

# Research on the Causes and Countermeasures of Signal Interference in Shortwave Transmission

Kadeya·Maimaiti

Xinjiang Uygur Autonomous Region Radio and Television Bureau 91613, Artux, Xinjiang, 845350, China

## Abstract

This study deeply analyzes the causes of signal interference in shortwave transmission, including natural environmental factors, technical equipment factors, and human errors, and puts forward corresponding technical strategies and policy recommendations to deal with these challenges. The stability of shortwave signals can be significantly improved by improving transmission and reception techniques, using software and digital processing techniques, and establishing interference monitoring and management mechanisms. At the same time, the improvement of domestic and foreign regulations, the strengthening of policy support and scientific research investment, as well as the improvement of education and training and public awareness are also the key factors to ensure the reliability of shortwave broadcasting.

## Keywords

shortwave broadcasting; signal interference; technology strategy; policy; planning

## 短波发射中信号干扰的成因及应对策略研究

卡得牙·买买提

新疆维吾尔自治区广播电视局 91613 台, 中国·新疆 阿图什 845350

## 摘要

随着全球通信需求的不断增长, 短波广播作为一种重要的跨界通讯手段, 其稳定性受到了极大的关注。信号干扰不仅影响信息传输的质量, 还可能危及广播内容的准确性与时效性。本研究深入分析了短波发射中信号干扰的成因, 包括自然环境因素、技术设备因素以及人为操作错误, 进而提出了相应的技术策略和政策建议以应对这些挑战。通过改善发射与接收技术、利用软件与数字处理技术, 以及建立干扰监测与管理机制, 可以显著提高短波信号的稳定性。同时, 国内外法规的完善、政策支持与科研投入的强化, 以及教育培训与公众意识的提升也是确保短波广播可靠性的关键因素。

## 关键词

短波广播; 信号干扰; 技术策略; 政策; 规划

## 1 引言

短波广播作为跨越国界的重要通信方式, 在紧急通信、国际广播等领域扮演着不可替代的角色。然而各种类型的信号干扰频繁发生, 严重威胁到短波广播的稳定性和可靠性。论文从短波发射中信号干扰的成因进行剖析, 探讨干扰的自然、技术和人为因素, 旨在通过技术创新和有效管理, 加强政策支持, 增强公众的相关知识和意识, 从多维度保障短波广播的质量和效率。

## 2 短波发射中信号干扰的成因分析

### 2.1 自然环境因素

【作者简介】卡得牙·买买提(1985-), 女, 维吾尔族, 中国新疆阿图什人, 本科, 工程师, 从事广播电视短波发射研究。

在短波发射和接收过程中, 太阳活动, 尤其是太阳黑子和太阳风, 会直接作用于地球的电离层, 其中电离层的状态决定了短波信号能否被有效反射回地面。太阳黑子周期大约为 11 年一轮, 黑子数量的多少直接影响着电离层的电子密度, 从而改变短波信号的传播路径和强度<sup>[1]</sup>。在太阳黑子数量增多的年份, 短波通信通常会表现得更为稳定和远距离传输效果更佳, 反之则可能出现反射不足导致的通信中断或信号衰减。

大气中的变化包括电离层的日夜变化和季节性调整, 同样会对短波传播产生影响, 电离层的层次和密度随着日间到夜间的转换而波动, 这种天然的变化规律造成了短波信号在不同时间段内的传播效果差异显著, 如夜间 D 层的消失使得更多的短波信号能被上层的 F 层反射, 从而支持跨洲通信。而白天 D 层的存在则可能吸收大量短波信号, 限制通信距离。除此之外, 极端气候条件如雷暴和暴雨也会引发电离层的短时剧烈波动, 进而影响信号的稳定性和清晰度,

这对于广播电视局的短波发射特别是在紧急信息传播时构成了不小的挑战。

## 2.2 技术设备因素

短波发射过程在很大程度上依赖于设备性能，其中任何技术缺陷均可引起信号干扰。发射器本身的设计和维持状况对信号质量产生直接影响，如老化的发射设备可能会出现功率波动或频率漂移，这些现象直接导致发送出的信号稳定性下降，进而影响接收端接收信号的清晰度和完整性。如果发射设备未按照精确的标准进行校准，其发出的信号频率可能与预设的值存在偏差，从而使得信号与预期的接收频道不匹配。这种类型的技术问题会降低信号传输效率，导致频段冲突，增加与其他通信设备之间的信号干扰概率。

此外，接收机需要足够的灵敏度来分辨微弱信号，并具备良好的选择性能能够区分紧密频率范围内的多个信号，若接收机的灵敏度不足或选择性不良，它可能无法有效过滤或分辨来自相邻频道的干扰信号，从而造成接收信号时的错误识别和数据丢失。设备间的相互干扰也是一个不可忽视的问题，尤其是在多设备环境中，如同一广播电视局使用多套设备共同作业时，各设备间频率的重叠或电磁波的互相影响可能会对短波信号的传输造成干扰。

