

论中波广播技术在应急广播领域的应用研究

张 平

秦皇岛市广播电视台 河北 秦皇岛 066000

摘 要：在各类突发事件中，应急广播的高效运作至关重要。本文深入探究中波广播技术在应急广播领域的应用。剖析了中波广播的基本原理，包括其电磁波传播方式与信号处理机制；明确应急广播系统的核心需求，如快速响应、广泛覆盖等；阐述了发射端优化、信号增强及接收终端适配等关键技术；最后结合多类应急场景，分析其具体应用。研究证实，中波广播凭借自身特性及技术创新，能有效支撑应急信息传递，为构建应急广播体系提供有力依据。

关键词：中波广播技术；应急广播领域；具体应用

引言：中波广播因独特的传播优势，在应急领域潜力巨大。当前，应急信息传递面临复杂挑战，对中波广播技术的应用研究十分必要。本文围绕中波广播技术，从原理、系统需求、关键技术到具体应用展开探讨，旨在为提升应急广播效能提供参考。通过梳理技术特性与实践路径，探索其在复杂场景下的适配策略，为构建更可靠的应急信息传播网络提供理论与实践支撑。

1 中波广播技术的基本原理

中波广播技术作为一种传统的无线电通信方式，其核心原理基于电磁波的传播特性实现信息传递。中波频率范围通常在535kHz至1605kHz之间，属于中低频电磁波，其传播以地波和天波两种方式为主：地波沿地球表面传播，受地面介质（如土壤、水体）吸收影响较小，可穿透森林、建筑物等障碍物；天波则通过电离层反射传播，在夜间电离层电离度增强时，天波传播距离显著扩大，形成“夜间覆盖扩展效应”。在发射端，音频信号经调制（调幅为主）后加载到中波载波，通过发射天线转化为电磁波辐射；接收端则通过调谐电路选择特定频率，经解调还原为音频信号，完成信息接收^[1]。

2 应急广播系统的需求

应急广播系统的需求源于灾害与危机场景的特殊性，主要体现在以下方面：（1）快速响应。突发灾害（如地震、洪水）发生时，信息发布时延需控制在分钟级，才能为公众争取避险时间；（2）广泛覆盖。要求系统突破地理与人群限制，既要覆盖城市密集区，也要触达偏远山区、海上作业区等“信息盲区”；（3）抗灾性。系统需在电力中断、网络瘫痪等极端条件下保持运行，设备需具备抗冲击、抗水淹等物理特性；（4）信息权威性。则要求系统建立严格的信息审核与发布机制，确保传递内容来自官方渠道，避免谣言扩散引发次生恐慌。

3 中波应急广播系统的关键技术

3.1 发射端优化

发射端是中波应急广播系统的信号源头，以下技术性能直接决定应急信息的覆盖范围与可靠性。（1）大功率发射机的快速启动技术。传统中波发射机（尤其是电子管机型）需预热数十分钟才能达到稳定工作状态，无法满足突发灾害的即时响应要求。新一代500kW级固态发射机通过模块化设计实现突破：采用高频功率合成技术，将多个小功率固态功放模块并联，配合数字预失真校正电路，可在30秒内完成从冷启动到满功率输出的切换。其关键在于取消了电子管的灯丝预热环节，通过宽温域半导体器件（如LDMOS场效应管）的瞬时导通特性，结合智能电源管理系统，实现低功耗待机与瞬时大功率输出的快速切换。发射机内置的冗余备份模块可在单点故障时自动切换，确保连续工作。（2）调幅度与频率稳定性控制是避免邻频干扰、保证接收质量的核心技术。调幅度需控制在30%~90%的动态范围内：调幅度过高会导致信号失真，过低则降低接收灵敏度。通过采用数字调制技术（如自适应幅度调制），可实时监测输入音频信号的峰值，自动调整调制深度，确保信号在不失真前提下保持最大强度。频率稳定性方面，发射机采用恒温晶体振荡器（OCXO）作为基准频率源，其频率漂移控制在 $\pm 0.01\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以内，配合锁相环（PLL）频率合成技术，可实时校正因温度、电压波动导致的频率偏移。

3.2 信号增强技术

中波信号增强技术通过天线与辐射技术创新可显著提升信号强度与覆盖均匀性，具体如下：（1）天线阵列设计。中波地波的衰减与传播距离、地面电导率密切相关，传统单极天线的能量辐射存在各向异性，易导致覆盖盲区。采用多单元垂直极化天线阵列（如4单元或8单元阵）可通过相位叠加增强特定方向的辐射强度：通过

