

数字信号在中波广播发射中的抗干扰技术探究

梁小青

海南省琼南广播电视中心发射台，海南省海口市，570100

摘要：中波广播在信息传播过程中有着重要作用，数字信号的应用给中波广播发展带来新机遇，不过在中波广播发射中干扰现象还显著影响着广播信号质量。本文探究数字信号和中波广播发射的基本知识，全面分析在中波广播发射中遇到的内外干扰种类及其作用，详细探究信号预处理、调制、解调、编码、解码、馈线、天线方面的抗干扰技术，而且通过实验来确定其有效情况。研究成果给中波广播发射抗干扰技术的选择和应用给予理论依托和实际参照，有益于改善中波广播的信号质量和传播效果。

关键词：数字信号；中波广播发射；干扰类型；抗干扰技术

引言：

如今在信息传播多元化的背景下，中波广播拥有覆盖范围广、传播距离长、接收设备简单等优势，一直是信息传播的一种重要手段，尤其是在农村、偏远地区和一些特殊环境中，使人们获取信息更便捷。随着进入数字化时代，数字信号在中波广播发射中也发挥着重要的作用，它是一种信号稳定性好，抗干扰能力强、便于处理和存储的信号。现如今数字信号广泛应用于中波广播发射中，它可以提高中波广播信号质量，增加广播内容，提升传播效率。但是在中波广播发射中也还存在诸多干扰问题，干扰会导致信号失真、噪声增多、传播覆盖范围减小等，极大影响广播的传播效果，所以探究数字信号在中波广播发射中的抗干扰技术，对保证广播信号质量、改良传播效果有着十分重要的实际意义。本文采用理论分析和实验验证相结合的方法，通过大量阅读各种相关的文献资料，了解国内外有关的理论研究现状和发展进程情况，并以此作为研究的理论依据，通过实验验证抗干扰技术的效果。

一、数字信号与中波广播发射基础概述

（一）数字信号的特点与分类

数字信号由模拟信号转换或是数字信号源直接产生。而数字信号源是产生及发出数字信号的器件，其核心概念就是用数字0和1来精确生成及加工信号。数字信号有诸多显著的优点，首先是信号非常稳定，受温度，湿度等环境因素的影响不大，能长时间维持一致的产出特性。其次是抗干扰的能力很强，由于数字信号存在离散特点，它对于噪音和干扰有着很强的抗拒性能，可以在比较繁杂的电磁环境下依然保证信号完整性。再次是容易操作与存放，能够用电脑软件轻易调整、编辑，从而达成很多繁杂的信号生成及加工用途。常见的数字信号源类型主要有直接数字频率合成(DDS)信号源，基于微处理器的信号源等。DDS

信号源是直接用数字的方法来合成出需要频率的信号源，其特点是频率分辨率高、频率切换快、相位连续等，应用场合比较广泛。基于微处理器的信号源利用了微处理器强大的计算能力，可以实现更复杂的信号生成和处理算法，灵活且可编辑性强^[1]。

（二）中波广播发射系统的原理与构成

中波广播发射的基本原理是用音频信号或其他信息信号去调制载波信号，被调制的载波信号经发射机功率放大器放大后，再由馈线送给天线，天线将信号转换成电磁波向空中进行辐射。具体的过程是音频信号先要经过预处理，比如被放大滤波等操作，再去调制载波信号的幅度，载波信号的幅度随音频信号的幅度变化而变化，这个调制过程叫做调幅(AM)，就是改变载波幅度去装载信息。调制过的载波信号通过发射机功率放大器进行放大，以便能更有效地向空间传播。发射机由振荡器、模数转换器、放大器、滤波器等部件构成。中波广播发射系统包含的组成部分主要是发射机、信号源、馈线以及天线等，发射机属于系统中的核心器件，它的主要功能是调制和放大信号并发送出去。信号源的作用是为发射机提供音频信号或是其他信息信号。馈线则是用作衔接发射机与天线之间的桥梁，它负责传送发射机发出的信号至天线，馈线要求具备低损耗且屏蔽性能好等特性。天线的作用是把发射机发出的高频信号转变成电磁波向空间传播，中波广播发射天线常用垂直拉柳桅杆天线。

（三）中波广播发射中数字信号的应用优势

相比于传统的模拟信号来说，在中波广播发射中数字信号有着非常明显的优势。在信号方面，数字信号源可以发出更精确的数字信号，降低信号的失真度和噪声，让广播的声音听起来更加的清晰和真实。而在抗干扰性方面，数字信号有着很好的抗干扰性能，在信号的传递中能够更好的抵抗各种干扰，增加了信号的完整性和安全性。数字信号处理和传输都非常的方便，利用数字技术，可以让信号更好的被压缩、编码、

