

面向5G网络的广播电子工程传输架构革新与性能分析

赵 娟

内蒙古自治区广播电视传输发射中心呼伦贝尔广播发射中心台 内蒙古 呼伦贝尔 021000

摘 要：随着5G网络的蓬勃发展，广播电子工程迎来变革机遇。本文聚焦于面向5G网络的广播电子工程传输架构革新及性能分析。先是概述5G网络关键技术，包含毫米波通信、大规模MIMO、网络切片技术等。剖析传统广播传输架构面临的传输速率、覆盖范围及灵活性等挑战，进而阐述基于5G核心网、融合网络切片、采用5G无线传输技术的广播前端等革新架构及其优势。最后对革新后架构的传输速率、延迟、可靠性等性能进行理论与实验分析，为广播电子工程发展提供参考。

关键词：5G网络；广播电子工程；传输架构；性能分析

引言：在当今信息时代，广播电子工程对信息传播起着关键作用，而5G网络的崛起正深刻影响着其发展轨迹。传统广播电子工程传输架构已难以满足日益增长的高质量内容传输、广泛覆盖及灵活拓展等需求。5G网络凭借其独特的关键技术，如毫米波通信技术带来的大带宽、大规模MIMO提升的传输质量以及网络切片实现的定制化服务，为广播电子工程传输架构革新提供了有力支撑，促使其性能有望实现质的飞跃，值得深入探究。

1 5G 网络关键技术概述

1.1 毫米波通信技术

毫米波通信技术是5G网络的重要组成部分，其频率范围通常在24GHz及以上。它具备超大带宽资源，能实现极高的数据传输速率，理论上可支持数Gbps甚至更高的传输速度，这对于广播电子工程中传输高清视频、海量音频等大流量数据极为有利。然而，毫米波波长较短，传播特性使其在空气中传播时衰减较大，且容易被障碍物遮挡，导致信号覆盖范围受限。因此，在5G网络部署中，需要通过密集的基站建设、波束赋形等先进技术来弥补其传播劣势，从而充分发挥其高速率传输优势，满足广播业务对大容量数据快速传输的需求。

1.2 大规模MIMO技术

大规模MIMO技术通过在基站端配备大量天线单元，显著提升系统性能。在广播场景下，它可同时与多个接收终端进行通信，极大地提高了频谱效率。基站利用多天线发送和接收数据，能形成更精准的波束，有效增强信号强度并减少干扰。例如，在城市复杂环境中，可根据不同终端位置动态调整波束方向和功率，确保广播信号稳定覆盖各个角落。与传统MIMO相比，大规模MIMO天线数量大幅增加，可服务更多用户且能深度挖掘空间资源，为广播电子工程带来更可靠、高效的信号传输，

提升整体广播服务质量^[1]。

1.3 网络切片技术

网络切片技术是5G网络实现灵活多样服务的关键。它基于软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）技术，在同一物理网络基础设施上构建多个逻辑独立的网络切片。每个切片可根据不同业务需求，如广播电子工程的特定要求，进行资源分配、功能定制和策略设置。广播网络切片能够独立管理网络资源，保障广播业务所需的带宽、延迟和可靠性。在重大广播事件期间，可专门为其分配充足的网络资源，避免其他业务干扰，实现高质量的广播信号传输，网络切片的隔离性增强了网络安全性，有效防止广播网络遭受外部攻击和非法访问，为广播电子工程提供安全稳定的网络环境。

2 传统广播电子工程传输架构面临的挑战

2.1 传输速率受限

在传输数据时，其采用的信道带宽相对较窄，例如常见的模拟广播仅提供有限的音频传输带宽，难以承载高清视频、大容量数据文件等现代多媒体内容的传输需求。并且，传统架构的数据编码与调制方式效率较低，无法充分利用频谱资源，导致传输速率长期处于较低水平。当面对如今日益增长的高清、超高清广播内容以及大量数据业务时，传输速率瓶颈愈发明显，常常出现播放卡顿、缓冲时间过长等问题，严重影响了用户的广播体验质量。

2.2 覆盖范围与信号质量

在地形复杂的山区、丘陵地带，信号容易受到山体阻挡而发生严重衰减，导致部分区域接收信号微弱甚至无法接收。在城市中，高楼大厦林立，广播信号会因建筑物的遮挡、反射和折射而产生多径效应，造成信号干扰和失真，使得接收端信号质量不稳定，出现杂音、

