

# 广播电视卫星数字化传输技术发展研究

杨树青 王宁

河南广播电视台卫星传输中心 河南郑州 450003

**【摘要】**广播电视作为信息社会媒体传播的核心载体与关键路径，数字信号卫星传输技术已成为当代电视信号数据传输的最优技术方案。本文阐述了广播电视数字卫星传输的核心原理与发展历程，深入剖析了传输环节中的各类干扰因素及针对性解决对策，并对未来广播电视数字化技术为民众生活带来的便捷化变革进行了展望。

Research on the Development of Digital

Yang Shuqing Wang Ning

Henan Radio and Television Satellite Transmission Center Zhengzhou, Henan 450003

**【Abstract】**Broadcasting serves as a core component and major channel of media communication in the information society. Moreover, digital satellite transmission technology has emerged as the optimal solution for TV signal data transmission in modern times. This paper expounds on the working principles and development process of digital satellite transmission for radio and television, analyzes the influencing factors in the transmission process and corresponding solutions, and looks forward to the more convenient lifestyle brought by digital radio and television technology in the future.

## 1 广播电视卫星数字化传输概述

自20世纪起，人类迈入信息化、网络化与自动化交融的科技新纪元，其核心特征体现为数字技术对社会生活的全方位渗透与重塑，不仅大幅压缩了人际交流的时空壁垒，更推动全球进入数字文明时代。在这一宏观背景下，广播电视传输技术也完成了从微波传输到数字化传输的迭代升级，且持续走向成熟完善。

传统模拟电视信号在传输过程中易出现画质损伤累积与信号畸变问题，具体表现为图像信噪比下降、清晰度不足，同时伴随色彩失真、叠影及重边等缺陷。此外，模拟电视还存在稳定性欠佳、可靠性薄弱、难以集成调控等固有短板。与之相比，广播电视数字化传输采用二进制数字形式，对活动影像、音频及各类数据信号进行压缩、编码转换、传输存储等系列处理后实时发射传播。该技术紧扣高效信息时代广播电视的发展需求，在确保信号传输质量的前提

下，将数字化信号精准输送至终端设备，最终接入用户的视听接收系统。

相较于模拟信号传输，数字电视信号传输的优势集中体现在三方面：其一，频谱资源利用效率显著提升。国内主流电视网络系统多采用550MHz或750MHz频段，模拟信号在此频段内理论上可传输50套节目，实际运营中仅能稳定传输40套左右，频道资源拓展空间受限。而数字传输系统借助数字压缩与调制技术，结合大规模集成电路应用，单路模拟电视频道即可承载十余套广播电视节目，不仅高效盘活了空间频谱资源，扩充了电视频道数量，其传输容量与效率也远超模拟传输方式。同时，该技术还能降低上行发射功率，在一定程度上削减了信号传输全链条的成本。其二，收视体验与信号质量大幅优化。视频清晰度从模拟传输时代的300余线提升至数字传输的500线以上，配合误码保护技术对传输损伤的修复能力，信号抗干扰性显著增强，传输损耗大幅

降低。经卫星及地面无线广播传输后,接收端解调解码后的视音频质量可与发射端高度吻合,不仅提升了传输可靠性,还与计算机系统联网提供了便利,让用户得以享受高清逼真的画质与多声道环绕声效果。其三,服务模式更加多元便捷。数字化传输凭借丰富的节目内容、高效的运营管理体系,为用户提供了更多元的优质服务。数字电视运营商可依据市场需求制定灵活的充值计费模式,同时通过节目加密技术实现条件接收,进一步优化了服务体验。基于上述优势,广播电视信号传输已全面转向数字化方向,这也对数字信号的接收、解调及视音频解码处理提出了更为严苛的要求。

广播电视卫星传输以通信卫星技术为核心支撑,通过在赤道上空静止轨道部署三颗间隔 120 度的地球同步卫星,利用卫星搭载的转发装置与天线系统向地面传输信号,从而实现全球通讯覆盖。其数字化传输系统主要由广播电视中心、地面引接电路、卫星通信地球站、通信卫星、卫星接收站及测控站等部分构成,其中地面引接电路与卫星通信地球站是保障传输效能的核心环节。信号传输主要通过上行发射站、星载转发器、地面接收器三大模块完成:上行发射站将视频信号与伴音信号混合处理为基带信号,调制为 70MHz 中频调谐波后发射至通信卫星;卫星通过星载转发器对信号进行中转处理;最终由地面接收系统完成信号接收。地面接收系统包含接收天线、低噪声放大单元(LNB,即高频头)、功分器及卫星接收机(IRD)等设备,依次完成信号的接收、变频、解调、解码等流程,最终将视音频信号输送至用户终端。

数字化广播电视传输主要分为地面传输、卫星传输与有线传输三种模式,其中卫星数字电视传输凭借覆盖范围广、不受地理条件限制等特点,在偏远地区覆盖及应急广播等场景中具有不可替代的优势。

## 2 广播电视卫星数字化发展进程

数字卫星电视是通过地球同步卫星通信设备将数字信号直达用户终端的广播传输方式,其应用形式主要分为两

类:一类是有线电视网络将数字信号转换为模拟信号后传输给用户,该模式已普及多年;另一类是数字信号直接入户(Direct to Home,简称 DTH)的传输模式,近年来发展迅速。