调整各阵元的馈电相位差（通常为 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ ），使阵列在水平面上形成定向辐射波束，将能量集中于目标覆盖区域（如受灾县域）。天线阵列配备自适应调谐系统，可根据实时监测的驻波比（VSWR）自动调整匹配网络参数，确保在土壤湿度、大气电离层变化时保持最佳辐射效率，尤其在雨后地面电导率下降的情况下，可通过增加低频段（535~800kHz）的辐射权重，补偿信号衰减。

（2）地下电缆辐射技术。中波信号在城市中易受高楼大厦的吸收与反射，导致“阴影区”信号强度衰减达20dB以上。地下电缆辐射技术利用埋设于地下（深度1~3米）的同轴电缆作为辐射体，其沿地表传播的电磁波可有效绕射过高层建筑，减少遮挡损耗。该技术的关键在于电缆的辐射特性优化。通过在电缆外导体开设周期性缝隙，使电磁能量沿电缆长度均匀辐射，形成贴近地面的“面波”传播模式，其在城市环境中的衰减系数比传统空中天线降低。

3.3 接收终端适配

应急信息的有效触达依赖于接收终端的普及性与适应性，针对不同场景的终端技术优化是提升应急响应效率的关键，具体如下：（1）便携式应急收音机的低功耗设计。在应急断电场景下，终端需依靠电池维持数天至数周的工作，其待机功耗需控制在 $100\mu\text{W}$ 以下，接收功耗控制在 5mW 以内。技术实现包括：采用超低功耗MCU（如MSP430系列，待机电流 $< 1\mu\text{A}$ ）作为控制核心；接收电路采用零中频架构，减少有源器件数量；引入信号唤醒机制，终端平时处于休眠状态，仅当接收到特定频率的载波信号（含唤醒码）时才启动接收模块。通过优化天线设计（如内置磁棒天线配合高导磁率磁芯），可在缩小体积的同时提升接收灵敏度（ $\leq 50\mu\text{V/m}$ ），确保在弱信号区域的有效接收。（2）手机内置中波接收芯片的集成方案。芯片设计采用系统级封装（SiP）技术，将调谐器、解调器、低噪声放大器（LNA）集成于单一芯片（尺寸 $< 5\text{mm}\times 5\text{mm}$ ），外围仅需少量无源元件。为避免与手机其他模块（如射频前端、扬声器）的电磁干扰，芯片采用屏蔽封装，并通过自适应滤波技术抑制带外干扰信号（抑制比 $\geq 70\text{dB}$ ）。在功耗控制方面，芯片工作电流 $< 10\text{mA}$ （接收状态），待机电流 $< 1\mu\text{A}$ ，可通过手机基带芯片动态控制其启闭，仅在应急模式下激活^[2]。

4 中波广播技术在应急广播领域的具体应用

4.1 在自然灾害应急中的应用

在地震、洪水、台风等突发性自然灾害中，中波广播的应用贯穿以下“预警-救援-重建”全流程，重点解决极端条件下的信息传递问题。（1）预警阶段。中波广

播通过“频率预占+快速切换”机制实现即时响应。各级应急管理部门与中波发射台建立专线连接，预设3~5个应急专用频率（避开日常广播频段），当预警信息生成后，发射台可通过远程控制模块在10秒内完成从日常节目到应急信号的切换，同步启动区域内所有协同发射台，形成“多台同频”覆盖网，确保信息在分钟级内覆盖目标区域。针对台风、洪水等渐进式灾害，中波广播采用“滚动加密播报”模式：初期每30分钟播报一次预警信息，随着灾害逼近，逐步缩短至5分钟一次，内容包含灾害路径、避险指引、安置点位置等关键信息。（2）救援阶段。灾害发生后，当中继通信、电力系统中断时，中波广播依靠“自备电源+抗毁发射台”维持运行。发射台配备柴油发电机（连续供电72小时以上）和蓄电池组（备用供电12小时），机房采用防淹设计（防水等级IP65），天线塔杆采用抗震钢结构（抗8级地震）。此时，广播内容转向实时救援信息：每15分钟播报一次救援力量分布、被困人员求助渠道、物资投放点等，同时开通“应急寻亲专线”，通过语音播报寻亲信息，缓解民众焦虑。对于通信完全中断的“孤岛区域”，可空投便携式中波发射机（功率50W，重量 $< 10\text{kg}$ ），通过卫星定位确定位置后，快速架设临时发射点，实现局部区域的信息覆盖。（3）灾后重建阶段。中波广播承担政策宣传与资源调配功能。通过与政府部门建立信息同步机制，每日固定时段（如早8点、午12点、晚7点）播报重建政策、物资分配方案、就业信息等，同时设置“互动播报时段”，收集民众需求（通过基层站点汇总后传递至发射台），并在次日播报中回应，形成信息闭环。