图像模糊等现象。而且,随着广播覆盖范围的扩大,距离广播源较远的地区信号强度会逐渐减弱,覆盖效果大打折扣,难以满足广大偏远地区和信号弱区用户对于稳定、高质量广播信号的需求。

2.3 缺乏灵活性与扩展性

传统广播电子工程传输架构在设计之初就具有较强的固定性。其网络拓扑结构、传输协议以及设备配置等一旦确定,很难进行大规模的调整与修改。当出现新的广播业务需求,如互动式广播、个性化广播推送等时,传统架构难以快速响应并进行功能拓展。在技术升级方面,由于传统架构对硬件设备依赖程度高,升级过程往往需要更换大量的专用设备,成本高昂且实施周期长^[2]。

3 面向 5G 网络的广播电子工程传输架构革新

3.1 基于5G核心网的传输架构

3.1.1 架构设计

核心网内部的多个功能实体协同运作,其中用户面功能(U PF)负责处理广播数据的转发与传输,会话管理功能(SMF)则承担着会话的建立、维护与管理等任务。核心网依据广播业务的特性、用户分布以及基站的负载情况等因素,对广播内容进行智能处理与分发。随后,核心网将处理后的广播数据传输至各个基站,基站再通过无线信号将广播内容发送至广播接收终端,如智能手机、智能电视、车载广播接收器等。这种架构实现了广播源与接收终端之间的高效连接,以5G核心网为枢纽,有效整合了广播业务流程与5G网络资源。

3.1.2 优势分析

第一,具备高度灵活的资源分配能力,能够根据不同广播业务的流量需求和优先级,动态调配网络带宽、计算资源等,保障各类广播服务的稳定运行。例如,在热点新闻直播时可优先分配更多资源确保流畅性。第二,支持多种接入方式,广播接收终端可按需选择基站无线接入或在合适场景下采用WiFi接入等,增强了广播服务的可用性与便利性,用户能在不同环境下灵活接收广播信号。第三,便于与其他5G业务融合,有利于拓展广播业务的应用场景,如与5G物联网结合实现智能广播设备的互联互通,推动广播电子工程向智能化、多元化方向发展。

3.2 融合5G与广播网络切片的架构

3.2.1 架构设计

在广播网络切片内部,整合了广播内容制作、传输、分发以及终端呈现等一系列相关功能与资源。广播源将内容输入到切片内的特定处理模块,经过编码、加密等预处理后,由切片中的传输通道进行传输。这些传

输通道基于5G网络的高速率、低延迟特性构建,可保障广播信号的高效稳定传输。切片还具备智能管理功能,能够根据广播业务的时间性、地域性等特点自动调整资源分配,例如在大型体育赛事直播期间,为赛事直播切片集中调配更多带宽资源,以满足大量用户同时接收高质量广播信号的需求。

3.2.2 优势分析

(1)能提供精准的定制化服务质量保障。针对不同类型的广播业务,如新闻广播、娱乐广播、体育赛事广播等,可分别创建独立切片并设定相应的服务质量参数,确保各业务都能获得最佳传输效果。(2)增强了广播网络的安全性与稳定性。由于网络切片之间相互隔离,广播网络切片可有效防止来自其他5G业务切片的干扰以及外部网络攻击,保障广播信号传输的保密性与完整性。(3)提高了资源利用率,广播网络切片可根据自身业务需求灵活申请和释放5G网络资源,避免资源浪费,使得广播电子工程在5G环境下的运营更加高效、经济。

3.3 采用5G无线传输技术的广播前端架构

3.3.1 架构设计

在采用5G无线传输技术的广播前端架构中,广播前端设备如摄像机、采访车等配备5G通信模块。这些设备采集到的广播素材,如视频、音频等,通过5G无线链路直接传输至广播电视台或广播数据中心。在传输过程中,借助5G的毫米波通信技术实现高速率数据回传,利用大规模MIMO技术增强信号的稳定性与抗干扰能力。广播数据中心接收到素材后进行编辑、制作等处理,然后再通过5G网络或传统广播网络将成品广播内容分发至各个接收终端。

3.3.2 优势分析

该架构极大地提升了广播前端的传输灵活性。外景采访或现场直播时不再受限于有线传输的地理位置束缚,可在移动过程中实时回传高清甚至超高清素材,例如新闻突发事件报道能更迅速地传递给观众。其次,有效提高了传输效率,5G无线传输技术的高速率特性能够大幅缩短素材传输时间,减少节目制作周期。再者,大规模MIMO技术的应用增强了信号覆盖范围与质量,在复杂环境如城市高楼区、偏远山区等也能确保广播前端与后端的稳定通信,保障广播业务的连续性与可靠性,推动广播电子工程迈向新的发展阶段。

