

Design and Implementation of 5G-based Network Convergence Coverage Solutions for Broadcasting and Television Networks

Cai Jun

Government Service Center, Guide Town, Zizhong County, Zizhong, Sichuan, 641200, China

Abstract

Against the backdrop of rapid digitalization and intelligent transformation, the broadcasting and television industry is witnessing new opportunities for technological upgrading and integration. The advantages of 5G technology—high bandwidth, low latency, and massive connectivity—provide a solid foundation for deepening network convergence. This paper focuses on the current coverage status and future demands of broadcasting networks, systematically analyzes challenges and development opportunities in the new media environment, and proposes a 5G-based network convergence coverage solution design and implementation path. The research covers overall architecture, transmission optimization, service convergence, and typical application scenarios. Results demonstrate that 5G-enabled network convergence not only resolves bandwidth and coverage bottlenecks in traditional models but also achieves efficient coordination across multiple terminals and scenarios, significantly enhancing service capabilities and industry competitiveness.

Keywords

5G technology; Broadcasting and television; Network convergence; Coverage solutions; Design and implementation

基于 5G 技术的广播电视网络融合覆盖方案设计与实现

蔡军

资中县归德镇人民政府便民服务, 中国·四川资中 641200

摘要

在数字化和智能化快速推进的背景下, 广播电视行业迎来新一轮技术升级与融合机遇。5G 技术以高带宽、低时延和大连接优势, 为广播电视网络的深度融合提供了坚实基础。本文聚焦广播电视网络的覆盖现状与未来需求, 系统分析了其在新媒体环境下的挑战与发展机遇, 提出了基于 5G 的网络融合覆盖方案设计与实现路径。研究内容涵盖总体架构、传输优化、业务融合及典型应用场景。结果表明, 5G 赋能下的广播电视网络融合, 不仅解决了传统模式下的带宽与覆盖瓶颈, 还实现了多终端、多场景的高效协同, 显著提升了服务能力与行业竞争力。

关键词

5G 技术; 广播电视; 网络融合; 覆盖方案; 设计与实现

1 引言

广播电视作为国家文化传播与公共服务的重要平台, 正面临全媒体时代的多元挑战。5G 技术的高速率、低时延和广连接特性为行业融合升级提供了新机遇。本文在梳理广播电视网络现状的基础上, 系统探讨基于 5G 的融合覆盖方案设计与实现路径, 内容涵盖融合需求、架构方案、传输优化、典型应用与未来展望。

【作者简介】蔡军(1974-), 男, 中国四川内江人, 从事广播电视网络工程研究。

2 广播电视网络与 5G 融合的背景与需求

2.1 传统广播电视网络的局限性

广播电视网络作为我国信息传播的重要基础设施, 长期以来依托地面无线、卫星和有线电视三大系统, 构建了覆盖范围广、信号稳定的传输体系。尽管如此, 随着新媒体业态和用户需求的快速演变, 传统网络的带宽瓶颈与单向传输模式日益突出, 难以支撑高清视频、移动直播、虚拟现实等新型业务场景的高并发和互动性需求。传统广播电视网络主要以固定频道、预约收看的方式开展服务, 缺乏与受众的深度互动和个性化响应能力。同时, 受限于地理环境、基础设施投入和经济效益评估, 农村及边远地区常常存在信号覆盖盲区或弱覆盖现象, 城乡服务差距明显。此外, 网络结构相对刚性、终端接入手段单一、升级迭代周期长, 也限制了广

播电视业务的创新与多样化发展空间。因此,推动网络架构创新和服务能力升级,已成为广播电视行业亟需解决的现实问题。

2.2 5G 技术赋能媒体传播的优势

5G 技术凭借其高带宽、低时延与大规模连接特性,为媒体传播模式的深刻变革提供了重要基础。5G 网络支持高达 Gbps 级别的速率和毫秒级时延,能够满足 4K/8K 超高清视频、AR/VR 沉浸式体验及多终端同步互动的极高要求。网络切片、MEC 边缘计算和多接入协作等技术创新,为不同类型的广播电视业务提供了按需定制的质量保障和服务弹性。例如,5G 切片可为应急广播、公共服务等高优先级业务单独分配专属资源,提升信息到达的确定性和可靠性。边缘计算则实现内容本地分发与实时处理,大幅降低回传压力和用户等待时长。同时,5G 的小基站部署灵活、适应性强,能够有效延伸信号覆盖至偏远、山区和高密度建筑区域,突破传统网络的服务边界,推动广播电视从“覆盖广度”向“服务深度”和“均衡普惠”转型。

2.3 融合发展的战略需求

在国家新基建战略和“文化强国”建设目标的引领下,推动广播电视与 5G 网络的深度融合,既顺应了媒体技术演进的必然趋势,也回应了全社会对优质公共文化服务的新期待。融合发展不仅是提升网络承载能力和传播效率的技术路径,更是增强主流媒体舆论引导力、构建全媒体传播体系的战略举措。通过创新融合覆盖方案,可以整合无线、卫星、5G 等多元网络资源,打破信息壁垒,实现业务协同与资源共享,提升广播电视网络的服务质量和供给能力。融合还将激发内容创新、服务创新和业态创新,促进智能终端、云计算、大数据等新技术在媒体领域的广泛应用,为数字经济和文化产业提供新动能。此外,融合发展有助于实现信息资源的全国性均衡配置,提升农村、边远和特殊地区的信息服务水平,为社会治理现代化和公共安全保障提供坚实支撑。

