

The anti-interference measures of terrestrial digital TV transmission signal are analyzed

Donglin Zou

Dongtai Media Center, Dongtai, Jiangsu, 224200, China

Abstract

Ensuring the anti-interference capability of terrestrial digital TV transmission signals is crucial for maximizing their information dissemination function and meeting public cultural demands. However, terrestrial digital TV signals are susceptible to interference from natural factors, human activities, and system internal issues, which can degrade transmission quality. Targeted optimization and adjustments must be implemented. Anti-interference capabilities can be enhanced through the application of relevant technologies such as channel coding and modulation techniques, adaptive power control, and smart antenna systems. Furthermore, adjustments to transmission network planning should be made through scientific site selection and frequency planning, coverage optimization with blind spot supplementation, and network topology structure optimization, thereby ensuring the anti-interference performance of terrestrial digital TV signals.

Keywords

ground digital TV transmission signal; anti-interference capability; technical analysis; signal propagation

试析地面数字电视发射信号的抗干扰对策

邹东林

东台市融媒体中心，中国·江苏 东台 224200

摘要

保障地面数字电视发射信号的抗干扰能力可以更好的发挥数字电视的信息传播功能，满足大众的文化需求，但是地面数字电视很容易会因自然因素、人为因素和系统内部因素导致信号受到干扰，影响信号传递质量，必须针对性的做出优化和调整。可以通过信道编码和调制技术、自适应功率控制技术、智能天线技术等相应抗干扰技术的应用提高抗干扰能力。在此基础上可通过科学选址和频率规划、覆盖优化和盲区补点、网络拓扑结构优化对传输网络规划做出调整，保障地面数字电视发射信号的抗干扰能力。

关键词

地面数字电视发射信号；抗干扰能力；技术分析；信号传播

1 引言

地面数字电视是满足大众信息获取、休闲娱乐需求的重要手段，而在地面数字电视发射信号中所无法保障其抗干扰能力则难以发挥其应有的功能和作用，很容易会出现画面卡顿、马赛克、声音失真等相应问题，而想要提高地面数字电视发射信号的抗干扰能力首先则需要了解地面数字电视发射信号的干扰源。

2 地面数字电视发射信号干扰源

地面数字电视发射信号的干扰源复杂多样，可以将其大体划分为自然干扰、人为干扰、系统内部干扰三大类别。

自然干扰是指在地面数字电视发射信号的过程中很容

易会因环境因素或电磁现象影响信号传播质量，常见的自然干扰主要有大气噪声干扰、天电干扰及多径传播干扰。主要是受雷电活动、大气电离层变化及空气分子热运动影响，导致信号传播路径被破坏或信号受到冲击。天电干扰是因天体现象破坏传播路径或产生噪声导致信号受到持续干扰。多径传播干扰较为常见，主要是受地形影响信号出现直射、反射、折射并在接收天线处叠加，导致信号不稳定。

人为干扰即是因人类活动引发的信号干扰，常见的主要有电磁设备干扰、恶意干扰及施工操作干扰。电磁设备在运转时会产生电磁辐射，电磁辐射的频率可能会和地面数字电视的信号重叠或形成电磁屏障影响信号传播。恶意干扰主要指人为破坏，属违法行为。施工操作干扰则是指在工程施工中因设计不当或施工管控不严，进而导致信号传送设备遭到破坏或传输通道受到影响，多为临时干扰。

系统内部干扰顿时因地面数字电视传输系统自身存在

【作者简介】邹东林（1968-），男，中国江苏东台人，本科，高级工程师，从事广播电视工程研究。

缺陷导致信号传递质量受到影响，常见的系统内部干扰又包含设备故障干扰、网络规划干扰和运维管理干扰。由此可见，地面数字电视发射信号的干扰源复杂，必须加强抗干扰处理，通过抗干扰技术的应用配合传输网络规划调整提高抗干扰能力。

3 地面数字电视发射信号抗干扰关键技术

3.1 信道编码与调制技术

在提高地面数字电视发射信号抗干扰能力上信道编码与调制技术是较为常用且应用效果较好的技术方法，可通过数字信号编码纠错和高效调制保障其抗干扰能力，提高信号传播质量。

低密度奇偶校验码是现阶段常用的信道编码方式，其纠错能力强、编译码复杂度相对较低，可通过奇偶校验位的应用调整信息码元，在接收端用校验矩阵完成错误码元的纠正和检测。可根据不同传输环境和信号传输要求具体问题具体分析做出适当调整。例如若传输环境中的干扰较为严重，这时也可以通过调整校验位数量保障纠错能力，反之则可采用高码率来保障信号传输速度。此外，在信号纠错中还可以借助级联码技术提高抗干扰能力，例如用 RS 码处理突发错误、卷积码处理随机错误等等。

