车速和高达30Km的单站覆盖

## 5.NR MBS

经过了4G时代的商业讨论，运营商认为使用宝贵的移动通信频率播放电视节目很难实现盈利，因此并没有广泛定义类似MBSFN子帧的结构，仅对60KHz子载波定义了扩展CP。同时，业界认为定义NR版本的SC-PTM可以帮助运营商分流在热点区域的组播流量，同时还可以增强对于集群通信类组播业务的增强。

典型NR MBS的应用场景是体育场内为现场用户提供多视角实时频流，现场观众可以通过手机等终端看到其他角度的实时画面。由于现场用户很多，采用单播为每个用户传输数据很容易超过网络的容量，因此采用组播的方式为现场某个运营商的用户传输多视角视频流。

Rel-17的NR MBS强调不改变NR物理层的载波宽度，也不做扩展循环前缀（CP）的帧结构，因此单站覆盖不能太大。标准化工作主要包括以下技术特征：

- 为处于RRC\_CONNECTED 状态的 UE 制定广播/组播的基本功能

- 指定组调度机制以允许UE接收广播/组播服务，实现与单播接收同时操作所需的必要增强功能。

- 实现多播 (PTM) 和单播 (PTP) 之间的动态切换，并为相应的UE提供服务连续性保证

- 提供包括移动性在内的服务连续性支持

- 基于终端驻留的基站的MCE 托管等必要的协调功能，支持SA2定义的关于广播/组播的业务流程

- 利用上行反馈等技术提高广播和组播服务的可靠性。以支持不同的应用要求的可靠性级。

- 研究在一个gNB-DU内广播和组播传输区域动态控制的支持。

- 为处于RRC\_IDLE/RRC\_INACTIVE状态的UE制定广播/组播的基本功能：

- 指定所需的更改以启用处于RRC\_IDLE/RRC\_INACTIVE状态的UE接收点对多点传输，目的是在PTM接收配置的RRC\_CONNECTED状态和RRC\_IDLE/RRC\_INACTIVE状态之间保持最大通用性。

NR MBS最重要的设计目标是在组播和单播之间动态的切换数据流。例如在某一热点区域，随着观看实时流的用户数增加，网络将单播流切换到广播流，或者随着用户的信道变差，用户的组播流切换到单播流。下图是空口侧业务示意图。

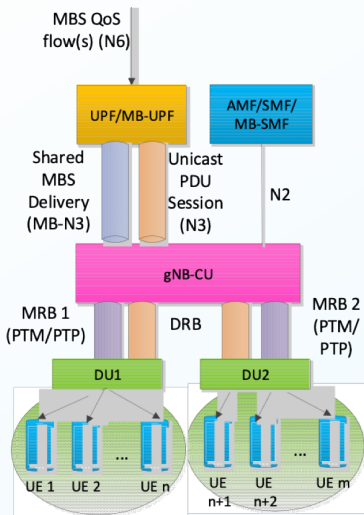


图1 NR MBS业务示意图

其中MB-UPF是组播用户面实体，和单播的UPF通常是合设的；MB-SMF是组播的进程管理实体，通常和单播的SMF、AMF合设。单播和广播的数据流可以合并传输，也可以单独传输，还可以互相切换。进程由SMF统一或分别控制。基站的CU可以控制不同的分布式单元（DU）进行传输，传输方式可以是组播（PTM）或者单播（PTP），也可以同时传输。为了提高组播传输的可靠性，NR MBS引入了反馈重传机制。当UE接收失败时可以发送反馈信息请求重传，DU采用RLC AM模式进行重传。