3 基于 5G 的广播电视融合覆盖方案设计

3.1 总体架构设计

基于 5G 的广播电视网络融合覆盖方案,采用“中心—边缘—终端”三层架构,充分发挥各层级的协同优势。中心层作为核心调度枢纽,集成内容采集、制作与统一分发管理,负责全网资源的动态调配及安全策略的统一实施,保障内容时效性与合规性。边缘层部署多接入边缘计算(MEC)节点,实现内容的本地化缓存、实时转码与智能调度,有效缓解核心网络压力、降低业务响应时延,并支持区域差异化内容定制。终端层涵盖电视、手机、平板、可穿戴设备等多种接入形态,通过智能适配与协议协同,保障不同网络环境下的内容一致性与流畅性。三层架构之间通过标准化接口实现互联互通,支持异构网络间的无缝切换与负载均衡,显著提升了整体系统的弹性与扩展能力。该架构既适应超大规模并发业

务需求,又能兼容传统与新兴终端,形成高效、灵活、可演进的广播电视网络基础。

3.2 传输层关键技术

融合覆盖的传输层设计强调多种先进通信技术的协同应用。方案采用 5G 广播(5G Broadcast)与单播混合传输,灵活应对大规模并发内容分发与用户个性化点播需求。在用户密集区域,通过广播模式推送热点内容,提升频谱利用率与覆盖广度;在个别定制场景,则采用单播补充,实现精准服务。传输过程集成 MIMO 多天线技术与载波聚合(CA),显著提升系统吞吐能力与抗干扰水平。动态带宽分配与链路自适应调度机制,结合实时业务负载和网络状态,智能优化带宽分配,保证高清视频、AR/VR 等高带宽业务的持续流畅。为进一步提高传输质量,方案引入前向纠错与低时延传输协议,并配合边缘节点实现局部缓存和预分发,减少核心回传压力。该多技术融合的传输层设计,为广播电视网络的高可靠性与高弹性提供了坚实保障。

3.3 业务层融合机制

业务层融合机制以多业务统一承载和智能化运营为目标,充分利用 5G 网络切片技术,实现不同业务类型的物理隔离与服务质量保障。方案将应急广播、公共服务、文娱传播等多类业务分别部署在专属切片内,各自具备定制化的带宽、时延与安全策略,确保关键业务优先响应。统一内容分发与管理平台,实现节目制作、编排、分发、回收全流程数字化运营,支持多终端、多场景的同步推送。通过 AI 驱动的内容推荐系统,基于用户画像、场景分析与行为挖掘,提供个性化节目推荐与交互服务,提升用户黏性和活跃度。同时,平台开放 API 接口,便于第三方创新业务快速接入,丰富生态系统。业务层还注重数据安全与隐私合规,采用分级加密、动态水印等多重防护措施,保障内容传输与用户数据安全。该融合机制有效支撑广播电视向全媒体、智慧化方向转型升级。

4 融合覆盖的传输优化与实现路径

4.1 覆盖范围与网络规划优化

融合覆盖的规划以数据驱动与模型约束协同为核心。融合人口热力、移动轨迹、地形与楼宇三维模型等多源数据,构建时空需求预测与传播损耗仿真,匹配城市 UMa/UMi、郊区 RMa 等场景参数,形成“宏站+微/皮站+室分+毫米波热点”的分层组网。利用整数规划或启发式算法在覆盖概率、SINR 门限、站址租赁与回传条件等约束下求解最优站址与天线方位,并以数字孪生平台迭代验证。密集城区强调 3.5GHz 宏站承载与毫米波叠加容量,轨道交通与地下空间以室分/泄漏电缆补盲;农村与山区采用 700MHz 宏站拉远,结合卫星/微波回传与便携应急基站,保障基本覆盖与应急冗余。同时引入绿色能源与动态休眠策略,在满足 KPI 前提下降低 TCO 与碳排放。

4.2 带宽利用与信道调度优化

频谱与信道层面强调协同与智能管理。对广播固定频段与5G可用频段统一编排,采用单频网(SFN)与5G Broadcast承载大并发同源内容,单播承载差异化点播,实现“播一点”混合传输。跨小区干扰通过ICIC/eICIC、协调波束赋形与CoMP抑制,TDD动态上下行配比与功耗优化提升边缘用户体验。调度器采用QoS感知的比例公平/最小保证速率策略,并结合切片优先级为应急、政务与超高清直播预留资源。基于内容热度的边缘缓存与预取降低回传峰值,ABR自适应码率与低时延CMAF链路减少卡顿;热点区域部署多链路聚合与多路径传输,提升吞吐与可靠性与稳定度。