## 2.3 人为操作错误

在短波发射过程中，人为操作错误涵盖了从设备调整失误到操作程序执行不当的广泛问题，如操作者可能由于缺乏足够的技术训练或经验不足，错误地设置了发射频率或功率。这种失误会直接影响信号的传输效果，引起频率上的干扰，特别是在繁忙的频段内，微小的偏差都可能将信号推送至本不应干涉的频道。而且对于周期性的维护和监控的忽视或延误也会导致设备老化或故障得不到及时发现和修正，这种情况在广播电视局等设备密集且依赖高可靠性的环境下尤其危险。

从操作的复杂度来看，短波发射涉及的参数众多，如调制方式、反馈机制及环境适应性调节等，每一种参数的设定都要求精确与合理。操作人员在调整这些参数时若未能精确遵循规定的工作流程，可能会无意间引入干扰，例如不当的调制设置可以增加信号的误码率，降低接收质量，而不恰当的反馈机制调节可能导致信号覆盖范围的不稳定<sup>[2]</sup>。这就说明在操作层面上，每一步的精确执行都是确保短波信号传输质量的关键，任何形式的疏忽或错误都可能放大成更大的传输问题，严重时甚至与其他通信服务产生冲突，造成通讯干扰。

# 3 应对短波发射中信号干扰的技术策略

## 3.1 改善发射与接收技术

在提升短波发射与接收技术的探索中，利用先进的数字信号处理（DSP）技术能够提高信号质量，减少由于传输途径中的各种干扰所引起的信号失真问题。DSP技术通过

对信号进行高效的编码和解码可以增强信号在复杂环境下的抗干扰能力，使得接收端能更清晰地还原发送的内容，从而提高通信效率和可靠性。同时，通过实施自适应滤波技术，调整频率响应以适配不同的传输环境，这样的技术进步对于环境干扰有很好的适应性，为操作人员提供了更多控制手段以优化信号发射。

采用软件定义无线电（SDR）技术是另一种创新方式，它允许通过软件更新和配置变更，灵活地适应快速变化的传输条件，SDR技术的应用可以提升发射设备的灵活性和功能扩展性，通过编程即可完成对设备的升级和功能调整，这为广播电视局在应对频繁变动的电视和广播传输需求提供了巨大便利。而利用更先进的调制技术，如正交频分复用（OFDM），可以有效地抗击频谱内的干扰，保证传输的稳定性。这些技术的集成与优化能有效减轻因技术限制造成的信号干扰问题，在更宽的频段内提供高质量的服务，满足现代广播电视局日益增长的传输需求。

## 3.2 利用软件与数字处理技术

在短波发射中对信号干扰的应对策略方面，利用数字信号处理技术与软件工具能够提升信号的清晰度与可靠性，有效消减由于外界因素及设备本身问题引起的信号干扰。实施过程中，数字信号处理技术（DSP）允许操作者以数学精确性进行信号的调制和解调，通过算法优化，可以实时识别并剔除干扰信号，从而保障传递的短波信号与原始信号的一致性和完整性。而现代的软件工具如自适应滤波器可以根据接收到的信号动态调整其参数，以适配于不断变化的信号条件，这种灵活性在处理复杂或变化的广播环境中显示出巨大的优势。

此外，软件定义无线电（SDR）技术也为短波广播的信号处理提供了更多可能性，SDR技术支持通过软件更新来实施新的通信协议和处理方法，无需更换硬件设备。这种技术使得广播电视局可以快速适应技术发展和频谱管理的新要求，同时也能对抗那些成本高昂的传统硬件升级。利用SDR和相关软件工具有助于提升信号处理的效率和效果，降低维护成本，并增强广播系统的可持续性和未来适应能力。

## 3.3 建立干扰监测与管理机制

在短波广播领域，建立干扰监测与管理机制旨在精确识别和有效管理信号干扰源，以保证广播的质量和稳定性，这一系统使得广播电视局能够实时捕捉到频道中的非法信号或自然干扰，并迅速采取措施解决问题，从而大幅提升服务的连续性和可靠性<sup>[3]</sup>。具体来说，监测系统通常包括高灵敏度的接收装置和先进的分析软件，这些装备能够分析信号的强度、频率和质量，通过持续监控局域网中的数据传输，系统自动标记出异常模式，并通过预设的阈值触发警报。而管理机制则包括技术监测，还涵盖了对策制定和团队协作，广播电视局内部需设立专门的干扰管理小组，该小组负责日常的干扰评估和紧急情况下的干预操作。组内设有多个岗