NR MBS在协议层面支持组播和广播发送，下面表格比较了组播和广播的空口主要特点。

	R17 NR组播	R17 NR广播
定义	组播内容只针对一组用户	广播内容针对所有用户
哪些终端在哪些RRC状态接收服务	组播终端需要通过NAS SM进程加入组播进程接收服务。 只有RRC_CONNECTED状态能接收组播	终端无需加入特殊进程就可以接收广播服务。 所有注册到运营商5GC的终端，处在广播区域内都可以接收广播服务。 终端在所有的RRC状态都可以接收广播。
RAN架构	重用单播NG-RAN架构和NR独立组网架构的MBS。和LTE SC-PTM的架构类似	
RAN和5GC的终端上下文	RAN和CN都会保留终端上下文，和哪些终端应接收这些信息。	RAN和CN都无需保留广播业务的终端上下文。
无线承载类型和可靠性	Multicast MBS 进程 -> Multicast MRB：仅有PTM，仅有PTP或PTM + PTP配置 单播PDU进程发送将使用单播DRB。 组播MRB支持L1 HARQ和PTM-PTP分支切换	Broadcast MBS进程-> Broadcast MRB 只有PTM用于广播发送 广播MRB不支持L1/L2的重传
PCell和SCell支持	可以在PCell或自调度的SCell接收组播消息，但不能同时在PCell和SCell接收	可以在PCell或自调度的SCell接收组播消息，但不能同时在PCell和SCell接收，也不能在非服务小区接收
MRB无损切换	支持从源小区到目标小区的数据前送（data forwarding）	不支持 广播切换和LTE SC-PTM切换相同
业务连续性	切换支持业务连续性 当终端加入组播进程，支持组播业务连续性。	支持终端在RRC_CONNECTED和RRC_IDLE/IN-ACTIVE状态的移动性。
业务可用性	由通过组播进程管理流程加入组播的基站支持该业务	由所有携带MBS FSAI (Frequency Service Selection Area Identity)的基站支持

## 6.技术比较

本小结从使用频率、技术特点总结了上述技术标准，并介绍了商用情况。

标准	使用频率	技术特点	是否商用
DVB-H	VHF、UHF等广播频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>采用MPE（Multi-Protocol Encapsulation）协议封装IP数据，</li> <li>信号被分为时间切片，</li> <li>采用MPEG-2 TS协议传输，</li> <li>DVB-H采用MPEG定义的H.264（AVC）协议传输视频流</li> </ul>	已结束商用
eMBMS	移动通信频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>混合单播/MBMS运营模式</li> <li>15 kHz子载波</li> <li>16.7μs的扩展CP</li> <li>仅支持多小区传输（MBSFN）</li> <li>MBSFN传输最多占用60%的子帧</li> </ul>	在印度、澳大利亚等国家商用
SC-PTM	移动通信频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>单小区传输，不能组单频网</li> <li>在PDSCH上以新的组身份进行传输</li> <li>发送基站不需要同步</li> </ul>	未商用
5G广播 (Rel14+Rel-16+Rel17)	UHF广播频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>专用广播载波：可设置全部资源用于广播业务传输</li> <li>ROM：终端仅在标准化或配置的TMGI值范围内接收广播服务，以获取系统信息。使用仅接收模式不需要终端使用USIM</li> <li>采用370Hz、1.25KHz、2.5KHz子载波，可以提供几十公里的单站覆盖，支持高速移动的终端接收</li> <li>支持屋顶和车载天线，手持接收器</li> <li>定义了针对6、7、8MHz带宽的调度</li> </ul>	未商用
NR MBS	移动通信频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>支持组播和广播，组播类似SC-PTM</li> <li>没有修改OFDM参数，不支持大范围SFN</li> <li>针对组播数据，用户可以反馈是否正确接收</li> <li>组播和单播数据动态切换</li> </ul>	未商用

# 04 应用场景和技术的对应

	对应技术	备注
线性电视	5G大塔广播 (3GPP Rel-14/16/17) 等技术	线性电视多为传统广播电视系统，采用大塔广播可充分利用现有设施，降低建网投资和维护费用。 大塔广播可利用现有丰富的广播电视频率资源。
公共服务	5G大塔广播 (3GPP Rel-14/16/17)	充分利用电视大塔可降低建设投资和 维护费用。 根据国家标准GY 5060-2008：广播电视建筑工程抗震设防分类标准，电视大塔通常具备更高的抗震等级，在遭受自然灾害时更有可能正常工作。
数据下载	5G大塔广播 (3GPP Rel-14/16/17)、 NR MBS、LTE SC-PTM和 eMBMS等技术	数据下载通常是在某个区域内，发送端为特定终端推送特定数据，包括软件包、交通信号灯、视频等。 根据区域的大小，对大范围的软件升级，可以采用大塔广播或是LTE eMBMS技术。对于小范围的电子交通信号灯信息，可以采用NR MBS和LTE SC-PTM技术。
集群通信	LTE SC-PTM和NR MBS技术	集群通信通常范围集中在一到三公里之内，相比于大范围广播的超长CP，采用普通的载波参数（如15KHz OFDM）通信效率更高。