4.3 终端接入与用户体验优化

终端侧以多模接入与一致体验为目标。推动机顶盒、智能电视与移动终端支持NR、Wi-Fi与有线宽带协同,并通过统一身份认证、设备指纹与会话迁移实现“多屏同看、随看随换”。在协议与编解码上采用HEVC/AV1与低时延传输(如CMAF/WebRTC)承载直播互动,结合可用带宽与终端算力进行端侧自适应渲染并配套DRM保护。UX设计引入可达性与弱网保障:启动阶段轻量预缓冲与帧级纠错减少冻结,字幕/多音轨与视障辅助提升普惠性;应急信息以弹窗或频道抢占、蜂窝回传反馈形成发布—接收—校核闭环。推荐系统采用边缘侧联邦学习与差分隐私,提升内容匹配度的同时兼顾数据安全与合规要求。

5 典型应用场景与实践探索

5.1 应急广播与公共服务

应急广播作为国家公共安全体系的重要组成部分,其覆盖速度与信息到达率直接关系到突发事件处置的效率与效果。在传统广播电视网络中,应急信息的发布往往依赖固定频段和单一传播路径,存在覆盖延迟、区域盲区以及受众反馈不足等问题。而基于5G的融合覆盖方案通过网络切片和多接入协同机制,能够在自然灾害、公共卫生事件或重大事故发生时,迅速为应急业务分配独立的通信资源,确保信息传输的优先级和可靠性。多终端接入特性使得电视、手机、车载终端等设备均可同时接收信息,显著提升了受众覆盖率。此外,5G的双向互动能力还支持信息回传与受众反馈,形成“发布—接收—反馈”的闭环机制,从而提高应急信息的精确性与实效性。这种以低时延和高可靠性为支撑的应急广播模式,不仅能够提升公共治理的现代化水平,还为建设韧性社会提供了重要的技术支撑。

5.2 大型活动与沉浸式传播

在大型体育赛事、文艺演出以及国家庆典等活动中,传统广播电视往往通过单向直播满足观众的观看需求,但在多角度互动与沉浸式体验方面存在不足。基于5G的融合覆盖方案引入大带宽和低时延特性,能够实现超高清多路信号的同步传输,观众可根据自身需求在多角度、多视点之间自由切换,显著增强观看体验。同时,结合虚拟现实(VR)

和增强现实(AR)技术,用户不仅可以在现场获得沉浸式观看效果,还能远程实现如临其境的互动体验。例如,在体育赛事中,用户通过VR终端即可体验“场边观赛”,甚至实现与虚拟解说员或其他观众的实时互动,突破了传统传播的物理限制。对于主办方而言,该模式不仅扩大了传播影响力,还拓展了新的商业价值链,如个性化付费服务和广告投放。总体而言,5G与广播电视的深度融合为大型活动的传播方式注入了创新动力,推动媒体产业从单向传输向沉浸式、互动化传播转型。

5.3 农村与边远地区覆盖提升

长期以来,农村与边远地区在广播电视服务方面存在覆盖盲区和信号不均的问题,直接影响了城乡文化资源的均衡共享。传统卫星广播虽能实现大范围覆盖,但在灵活性与交互性上存在明显局限。而5G与广播电视融合覆盖方案通过宏基站与小基站的协同部署,以及卫星与地面网络的互补应用,能够有效改善这些区域的信息服务质量。具体而言,5G宏基站可承担基础信号覆盖任务,小基站和边缘计算节点则根据人口分布和使用需求进行灵活布设,从而实现精细化的网络供给。同时,融合方案还支持在线教育、远程医疗和农业信息服务等多元化应用,不仅缩小了城乡“数字鸿沟”,也为乡村振兴战略提供了文化与信息支撑。特别是在自然灾害频发的山区,5G的低时延特性与广播电视的稳定传播相结合,能够保障灾害预警和信息传递的及时性。由此可见,基于5G的融合覆盖方案在农村与边远地区的应用,不仅具有技术意义,更具社会价值和战略意义。

6 结语

广播电视网络与5G技术的深度融合,是推动媒体传播模式创新与产业升级的重要路径。本文提出的融合覆盖方案,从架构设计、传输优化到应用场景均进行了系统阐述与论证。研究表明,5G能够为广播电视网络带来更广覆盖、更高质量与更多元的业务体验,不仅有助于解决传统网络的局限,还能推动公共服务与文化传播的普惠化。未来,随着6G技术的研发与人工智能的进一步应用,广播电视与移动通信的融合将更加紧密,媒体行业将在智能化、互动化与全球化的道路上迈向新的发展阶段。

参考文献

- [1] 奚寒鑫.基于5G技术的广播电视网络融合架构研究[J].新疆新闻出版广电,2025,(04):31-33.
- [2] 李煜.5G在广播电视网络融合发展中的应用[J].电视技术,2024,48(04):168-170.
- [3] 应力强.5G网络与广播电视网络融合研究[J].电视技术,2024,48(01):171-173.
- [4] 徐新怡,刘雨婕.新媒体时代广播电视媒体发展及网络融合对策[J].新闻研究导刊,2020,11(24):195-196.
- [5] 何刚.5G技术在广播电视网络融合发展中的应用研究[J].西部广播电视,2020,(09):247-248.