4.2 在公共卫生事件应急中的应用

在疫情、群体性不明原因疾病等公共卫生事件中，中波广播的核心价值在于覆盖广泛人群，尤其是农村、老年群体等新媒体触达率较低的群体，实现防控信息的“无死角”传递，具体应用如下：（1）信息发布采用“层级化内容体系”。核心层为权威指令（如封控通知、核酸检测安排），每日固定时段（如早7点、晚7点）重复播报，确保必知信息的高到达率；扩展层为科普知识（如病毒传播途径、防护措施），每小时穿插播报，内容采用通俗语言，配合案例讲解（避免具体地名）；动态层为实时更新信息，根据变化随时插入，播报前增加提示音。（2）为适应长期防控需求，中波广播系统可与卫生部门建立“信息直连通道”。通过标准化接口，卫生部门的信息系统可直接向广播发射台推送内容，经审核后自动转换为语音播报，缩短信息发布时延（从信息生成到播出控制在30分钟内）。针对农村地

区,可联动基层广播站(如乡镇文化站),在县级中波广播的基础上,由乡镇发射点(功率100W)插播本地化信息(如村级防控安排),形成“县级统播+乡镇插播”的两级播报体系,兼顾全域覆盖与本地适配。(3)针对特殊群体(如听力障碍者),可通过“声纹+文字同步”技术,在语音播报的同时,将文字信息转化为特定音频编码,配合带显示屏的应急收音机,实现文字显示,提升信息触达的包容性。

4.3 在社会安全事件应急中的应用

在群体性事件、危险化学品泄漏、恐怖袭击等社会安全事件中,中波广播的应用聚焦于快速发布权威信息,稳定社会秩序,防止谣言扩散,具体如下:(1)事件突发阶段,中波广播启动“应急频率全频段覆盖”。所有中波发射台临时切换至同一应急频率,形成“强信号覆盖网”,压制可能的谣言传播。此时播报内容以政府公告为主,明确事件性质、处置措施、公众应对要求,语言需简洁有力(如“请市民保持冷静,不要前往XX区域,听从现场人员指挥”),避免模糊表述。

(2)对于涉及范围较小的事件,采用“区域定向发射”技术。通过调整发射台的天线方向图(如采用定向天线,将信号集中于目标区域),在缩小覆盖范围的同时增强局部信号强度,避免无关区域的信息干扰。播报内容聚焦于具体避险措施(如“下风向居民请关闭门窗,前往XX方向疏散”),并实时更新撤离路线、临时安置点等动态信息。(3)为防止信息被篡改,中波广播可采用“数字签名+语音加密”技术:在音频信号中嵌入不可见的数字水印(包含发布机构、时间戳),接收终端(如新型应急收音机)可识别水印并验证真伪;对关键指令采用特定声纹加密(如播音员的专属声纹特征),听众通过熟悉的声音辨识度增强信息权威性。

4.4 特殊区域应急中的应用

在偏远山区、海上作业区等基础设施薄弱区域,中

波广播是应急信息传递的“保底手段”,其应用需结合区域特点优化技术参数与运营模式,具体如下:(1)针对偏远山区,中波发射台布局采用“中心辐射+补点覆盖”模式。在县域中心设置主发射台(功率100kW),覆盖大部分区域;在信号盲区(如山谷、密林)设置补点发射机(功率10-50W),通过光纤或微波链路与主台同步,确保信号强度 $\geq 100\mu\text{V/m}$ 。广播内容侧重本地化应急信息,(2)海上作业区的中波广播应用依托“地波传播+抗盐雾设备”实现。在沿海地区设置高功率发射台(200-500kW),利用中波地波在海面的低衰减特性(衰减系数约为陆地的1/3),覆盖200公里以内的近海区域。发射设备采用防盐雾涂层(如聚四氟乙烯),天线采用防潮设计,确保在高湿度环境下稳定运行。播报内容以气象预警(如台风、风暴潮)、海上救援信息(如搜救船只位置、求救信号频率)为主,每小时播报一次,遇紧急情况则连续播报,同时采用“语+音”结合方式(如特定频率的预警信号音配合语音),方便船只在嘈杂环境中识别^[3]。

结束语

中波广播技术在应急广播领域的应用具有显著价值。其原理特性、关键技术创新及在多场景的实践应用,共同凸显了其重要地位。未来,应持续完善该技术,加强与其他技术的协同,进一步优化应急信息传递效果,为应对各类突发事件、保障公众安全筑牢信息传递防线。

参考文献

- [1]陈晓东.中波广播技术在应急广播领域的应用研究[J].电视技术,2024,48(7):128-130,134.
- [2]杨勇.中波广播发射技术在应急通信中的应用[J].电视技术,2025,49(5):137-140.
- [3]施金辉.中波广播技术在应急广播领域的应用探讨[J].电声技术,2025,49(3):116-118+131.