# 05 广播试验

在2023年世界无线电大会召开前夕，欧洲几家主要广播电视运营商签署了共同推进5G大塔广播商用的谅解备忘录（MoU）。参与者包括法国电视台、意大利广播公司（RAI）、德国西南广播电视台（SWR）、荷兰公共广播集团（NPO）、爱尔兰广播公司（RTE）以及奥地利广播公司/奥地利广电网络公司（ORF/ORS）。新赛季欧冠联赛和2024年巴黎奥运会将通过5G大塔广播方式进行转播。

从2018年德国“5G Today”项目开始，5G大塔广播试验在欧洲部分国家、以及中国、巴西、韩国、哥伦比亚等国家相继开展。2023年7月，四川成都5G大塔广播试验网建设工作启动。2023年9月，美国波士顿地区的WVVO-LD电视台也开播了全天候5G大塔广播信号。5G大塔广播全球试验情况如图2所示。

在欧洲，德国巴伐利亚广播公司、SWR、北德广播公司（NDR）、欧广联（EBU）、挪威广播公司（NRK）、英国广播公司（BBC）、ORF/ORS、RAI、俄罗斯Gazprom-Media、西班牙广播公司（RTVE）和法国电视台等利用5G大塔广播技术做了广播电视业务的演示与验证。

2017年，德国率先启动了“5G Today”项目，2018年12月，5G大塔广播信号在高山台Wendelstein首播，2019年3月，慕尼黑北郊的Ismaning与前者组建SFN，这是5G大塔广播在世界范围内的首个试验网。2020-2022年，SWR联合德国铁塔、保时捷、奔驰等实施“5G Media2Go”项目，建设了斯图加特、海尔布隆两个发射点以及若干补点站，探索5G大塔广播用于车载音视频信息的传送。2021-2023年，NDR联合Media Broadcast又在汉堡地区建设了两发射点SFN。德国R&S也是参与全球5G大塔广播试验最多的发射机厂家。