加密等,从而让信号的传输更加的快速和安全,而且数字信号比较容易存储和复制,让广播节目更容易的进行制作和播出。

二、中波广播发射中的干扰类型及影响

(一) 外部干扰

1. 电磁干扰

自然环境中雷电、太阳活动之类的会产生电磁干扰,雷电产生的电磁脉冲强度很高,而且频谱很宽,会对中波广播信号产生很强的冲击,导致中波广播信号瞬时中断或者发生失真。太阳活动引发的电离层扰动也会影响到中波广播信号,使得中波广播信号的强度产生变化,并引发衰落现象。人为设备如电力设备、通信设备也会发出电磁干扰,电力设备运转的时候会产生谐波和电磁辐射,这些干扰信号通过电磁耦合途径进入到中波广播发射系统之中,从而对中波广播的信号形成干扰作用。通信设备发射的信号也有可能给中波广播信号造成干扰,尤其是当两个设备的信号频率接近的时候,会产生信号重叠状况,从而影响到信号的收听体验^[2]。

2. 工业干扰

工业生产所用的各种电气设备例如电动机、电焊机都会产生干扰信号,而电动机在起动的过程中都会产生电磁噪声。同时电焊机在工作的时候也会产生非常强烈的电弧干扰等,这些干扰信号都是从电源线和空间辐射进入到中波广播的发射系统之中。并且干扰主要是采用电磁感应、传导耦合等这些手段,将各种干扰信号耦合到中波广播的信号之中,导致中波广播产生杂音,出现断断续续的情况,影响正常的广播信号收听。

(二) 内部干扰

1. 设备自身干扰

中波广播发射设备内部各部件在工作过程中会产生自激振荡,谐波干扰等内部干扰问题。以发射机为例,在发射机内部工作的放大器就会存在产生自激振荡的可能,从而造成发射的信号不稳定、会出现频偏、幅度波动等情况。发射机和天线之间的阻抗不匹配也会引起反射波,产生干扰信号,影响正常的信号发射。

2. 信号处理干扰

在数字信号的处理过程中,模数转换、数模转换、信号编码解码之类的环节可能会存有干扰因素。模数转换的过程中,假如选用的采样频率不合适,信号频谱就会混叠,带来噪声。数模转换的时候,量化误差也会影响信号的精确度,信号编码解码的时候,由于编码算法不完备或者解码错误,也可能引起信号失真,从而影响到广播信号的质量。

(三) 中波广播发射中的干扰影响分析

干扰对中波广播发射的影响主要体现在信号质量、覆盖范围、收听效果等方面。在信号质量上,干扰会造成信号失真、噪声增多,致使广播声音带杂音、失真等状况,从而影响了声音的真实度和清晰度。在覆盖范围上,干扰或许会让信号强度变弱,致使某些地方的信号达不到应有的覆盖面,不能正常接收到广播信号。在收听效果上,干扰会产生信号中断,噪声之类的影响,不仅给听众收听带来不便,还会影响广播的传播效果。所以,抗干扰技术的研究和应用在保证中波广播发射信号质量和效果方面有着重要性和紧迫性。

三、数字信号在中波广播发射中的抗干扰技术

(一) 信号预处理抗干扰技术

1. 滤波技术

常用的滤波器有低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器等。低通滤波器允许通过低频信号,阻止通过高频干扰信号;高通滤波器允许通过高频信号,阻止通过低频干扰信号;带通滤波器只允许通过某个频率范围的信号,阻止其他频率的干扰。在中波广播发射中,要根据信号中的干扰信号的频率来选择相应的滤波器,如果在中波广播发射中信号含有高频噪声的干扰信号,则选用低通滤波器。滤波技术通过对信号的过滤,把各种干扰信号从信号中滤除出去,使得信号更加纯净,从而提高信号质量^[3]。

2. 均衡技术

均衡技术是利用均衡器去调节信号的频率反应来弥补信号在传送过程中遭到的失真和干扰。当发送中波广播信号的时候,所发出的信号在传输途中会受到各种因素的影响而造成不同的频率部分出现不一样的衰减状况,从而引发信号失真,均衡器能够按照信号失真的特性,针对不同频率的信号做出不一样的增益调节,使得信号的频率反应变得平坦起来,从而提升信号质量。

(二) 调制与解调抗干扰技术

1. 数字调制技术

常见的数字调制方式有ASK、FSK、PSK等,其中ASK通过改变载波的幅度来传输信息,其抗干扰能力相对较差;FSK是通过改变载波频率来进行传输信息的一种调制技术,这种调制技术具有比较强的抗干扰能力,可以用来实现中波广播发射中的信息传输;PSK是一种通过对载波的相位进行改变来实现信息传输的一种数字调制技术。相对于其他的数字调制方式来说,PSK的抗干扰能力是非常好的,在中波广播发射的时候可以根据实际的信道条件以及存在的干扰情

