

# 中波广播发射系统的防雷措施

李童

内蒙古自治区广播电视台传输发射中心呼伦贝尔广播发射中心台，内蒙古呼伦贝尔扎兰屯市，162650；

**摘要：**作为信息传播中较为重要的基础设施，中波广播发射系统的安全性与稳定性会直接影响到广播信号的质量以及连续性。与此同时，雷电是一种破坏力极强的自然现象，会直接对广播发射系统造成严重的危害，雷电不仅会损坏设备，导致系统瘫痪，还有造成服务长时间中断的可能性，影响设备的正常使用。本文将从雷电的危害性出发，分析雷电对中波广播发射系统的影响，并进一步探讨中波广播发射系统在防雷方面的有效性措施，希望能够提高系统的防雷击能力，确保信号稳定输送。

**关键词：**中波广播；发射系统；防雷措施

**DOI：**10.69979/3041-0673.25.06.094

## 引言

中波广播发射系统是信息传播的关键性载体，在信息传播过程中是不可或缺的。它能在日常的讯息输送中将各类信息以极高的速度传送至千家万户，由此也成为了人们获取外界信息动态的重要桥梁。在应急广播系统建设中，中波广播发射系统的优势更为明显，它可以凭借自身传播速度快、覆盖广等特点，在政策宣传以及灾害预警等方面发挥不可或缺的作用。中波广播发射系统的防雷措施不仅可以保障系统设备安全避免严重的经济损失，还可以在极大程度上保证广播的服务质量，为社会持续提供及时的信息传播服务。

## 1 不同雷电的类型及其对中波广播发射系统的影响

### 1.1 直击雷

在自然环境中，当带有大量电荷的雷云与地面上的物体之间的电场强度达到一定极限时，会以极高的速度进行放电，由此便形成了直击雷。直击雷的威力十分让人震撼，它的电压可高达数百万伏，电流更是可以到达数千安的水平，这种高强度的电压和电流会直接损害中波广播发射系统的设备。当极大的电流流过设备时，能够产生非常多的热量，会致使设备内部的元件在一瞬间被烧毁或直接熔断，强烈的机械作用力也会让设备遭受不可磨灭的损坏，导致设备外壳破裂、变形等。直击雷还有极高的概率的引发火灾等次生灾害，对整个发射系统以及周围环境构成巨大的威胁，如果被直击雷所破坏，发射系统会在很长时间内无法正常运转，对广播信号的传播造成深刻的影响。

### 1.2 感应雷

与直击雷不同，感应雷顾名思义是通过电磁感应产生的，当雷云开始放电时，发射系统附近的磁场会随之迅速发生变化，会致使在金属物体上感应出高电压。感应雷虽然没有直击雷那样大的电流，但感应雷的电压同样也能够干扰和损害中波广播发射系统的设备。感应雷会在设备内部的电路中产生过电压，可以直接击穿或损坏设备的电子元件，导致设备出现错误动作、信号传输中断等一系列问题。在广播发射过程中，感应雷有一定的概率使音频信号失真，将广播内容模糊化，听众则无法正常清晰的接收广播内容，严重影响广播服务的质量与效果，会给讯息的正常传播带来阻碍。

### 1.3 雷电波

雷电波是在雷电放电时产生的能量波，它会导致周围的电位升高。当有雷电波传播到中波广播发射系统时，系统中的设备电位会随之发生变化，这就有可能导致设备之间的电位差过大，从而影响信号的传输和设备的安全。雷电波还会在信号的传输线路上产生干扰信号，干扰正常的广播信号，出现噪声、失真等现象。在极端情况下，雷电波还可能损坏发射系统中的调制器、放大器等敏感电子设备，进一步导致整个发射系统无法正常工作。这种影响不仅会影响广播节目的播出效果，还可能造成较大的经济损失。

## 2 广播信号源接收系统的防雷措施

广播信号源接收系统主要由天线、馈线、接收机及相关信号处理设备构成。天线负责接收来自不同方向的无线电波，并将其转化为电信号；馈线则将这些电信号高效地传输至接收机。接收机对信号进行放大、解调等处理，最终还原出原始的音频信号，供后续发射系统使