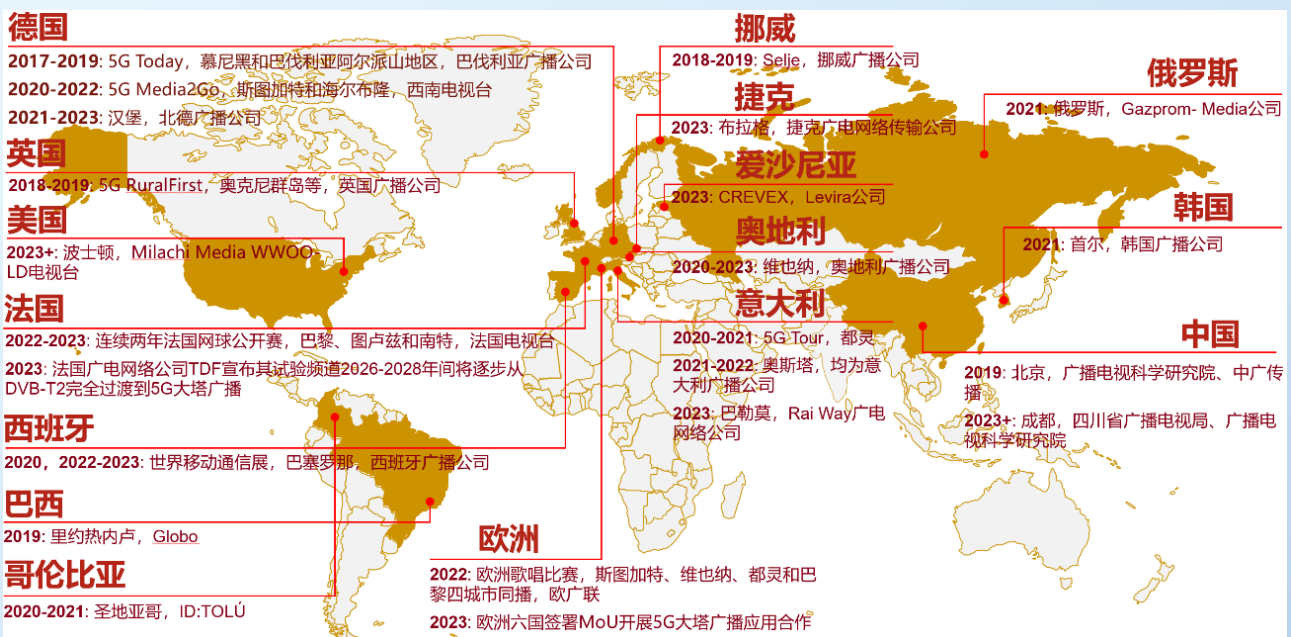


图2 5G大塔广播全球试验情况

2018-2019年，几乎与“5G Today”同步，NRK在挪威西海岸的Selje也进行了5G大塔广播试验，使用了挪威本土品牌发射机Paneda。

2018-2019年，BBC主导进行了“5G RuralFirst”项目，在奥克尼群岛等偏远农村地区用5G大塔广播等技术传送BBC音频广播节目，这是英国政府为解决农村地区广播电视覆盖问题的探索性试验。

2019年，广科院在北京建设了国内第一个5G广播的测试网络，通过3个发射大塔可以覆盖大部分的北京城区。

2019年10月，里约热内卢摇滚音乐节期间，拉丁美洲和巴西最大的广电网络公司Globo主导进行了5G大塔广播等不同传输技术的对比试验。

2020-2021年，RAI在都灵主导进行了旨在提高旅游者体验的“5G Tour”项目。2021-2022年，RAI和旗下网络公司Rai Way在奥斯塔建设了两发射点SFN。2023年3月，Rai Way在巴勒莫将5G大塔广播用于传输VR视频。

俄罗斯最大的媒体公司Gazprom-Media旗下的NTV频道，2021年6月与通信运营商MegaFon联合启动了5G大塔广播试验。

2021年，韩国广播公司联合韩国电子通信研究院在首尔开展了5G大塔广播现场试验。

2022年4-5月欧洲歌唱大赛期间，EBU组织SWR/德广联、ORS/ORF、法国电视台和RAI分别在斯图加特、维也纳、巴黎和都灵等四个城市采用5G大塔广播技术同步进行高清直播，这是5G大塔广播迄今为止规模最大的一次试验。

2020年迄今，ORF/ORF在维也纳附近建设了3个5G大塔广播站点，并开展了系列试验和广播电视业务演示。2023年6月维也纳多瑙河音乐节、8月史匹尔堡世界摩托车大奖赛期间，为乐迷和车迷分别提供了5G大塔广播直播信号。

2022、2023连续两届法国网球公开赛，法国电视台联合法国电信和高通等采用5G大塔广播技术在巴黎、图卢兹和南特等三个城市进行了4K超高清赛事直播。2023年9月荷兰广播电视展期间，法国广电网络公司（TDF）宣布其试验频道将在2026-2028年用5G大塔广播逐步替换掉DVB-T2，2029年开始5G大塔广播正式播出。

2023年1-3月，欧洲视听设备与信息系统集成技术展览会视听展（ISE 2023）和世界移动通信大会（MWC 2023）期间，RTVE联合广电网络公司Cellnex、R&S和高通在巴塞罗那利用5G大塔广播技术发送Canal 24h、La1等两套电视以及Radio5等1套广播业务。从MWC 2020开始，RTVE和Cellnex已经连续数次合作开展5G大塔广播技术试验了。