1964 年美国利用同步卫星实况转播东京奥运会,标志着卫星电视时代正式开启,模拟信号卫星广播技术随之在全球范围内广泛应用。但随着该技术商业化规模扩大,其频谱利用率低、信号弱、抗干扰能力差等缺陷日益凸显。在此背景下,数字电视卫星传输技术在法、德、英等欧洲国家率先研发应用,20 世纪 80 年代初美国成功研制出首台数字电视设备,标志着该技术进入成熟应用阶段,并迅速在全球推广。我国数字电视卫星技术在国家政策推动下,于 20 世纪末取得突破性进展,21 世纪以来在音视频压缩技术领域又实现新突破,目前已基本完成广播电视数字化转型。

广播电视数字化传输技术的发展历程可大致划分为三个阶段:第一阶段为 20 世纪 80 年代前,该阶段以单项设备研发为核心,数字时基校正器(DTBC)、数字帧同步机(DFS)、数字特技机(DVE)等设备相继研发成功并投入使用,为后续技术发展奠定了基础。第二阶段始于 20 世纪 80 年代,研发重点转向数字视频设备、数字信号处理摄像机等整机设备,数字电视广播设备体系逐步成型。第三阶段为 20 世纪 90 年代,数字广播电视技术向系统化、标准化方向全面推进,欧洲 DVB(数字视频广播)、美国 ATSC(先进电视系统委员会)等技术标准相继出台,同时数字技术与高清晰度电视技术深度融合,应用效果显著提升。目前,全球广播电视卫星数字化传输普遍采用欧洲提出的 DVB-S(Digital Video Broadcasting-Satellite)标准。

在我国数字电视传输技术的实践中,通过采用国际标准的上、中、下三级编码处理技术实现信号与网络的精准匹配,确保接收端快速获取准确信号。通过对数字信号差异的调控处理,有效降低信号间的相互干扰;运用复用技术对各类信号进行整合,形成具备分级、扩展及交互能力的数据流。随着光纤技术的发展,宽带技术与数字技术的融合为传输技术创新提供了新路径。SDL 技术因兼容性强,在数字电

视领域广泛应用,可在高速传输场景下简化复杂问题处理流程,保障信号传输安全。为进一步提升信号质量与传输效率、降低运营成本,统一接收标准已成为行业发展的必然要求。

### 3 广播电视卫星数字化传输影响因素

尽管广播电视卫星数字化传输优势显著,但信号系统仍会受到人为操作、自然环境、信号干扰及设备缺陷等多重因素影响,进而影响传输质量。

(1) 人为因素干扰。工作人员的专业素养与职业操守直接影响传输质量,设备安装调试、日常操作及维修养护中的人为失误都可能导致传输故障。针对这一问题,需通过建立完善的管理、施工及维修制度,加强从业人员专业培训,提升其技术水平与责任意识,规范操作流程,从而最大限度减少人为失误带来的影响。

(2) 自然环境干扰。地面传输链路易受雨雪、云雾等气象条件影响,太空传输则面临凌日、电离层扰动及太阳磁暴等空间天气干扰。其中,Ku波段电磁信号在雨雪云雾天气中衰减明显,会降低接收信号的载噪比,加剧正交极化信号间的干扰;每年春秋分中午时段,通信卫星处于太阳与地球连线之间,地球站易受日凌干扰,且工作频段越高,噪声与干扰强度越大;太阳磁暴则可能导致信号中断。应对措施包括:提升传输系统与设备的抗干扰性能;建立恶劣天气与空间天气监测预警机制,制定科学规避方案;定期对传输设

备进行检修维护,确保设备稳定运行。

(3) 卫星信号间干扰。卫星通信系统的开放性使其易受其他通信方式干扰,相邻卫星的信号覆盖重叠区域易出现相互干扰问题。通过优化卫星地球站天线口径参数,可有效降低此类干扰,提升信号传输的稳定性。

(4) 设备系统缺陷。上行传输系统与下行接收系统是卫星数字视频广播的关键环节,其性能缺陷直接影响传输质量。需通过完善系统设计、提升设备可靠性来解决这一问题:在链路设计中充分考量雨雪衰减、云层遮挡等因素,预留合理功率余量;提升上行设备输出功率,确保信号传输的稳定性,最终实现卫星数字视频广播信号安全、可靠、优质地传输,保障视音频质量。

### 4 前景与展望

随着全球信息化与数字化的深度发展,广播电视节目制作、播出及传输发射将全面实现数字化与自动化。数字广播电视技术凭借覆盖范围广、传输质量高、资源利用率高的显著优势,与高清电视技术的融合应用将成为主流趋势;发展卫星直播电视已明确为我国广播电视行业的重要发展方向。未来,随着广电行业从业人员专业技能的提升与数字电视技术的持续创新,必将为民众提供更高效的生活服务与更优质的娱乐体验。

### 参考文献

- [1]余英. 广播电视卫星传输[J]. 卫星与网络, 2006(07): 48-53.
- [2]谭栋明,覃仕嶷. 广播电视卫星传输技术[J]. 西部广播电视, 2015(14): 245.
- [3]侯广德. 初探广播电视数字化的基本形式[J]. 中国有线电视, 2008(11): 1135-1138.
- [4]邱芬. 广播电视卫星传输安全的影响因素及解决策略[J]. 西部广播电视, 2015(04): 182-184.
- [5]杨帆. 浅谈影响广播电视卫星信号传输安全的主要因素[J]. 通讯世界, 2016(09): 97-98.
- [6]戚翔. 刍议影响卫星信号传输的相关因素[J]. 新闻研究导刊, 2016(10): 359.