调制技术是通过载波幅度、频率或相位调整来提高信号的抗干扰能力。就现阶段来看，在地面数字电视系统中常用的调制技术为正交幅度调制，该项技术有效整合了幅度调制和相位调制，能够更好地保障信息传输速率。例如，16QAM 调制方式可传输 4 比特 / 符号，64QAM 可传输 6 比特 / 符号，但调制阶数越高，抗干扰能力越弱，可根据实际的干扰情况来做出针对性的调整。除此之外，正交频分复用技术还可以完成高速率的串行信号向多个低速率的并行子载波信号的转换，这可以更好的保障信号传输稳定性和可靠性。

3.2 自适应功率控制技术

自适应功率控制技术可以在信号传播的过程中实时完成干扰强度和信道质量的监测，并根据监测结果对输出功率做出调节，保障抗干扰能力。一般情况下，若信道质量的指示信息较高，则代表信道的抗干扰能力则相对较强，这时自适应功率控制技术也可以通过降低发射功率的方式有效降低信号传输的耗损，并且避免对其他信号产生干扰，反之则可以通过提高发射功率的方式确保信号强度，保障信号传播质量。

为进一步提高技术应用效果，在自适应功率控制技术应用的过程中可以配合信号检测设备收集信号功率谱密度、信噪比等相应信息，在此基础上分析干扰强度和功率调整量之间的规律构建计算模型，持续优化调整，始终保障信号的抗干扰能力，而较为常见的信号检测设备则是频谱分析仪。具体可根据实际情况明确应用路径，在保障信号传输质量的同时降低能耗。

3.3 智能天线技术

智能天线技术可以根据实际情况对线的波束方向与增益做出调整，以此来达到提升抗干扰能力的效果。智能天线可以划分为切换波束天线与自适应阵列天线两种类别。切换波束天线是在信号传输之前确定多个不同的波束方向，根据监测仪器接收到的信息数据选择最强的信号区域进行信号传播，由此来提高抗干扰能力，避开各类障碍物。自适应阵列天线主要是通过接收信号来波方向、干扰信号特征分析的方式动态调整各天线单元的加权系数进行动态调整，以此来最大化的降低信号干扰。

为更好的发挥智能天线技术的优势，可通过应用最小均方误差算法、递归最小二乘算法等波束赋形算法进行计算分析，确定最科学的天线加权系数，保障波束调整的时效性。

3.4 干扰抑制与消除技术

干扰抑制与消除技术的应用可以有效降低干扰信号对有用信号的影响，常用的干扰抑制与消除技术主要有同频干扰抑制、邻频干扰抑制及脉冲干扰消除技术。

同频干扰抑制技术是通过信号区分度调整完成信号处理，可通过频率偏移估计与补偿、时间同步优化等相应技术方法来实现这一目标。频率偏移估计是通过偏差估计配合数字锁相环补偿完成干扰处理。时间同步优化则是通过有用信号符号周期调整处理干扰问题。此外，基于盲源分离的同频干扰消除技术则是较为常见的技术手段，可以通过信号统计特性差异的分析配合独立分量分析完成有用信号和干扰信号的分离。

邻频干扰抑制技术是通过改善系统频率选择性来降低干扰信号的影响，较为常用的方法包括使用高性能的带通滤波器处理或通过信道划分优化进行处理。高性能带通滤波器可通过干扰信号的滤除保障接收信号为目标频段信号。而信道划分调整也是通过保护带宽的优化有效避免频段重叠问题，配合频谱成型技术有效避免信号泄露，保障信号传播质量。

脉冲干扰消除技术可以有效处理因自然雷电或工业设备运作带来的脉冲干扰，可以门限检测和插值修复进行干扰处理。门限检测是提前设定幅度阈值，若接收到的信号超过该阈值也自动处理。插值修复可通过有用信号的对比分析配合线性插值或多项式插值来进行信号修复，保障信号质量^[1]。

4 地面数字电视传输网络规划优化策略

4.1 科学选址与频率规划

科学选址和频率规划是地面电视传输网络规划调整的重要环节。在选址调整的过程中应坚持“高、净”的原则。“高”是指尽可能将发射台设置在地势相对较高的地区，以此来保障信号能够有效传输，避免受山体、墙面影响导致多径传播干扰等相应干扰问题的出现。“净”是指在发射台选址中需充分考量该地区的电磁环境，分析该地区是否存在高压变电站、工业园区或通信基站群，避免电磁干扰影响信号传播。