捷克广电网络传输公司（CRA）于2023年5月启动了5G大塔广播二期试验，在第一期试验布拉格地区单点覆盖的基础上，新增一个发射点用于单频网组网。

2023年8月，经过国家广播电视总局批准，5G广播电视试验在成都正式启动。广电总局广科院和四川省广电局负责组织产、学、研、用相关单位进行成都5G广播电视覆盖网建设，开展单频网组网技术试验，测试5G广播电视在多场景下的射频特性、不同部署场景和参数配置下覆盖能力和移动接收能力，同时将开展基于5G广播电视的新时代应急广播技术验证测试，实现应急广播对移动端的有效覆盖。

2023年9月，爱沙尼亚将5G大塔广播应急广播试验纳入到国家应急管理部主办的演练活动CREVEX（Crises Evacuation Exercise）2023中，该试验由Levira公司联合R&S实施完成。



# 06 未来广播业务前瞻

传统广播业务和技术是随着收音机和电视机发展起来的，当时广播应用主要是声音和视频的传输，广播技术也相应的集中在利用无线频率支持音频、视频传输。随着无线通信和互联网的发展，当前广播应用已经远超出音频和视频的传输，出现了组播、集群、数据下载等新应用场景。随着智能手机的兴起还出现了交互广播应用。相应的广播技术也得到了发展，在传统广播体系内先后进行了模拟转数字、内容IP化等技术演进，也曾经尝试过面向移动终端的广播技术。作为新兴的终端载体，移动通信领域从2000年之后也先后制定了MBMS等技术支持各种应用。

广播应用近些年出现了以下几个趋势

- 支持应急等公共服务的“人人通”。随着智能手机的兴起，运营商的数据显示手机用户数已经超过了人口数，即每个人都拥有至少一部手机。智能手机也成为应急等公共服务最佳的接收终端。在地震、水灾等灾害发生时，通过广播第一时间将政府救灾信息发送给民众，可以及时的救助灾民，减少灾害带来的损失。目前我国和欧洲、美国、巴西、印度等政府都在推动基于大塔广播的公共应急服务技术验证

- 使用手机、Pad等移动终端收看、收听热点体育比赛和综艺节目的直播。随着4G和5G的商用部署、互联网OTT为用户提供“订阅免流量”的服务，越来越多的用户对于移动终端收看直播视频。近几年的热点赛事已经可以吸引到千万以上的用户在线观看。

- 直播带货等交互广播改变了用户消费习惯。在疫情期间，无需亲自去商场、超市的直播带货得到极大的发展，头部直播带货已经出现了单场直播超过亿元的“超级直播”。用户通过广播观看直播内容、再通过单播交互、下单，这种新应用促进了广播技术的发展，已经推动了WebRTC等IP层技术的发展，预期未来使用5G广播等物理层广播技术将会极大的降低OTT平台的直播成本。

为了适应这些新的应用，充分利用现有广播技术，并相应的研发新的技术已经成为现在的技术热点。同时各个广播运营商和业界也在通过广播技术试验积极推动5G广播等技术的商业成熟和部署。

可以预期，随着更多广播商业应用的出现、成熟，广播技术将会进一步演进来支持这些新的应用。

从技术来看，除了本文叙述的物理层广播之外，还有目前得到了广泛应用IP层的组播技术。IP组播技术不断得到演进从而更高效的承载更高码率和更高并发的视频业务。IP组播技术实现了IP网络中单点到多点的实时数据分发。按照协议作用范围IP组播协议可以分为组播成员管理协议和组播路由协议。组播成员管理协议作用于主机和路由设备之间，包括IGMP和MLD组播协议；组播路由协议作用于路由设备之间，包括PIM、MVPN和BIER组播协议。IGMP组播技术广泛应用在IPTV业务中，有效降低了4K、8K内容直播业务对网络的带宽要求。随着IP网络向着SRv6、SDN等方向的演进，BIER组播等技术也在不断演进，以适应公共互联网网红直播等业务的不断爆发。