用。这一系列过程环环相扣，任何一个环节出现故障，都可能导致广播信号的质量下降或中断。中波广播发射系统通常建设在开阔地带或高处，这使得天线等设备极易成为雷电的袭击目标。因此，加强广播信号源接收系统的防雷工作至关重要。

其一，在防雷措施中信号源接收天线是最基础且最不可或缺的关键一环。接收天线通常处于比较高的位置，最容易成为雷电袭击的目标。所以在安装天线的时候，就应该先确保天线具有良好的接地系统。利用尖端放电的原理，通过在天线基座安装放电球，可以将雷电产生的能量迅速的引入大地上，达到保护接收设备的目的。

其二，信号传输线的防雷措施也至关重要。信号线通常都比较长而且长期暴露在外面，就很容易受到雷电感应的影响。因此就可以在信号线进入接收机前率先安装信号避雷器，来直接抑制雷电产生的过电压和过电流。也要对信号传输线进行相关的屏蔽处理，并将屏蔽层与地面进行良好接触，有效减少电磁干扰和雷电感应。除此之外，可以采用点电位连接来达到有效防雷的目的，通过将机房内所有设备的金属外壳、电缆屏蔽层、接地线等连接到一个统一的等电位接地网络上，可以减少雷电引起的电位差，防止地电位反击对设备造成损害。

其三，在现代防雷技术中，可以充分利用雷电预警系统提前采取相应的措施，降低雷电带来的危害。通过及时监测雷电活动，可以于雷电接近时，让系统自动切断敏感设备的电源，从根源上避免雷击损害，这种方法虽然不能完全防止雷电侵害，但可以在一定程度上减少损失。

### 3 天馈线系统的防雷措施

天馈线系统的基本组成包括天线、馈线、匹配网络和调配网络。中波广播常采用垂直极化天线，如T型天线、倒L型天线等。这些天线的设计旨在实现高增益和良好的方向性，以确保信号在特定区域内有效传播。馈线则通常使用同轴电缆，其特性阻抗需与天线和发射机相匹配，以减少信号反射和损耗。匹配网络和调配网络则用于进一步优化阻抗匹配，提高系统效率。通过合理设计和配置防雷装置，可以有效降低雷电对天馈线系统的威胁，确保广播发射系统的安全可靠运行。

其一，中波广播发射系统的天馈线系统因其高耸的结构和暴露在自然环境中的特点，成为雷电袭击的高风险区域。最主要的是对接地系统进行优化，接地是中波广播发射系统防雷的基础，天线接地地网的设计应确保他自身的接地电阻尽可能的低，通常要求在0.5欧姆以下。地网应该由铜材构成，并以天线底部为圆心呈辐射

状铺设，深度一般为0.8米左右。此外，所有与天线系统连接的金属部件，包括馈线、天调网络等，都应该就近与地网良好连接，这样可以确保雷电能量能够在第一时间导入大地。

其二，石墨放电间隙是一种有效的防雷装置，通常将石墨放电间隙安装在天线基座和地网之间。当天线被雷电击中时，石墨放电间隙能够以极快的速度进行导通，可以将雷电能量直接引入到地网中，从而快捷有效的保护天馈线系统。值得注意的是，石墨放电间隙的间隙距离应根据系统工作电压进行调整，以确保在正常工作时存在失误问题。

其三，在天馈系统中将微亨级电感线圈进行并联，可以为雷电提供一个低阻抗的入地通路。由于雷电能量主要集中在低频和直流部分，微亨级电感线圈的感抗较小，有利于雷电能量的快速释放，而且要保证微亨级电感线圈的线径足够粗，这样便可以提高微亨级电感线圈的通流能力。