况来选择适合的数字调制方式。在受到较强干扰的情况下可以采用 PSK 调制方式来提升信号的抗干扰能力。

2. 解调技术

与调制技术对应的是解调技术，在解调的时候消除干扰信号，准确得到原始的数字信号。如 PSK 调制信号，就用相干解调技术，把信号与本地载波比较一下相位，从而恢复出原先的数字信息。解调技术的好坏会影响到信号的恢复效果，所以我们要选好解调的方法，调整解调参数，让解调更准确。

(三) 编码与解码抗干扰技术

1. 信道编码技术

最常用的信道编码有奇偶校验码、CRC 码、卷积码等，奇偶校验码在原来数据的基础上增加一个校验位来检测是否出现传输错误。CRC 码是将生成多项式对数据进行计算，可以检查出更多错误；卷积码是将输入信息与移位寄存器状态进行卷积产生编码输出，纠错能力较强；信道编码增加的冗余信息使得接收端可以检测并纠正传输时产生的错误，提高了信号的抗干扰能力^[4]。

2. 解码技术

与信道编码对应的解码技术就是借助冗余信息去对接收的信号执行纠错并还原信号。如对卷积码而言，可以用维特比算法来进行解码，就是找到可能性最大的那个路径从而将原始信息给找出来。解码技术的性能会影响信号的准确性，于是选一个合适的解码算法，还要去改良解码参数，以此来保证信号的准确恢复。

四、抗干扰技术的实验验证与分析

(一) 实验环境与设备

实验用到了一套完整的中波广播发射设备，如发射机、馈线和天线等，数字信号用高性能 DDS 信号源产生，能生成稳定精确的中波信号。干扰源有电磁干扰模拟器、工业干扰发生器、天电干扰模拟器之类的器件，用来模仿各种实际干扰状况。实验场地设在电磁环境比较复杂的地带，这样可以更加接近实际的应用情形，还要搭建电磁屏蔽室，以削减外界干扰对实验带来的影响^[5]。

(二) 实验方案与步骤

实验过程中先加入不同的干扰信号，如电磁干扰、工业干扰、天电干扰等。改变干扰源的参数，模拟出各种不同的干扰强度和频率范围的情况，实验参数设定包含信号频率、功率、调制方式等。按照研究目的做出合适的设定，信号质量的衡量借助专业的信号分析仪，测量信号的信噪比，失真度，误码率等指标。在实验过程当中，分别就未采用抗干扰技术以及采用

了不同种类的抗干扰技术的情况下展开相应的测试并进行比较，如在未采用滤波技术的时候测量信号在干扰环境下相应的质量指标，然后再进行采用滤波技术的状况再次测量信号的质量指标。从而对滤波技术的抗干扰效果进行分析，通过多次实验和分析数据，检验各种不同的抗干扰技术的优缺点。

通过实验可得出，所研究的抗干扰技术可以提高中波广播发射信号的质量和抗干扰能力。滤波技术可以过滤掉特定频率范围内的干扰信号，提高了信号的信噪比；均衡技术可以补偿信号的失真，提高信号的频率响应；预加重技术与去加重技术可以提升高频信号的抗干扰能力。在调制与解调上选择正确的数字调制方式以及使用自适应调制解调技术可以提高信号的抗干扰性能；编码与解码技术和交织技术可以检测并纠正传输过程中出现的错误，提高信号的准确度。抗干扰天线与馈线技术可以减小干扰信号的入侵，提高信号的发射质量。

五、结论

本文介绍数字信号对中波广播发射的抗干扰技术，对数字信号和中波广播发射的基本知识进行了概述，了解数字信号的优点以及中波广播发射的基本原理，对中波广播发射的内外部干扰类型及影响进行了分析，抗干扰技术的重要性得到了体现。讨论对信号的预处理、调制、解调、编码、解码、馈线和天线等方面抗干扰技术，并经实验证明了这些抗干扰技术的应用可以有效的提高中波广播发射信号质量、抗干扰能力和广播的传播效果。未来随着技术的进步还需要进一步的研究抗干扰技术，以适应日趋复杂的电磁环境，更好的为中波广播的发展提供技术支持。

参考文献：

- [1] 李姝萍. 中波广播发射设备的信号调节与稳定性保障[J]. 中国传媒科技, 2025, (06): 145-148.
- [2] 魏登东. 广播电视中波发射系统调试与维护技术研究[J]. 电视技术, 2025, 49(06): 15-17.
- [3] 杨现飞, 辛成来. 中波广播发射技术的信号覆盖优化及干扰抑制研究[J]. 电视技术, 2025, 49(06): 105-107.
- [4] 刘言林. 基于 CAN 总线的多节点数字信号处理系统设计[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2022, 34(04): 25-30.
- [5] 赵文静, 孙瑾怡, 戴玮博, 等. 基于 PWM 脉宽调制技术的模拟数字信号混合收发系统[J]. 电子测试, 2022, (15): 8-11.