此外，在选址中还应考量该地区是否存在遮挡物。最后，在发射台选址中还需要考量交通是否便捷，能否满足后续的运维需求。

在频率规划上应坚持“分区规划、动态调整”的原则。首先，可在规划前落实电磁环境监测，通过频谱使用分布图绘制分析无干扰或低干扰的频段。其次，需要结合发射台的信号覆盖范围以及发射台的功率特点对工作频率做出调整，保障相邻发射台信号传播质量，由其需注意邻频保护要求，控制邻频间隔，保障其数值超过 8MHz，若出现信号重叠区域，可引入频率复用技术，对复用距离和方向做出适当处理。最后可通过动态调整机制及时发现干扰频段并进行处理。

4.2 覆盖优化与盲区补点

信号盲区或在信号传输的过程中出现覆盖不均的问题也会影响信号传输质量，这时则需要覆盖优化和盲区补点来解决信号传输问题。

在信号覆盖优化的过程中可以通过实际测试配合预期数据对比的方式按需调整。首先，可借助 Okumura-Hata 模型、COST-Hata 模型的相应电波传播模型进行预测分析，根据实际情况确定覆盖范围和场强分布，在此之后也需要通过设置测试点获得信噪比、误码率等实际参数，对比预测数据对传播模型做出调整，最后根据调整后的传播模型调节发射台天线高度、方向角、下倾角等相关参数，以此来保障信号传播效果。

在地面数字电视发射信号传播中很容易会遇到信号难以完全覆盖的地区，这时则可以借助直放站、小功率发射机等相应补点设备进行盲点处理。直放站可以通过信号接收、方法来保障信号覆盖范围达标，更适用于信号传播过程中存在大面积盲区的地区，例如山村地区。小功率大社区则更适用于城市因建筑等相应因素影响形成的小范围盲点处理，例如高楼阴影区、地下停车场，可通过近距离信号发射解决信号盲点问题，但是需要注意在盲点处理的过程中关注补点信号和主信号是否会出现同频干扰，可通过调整设备功率、方向或设备选型优化实现协调覆盖，保障处理效果^[2]。

4.3 网络拓扑结构优化

网络拓扑结构优化可进一步提高网络抗干扰能力和信号传播能力，需要通过连接方式和节点布局的适当调整达成这一目标。

一般情况下地面数字电视传输网络拓扑结构多是“星形+链形”的，在信号传播的过程中以主发射台为核心，借助网络连接中继点，然后再以中继点为中心借助星形结构向其他接收端发送信号。这种结构形式的优势是不容否认的，所在信号传输的过程中某一中继节点因各种因素无法正常运转，其他接收端仍旧可以完成信号接收，可以较好的避免整体网络瘫痪的问题，而在此基础上还可通过冗余链路的设计进一步提高网络的抗干扰能力。这样，在信号传播的过程中即便主链路受到干扰无法正常传递信号，也会通过自动切换备用链路的方式保障信号传输的稳定性^[3]。

除此之外，软件定义网络技术的应用也可以为网络拓扑结构的调整提供帮助。软件定义网络技术可以借助集中控制器收集更加完整的数据信息，掌握节点运行状态的实时数据，了解不同节点的干扰情况，若发现某一节点干扰较为明显，这时则可以通过控制器完成传输路径的自动优化，通过信号引导保障信号传输质量。除此之外，软件定义网络技术还可以提高网络资源的分配能力，通过对不同节点、区域的干扰分析自动调整信号传输带宽与功率，始终保障各地区的信号传播效果。

5 结语

经济社会的迅速发展让现阶段人们对于精神世界建设给予的关注和重视变得越来越高，电视节目作为人们休闲娱乐生活的常见选项更是受到了人们的广泛喜爱，在这样的背景下提高地面数字电视发射信号的抗干扰能力是十分必要的，只有这样才可以保障电视节目质量，满足人们的休闲娱乐需求，相关单位可以结合实际情况应用信道编码和调制技术、自适应功率控制技术、智能天线技术等相应抗干扰技术，在此基础上对网络规划做出适当调节，提高地面数字电视发射信号的抗干扰能力。

参考文献

- [1] 王健.地面数字电视发射信号的抗干扰能力提升方法探讨 [J]. 电视技术, 2025, 49 (07): 139-141.
- [2] 宗琦.地面数字电视无线发射系统与信号抗干扰技术探讨 [J]. 电视技术, 2024, 48 (10): 112-115.
- [3] 张永杰.地面数字电视无线发射系统与抗信号干扰方案 [J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2024, 21 (03): 16-18.