## - 参考文献 -

1. FuTURE Forum 5G broadcast and video WG, 5G broadcast Use Case whitepaper, Nov. 27th, 2020
2. FuTURE Forum 5G broadcast and video WG, 5G broadcast Technical Solution whitepaper, Nov. 27th, 2020.
3. 3GPP, TS 23.246, Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and functional description, V17.0.0, March 2022
4. 3GPP, TS 26.346, Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Protocols and codecs, V17.0.0, March 2022
5. 3GPP TR 36.976 V17.0.0, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Overall description of LTE-based 5G broadcast" March 2022.
6. RECOMMENDATION ITU-R BT.1877-3, "Error-correction, data framing, modulation and emission methods and selection guidance for second generation digital terrestrial television broadcasting systems" , December 2020.
7. ETSI EN 302 304 V1.1.1, Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H). European Telecommunication Standards Institute, 2004.
8. ETSI TR 102 377 V1.2.1, Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation Guidelines. European Telecommunication Standards Institute, 2005.
9. Patrik Hummelbrunner and Werner Robitza, DVB-H: Technical Overview and Design Requirements for Mobile Television Broadcasting, hummelbrunner-robotza-dvbh.pdf (slhck.info), 2009
10. Report ITU-R BT.2526-0 BT Field trials of terrestrial multimedia mobile broadcasting systems, September 2023.
11. 国家广播电视总局 工作动态 5G广播电视试验（成都）正式启动 (nrta.gov.cn), 2023年8月

# - 致谢 -

本报告在撰写过程中收到来自以下高校，研究机构和公司专家的大力支持和贡献，在此报告完成之际，仅表达诚挚的感谢。

- **ABS - 广播电视科学研究院**  
张宇 (Yu Zhang)、夏治平 (Zhiping Xia)、肖婧婷 (Jingting Xiao)
- **Ateme**  
陈朋奕 (Ben Chen)、Mickael Raulet
- **Baicells - 佰才邦**  
云翔 (Xiang Yun)、李娜 (Na Li)、周明宇 (Mingyu Zhou)
- **Beijing Radio and Television Station - 北京广播电视台**  
程宏 (Hong Cheng)、王麒 (Qi Wang)
- **CBC - 中广传播**  
蒲珂 (Ke Pu)
- **Communication University of China - 中国传媒大学**  
尹航 (Hang Yin)、王非非 (Feifei Wang)、林涛 (Tao Lin)、史萍 (Ping Shi)  
石东新 (Dongxin Shi)、李朝晖 (Chaohui Li)、潘达 (Da Pan)
- **Communication University of Shanxi - 山西传媒学院**  
刘鹏 (Peng Liu)、耿小芬 (Xiaofen Geng)
- **Hisense - 海信**  
宋一迪 (Yidi Song)
- **Keysight - 是德科技**  
封翔 (Xiang Feng)
- **MiGu - 咪咕**  
李琳 (Lin Li)、徐嵩 (Song Xu)、聂国梁 (Guoliang Nie)
- **Qualcomm - 高通**  
曹一卿 (Yiqing Cao)、Thomas Stockhammer、李俨 (Yan Li)、杜志敏 (Zhimin Du)
- **Qectel - 移远**  
姚立 (Li Yao)、滕霞 (Tanya Teng)
- **Samsung - 三星**  
吴越 (Yue Wu)
- **Shanxi Cloud Media Development Co., Ltd - 山西云媒体发展集团有限公司**  
王斌 (Bin Wang)、邵文卫 (Wenwei Shao)、王俊莉 (Junli Wang)
- **Shanxi Radio and TV Media Group Co. Ltd - 山西广播电视传媒 (集团) 有限公司**  
任晓瑛 (Xiaoying Ren)
- **Shanghai Jiaotong University - 上海交通大学**  
何大治 (Dazhi He)、徐胤 (Ying Xu)
- **Syntronic (Beijing) technology R&D center Co. Ltd - 新拓尼克 (北京) 科技研发中心有限公司**  
王瑞明 (Ray Wang)
- **vivo - 维沃**  
张元 (Yuan Zhang)
- **Xinjiang Broadcaster - 新疆广电网络**  
陈常伟 (Changwei Chen)
- **ZTE - 中兴通讯股份有限公司**  
刘耀东 (Yaodong Liu)