位,分别负责不同类型的干扰源处理,从技术支持到行政沟通均涵盖其中。团队还需要定期进行训练,以熟练掌握最新的干扰识别技术和响应程序。这种组织结构和运营模式的优化可以提升处理速度,在更广的层面优化资源分配和决策效率,从而在保障广播质量的同时提高整体运营的灵活性和适应能力。

## 4 政策与规划在短波发射干扰管理中的作用

### 4.1 国内外法规与标准

在国内外广播电视领域,法规与标准是保证信号传输质量与减少干扰的关键支柱,具体而言,不同国家和地区基于其价值观、技术水平及国际合作关系设定了一系列的规范和标准来调控频率使用及设备标准。

在中国,根据无线电管理局的规定,所有短波发射机必须符合特定的技术标准,这包括发射功率、频率容忍度和辐射限制等。同时详细规范关于频率分配和许可的申请流程可以确保所有使用频率的单位能够合理地共享电磁频谱资源,避免相互干扰。

在国际层面,许多原则和协议都是在国际电信联盟(ITU)的框架下制定的,这保证了全球范围内的频率使用一致性和公平性,ITU的规则涵盖广泛,从最基本的频道分配到更复杂的干扰管理技术共享等多方面,旨在减少国际间的信号干扰,并促进跨国界电信服务的可靠性和效率。这些国际法规与标准的遵守使得广播电视局能够在提供高质量广播服务的同时可以促进与其他国家的技术协调与合作,避免潜在的跨国干扰问题,确保全球电磁环境的可持续性和稳定性。

### 4.2 政策支持与科研投入

在现代短波发射技术及其干扰管理领域,通过政府制定的有力政策和充足的科研资金支持,可以有效推动新技术的开发与老旧设备的升级,这能提高信号发射的效率,减少干扰的发生,例如国家层面的政策可以为科研项目提供资金支持,这包括对于先进的数字处理技术、软件定义无线电(SDR)及其他相关技术的研究。这些研究能推动技术的革新,为实际应用提供理论基础和技术准备。这种方式使广播电视局能够引入最新科技以优化信号传输链路,降低干扰风险,提高广播服务的整体质量和可靠性。

此外,国际合作项目和跨国研究团队的形成能够促进经验和信息的共享,加速技术的全球化进步,例如通过国际电信联盟(ITU)等组织,各国可以共同商讨和制定全球统

一的频率分配标准和干扰管理措施,从而有效应对跨境电信干扰问题。通过这类机制能够提高干扰处理的效率,保障全球通信的稳定性与安全。因此,政策的制定与科研的持续投入是确保短波广播技术进步和干扰管理能力提升的关键因素,这种双轨并行的发展策略有助于打造一个更加健康和动态的国际短波广播环境。

### 4.3 教育培训与公众意识提升

在短波发射与信号干扰管理的领域内,教育培训和公众意识提高是实施有效干预措施的关键组成部分,通过系统的教育培训计划,可以确保技术人员和相关从业者具备必要的知识和技能来识别、分析及解决信号干扰问题。这种培训通常包括最新的技术动态教育、操作规范的学习,以及应对各类干扰情况的策略训练,如广播电视局可以设立专门的培训项目,涵盖从基础电信知识到高级信号处理技术等多方面内容。而不断更新的课程和持续学习的机会会有助于维持团队的专业性和响应能力,确保他们在面对技术更新换代时能够迅速适应,减少因技术滞后造成的干扰事件。广播电视局也可以通过举办公开讲座、发布教育手册和在线教程等方式,教育公众如何识别并报告信号干扰,为自身的接收设备选择合适的安装位置和设置,然后可以利用社交媒体和其他平台定期分享关于干扰管理的最新进展和成功案例,强化社会各界对这一问题的重视和理解。

## 5 结语

综上所述,论文提出的针对短波发射中信号干扰的综合应对策略明确了当前面临的挑战和未来可能的方向。技术进步和规划政策的实施是提高短波广播稳定性的关键,而科研投入和社会教育同样重要。通过这些综合措施的实施,不仅可以减少信号干扰的发生,还能提升整体的广播质量,确保信息的有效传递,满足日益增长的全球通信需求。未来,随着技术的不断发展和政策的进一步完善,短波广播的稳定性和可靠性将得到进一步加强,为全球通信提供坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 孙天娇.国际频率登记通报中的短波信号典型发射标识简析[J].中国无线电,2023(4):53-55.
- [2] 李静.基于多通道接收机的中短波发射信号质量监测与分析系统[J].广播电视信息,2023,30(3):83-86.
- [3] 姚雨杉.解决中短波发射机之间的电磁干扰问题对策探讨[J].电子器件与信息技术,2021,5(2):66-67.