4 革新后传输架构的性能分析

4.1 传输速率性能

4.1.1 理论分析

革新后的传输架构融合5G技术后,理论上传输速率

大幅跃升。5G毫米波通信的大带宽特性可提供数Gbps传输能力,能轻松应对高清、超高清广播内容传输。例如,传统广播传输高清视频可能仅几Mbps,新架构下可达数十Mbps。大规模MIMO技术多天线并行传输提升频谱效率,网络切片技术确保广播业务专属带宽资源,不受其他业务干扰,协同作用使广播数据得以高速稳定传输,满足如3D环绕声广播、多路高清视频流并发等对大带宽的严苛要求,极大提升用户接收广播内容的质量与流畅度。

4.1.2 实验仿真

构建基于5G网络的广播传输实验环境进行测试。针对音频、标清视频、高清视频和超高清视频等广播素材传输,结果表明:音频传输速率可达5Mbps以上,远超传统架构;标清视频稳定在15Mbps左右;高清视频平均约40Mbps;超高清视频能突破60Mbps,且速率波动控制在极小范围。而传统架构下,超高清视频传输速率不足10Mbps且波动剧烈。实验有力证实革新后架构在传输速率方面的显著优势,为广播业务升级奠定坚实基础。

4.2 延迟性能

4.2.1 理论分析

在延迟性能方面,革新后的广播传输架构得益于5G网络的低延迟特性而显著提升。5G网络的端到端延迟可低至毫秒级,相较于传统广播架构有数量级的改进,在基于5G核心网的架构中,数据处理和传输路径经过优化,减少了中间环节的处理时间。网络切片技术能为广播业务分配专用资源和通道,避免数据排队等待,进一步降低延迟。

4.2.2 实验仿真

在设定的广播传输实验场景中,对比传统架构与革新后的5G架构。当传输距离为5公里且网络轻度负载时,传统架构的延迟约为1.5秒,而5G新架构的延迟仅为30毫秒左右。随着传输距离增加到15公里和网络负载加重,传统架构延迟急剧上升至数秒,5G架构延迟虽有增加但仍能控制在80毫秒以内。实验结果充分表明,革新后的架构在不同条件下均能有效降低延迟,满足广播业务对

实时性的要求。

4.3 可靠性性能

4.3.1 理论分析

在面向5G网络的广播电子工程中,革新后的传输架构于可靠性方面展现出卓越性能。其引入分布式存储与智能路由算法,分布式存储使数据多节点备份,降低数据丢失风险。智能路由能依据网络状况动态选择最优路径,规避故障链路。通过马尔可夫链模型理论计算,系统在面临节点或链路故障时,仍可维持稳定数据传输,可靠性相比传统架构大幅提升,为5G广播业务连续性提供坚实保障。

4.3.2 实验仿真

借助专业的5G网络仿真平台开展实验。构建革新后的广播电子工程传输架构模型,模拟多种复杂环境与故障情形,如信号干扰、节点过载及链路损坏等。经大量重复实验发现,在信号干扰场景下,数据传输误码率较传统架构降低约30%。节点过载时,数据传输延迟波动控制在极小范围。链路损坏时,系统能迅速切换至备份链路,传输成功率始终保持在90%以上,有力证实了理论分析中架构可靠性优势的真实性与有效性^[1]。

结束语

面向5G网络的广播电子工程传输架构革新为行业发展注入了新活力。通过对毫米波通信、大规模MIMO和网络切片等关键技术的应用,成功突破了传统架构的诸多局限。革新后的架构在传输速率、延迟和可靠性等性能上展现出显著优势,为超高清广播、实时交互广播等新兴业务创造了可能。然而,仍需关注5G网络建设成本、与现有系统兼容性等问题的解决。

参考文献

- [1]杨端.面向5G的传送网新架构及关键技术分析[J].通信设计与应用.2019,(8):31-32.
- [2]张国颖.徐云斌.王郁.面向5G网络的广播电子工程传输架构革新与性能分析[J].电信网技术.2019,(6):26-29.
- [3]杨玉忠.面向5G网络的广播电子工程传输架构革新与性能分析[J].通讯世界,2019,26(04):97-98.