其四，通常可以将隔直流电容器安装在天馈线与发射机之间，隔直流电容器可以阻断雷电产生的直流成分，同时可以允许中波射频信号通过。电容器的容量一般选择在1000pF至2000pF之间，电容器的伏安量应该根据发射机的功率进行适当的选择，这样才会确保发射系统在雷电冲击下不会损坏。

其五，移相网络可以用来调整天馈系统的相位特性，确保在雷电击中天线时，发射机出口处能够呈现短路状态，以此来避免雷电能量对发射机的损害。为了确保能够实现最佳的防雷效果，移相网络的设计应综合考虑天馈线系统的阻抗、频率特性等因素。

其六，防雷系统的有效性落实也依赖于防雷系统各组成部分的良好状态，需要定期对天馈线系统的防雷装置进行检测和维护。检测内容包括测量接地电阻的范围、检查石墨放电间隙的间隙距离、测试各防雷器件的具体性能等。如若发现问题应及时修复或更换，以确保防雷系统的持续有效性。

### 4 中波发射机的防雷措施

中波发射机是中波广播发射系统的核心设备，它负责将音频信号转换为电磁波进行广播传输。中波发射机利用中波频段进行电磁波辐射，它的工作内容主要包括信号输入、信号放大、频率调制和功率放大等过程。中波发射机通过天线将调制后的高频电流转换为电磁波，可以实现远距离的信号传输。由于其工作环境的特殊性，容易受到雷电的侵袭，因此采取有效的防雷措施显得尤为重要。

其一，在中波发射机的引入线路上安装避雷器等雷电防护设备，可以有效将雷电引流入地，防止雷电的过电压对设备造成损害。在中波发射机的外壳应该加装保护装置，可以进一步增强中波发射机的防雷能力。在供电系统中设置过电压保护程序和过电流保护程序，可以有效防止雷电冲击破坏设备。高压变压器的高压端和低压端都需要安装可靠的防雷装置，这样才能保证确保电力系统的稳定和安全运行。

其二，天线作为发射系统的高耸部分，易受直击雷影响。应在天线周围设置避雷针，并通过低阻抗接地系统将雷电流导入大地。同时，确保天线与发射机之间的连接线缆有良好的屏蔽和接地，减少感应雷的影响。在中波发射机周围可以设置多个局部接地触点，来保持接地电阻小于  $10\Omega$ ，这样可以有效平衡设备内部的电场和磁场，防止大电流冲击导致中波发射机的损坏。

## 5 电源系统的防雷措施

电源系统为中波广播发射机提供所需的电能，它通常包括交流供电系统、整流设备、稳压装置以及配电单元等部分。交流供电系统将外部电网的交流电引入，经过整流设备转换为直流电，再经由稳压装置确保输出电压的稳定，以满足发射机对电源精度和稳定性的高要求。配电单元则负责将电能合理分配至发射机的各个功能模块。电源系统的性能直接关系到发射机的运行效率、信号质量以及设备的可靠性。

中波广播发射系统的电源防雷应从多层次、多级别进行保护。其一，是在高压变压器的高压端，必须安装高压避雷器，这一措施能够有效防止直击雷通过高压线路进入系统。在雷电活动频繁的地区，还应加装高频线圈，进一步增强避雷效果。例如，在高压端的三相电上分别安装高压避雷器，能够迅速将雷电流导入大地，从而保护变压器及后续设备。

其二，在低压配电盘输入端应安装一套 ZGB 系列的 1 级三相电源避雷器，这一级防雷措施能够将从高压变压器中漏过的残余感应雷进一步泄放，对整个设备进行第二次保护。通过层层设防，逐步降低雷电过电压的幅值，确保电源系统的安全。

其三，针对广播发射机这类价值高且设备复杂的装置，应在每一部发射机的电源输入口处再安装一个 2 级三相电源避雷器。这一措施能够提供更为精细的保护，确保发射机在雷电天气下也能安全运行。电源避雷器的接地必须良好，否则其避雷作用会大打折扣。接地电阻应小于规定值，以有效降低雷击时的地电位反击。

其四，还应将低压电缆由架空线改为地下埋设，这一做法能够有效防止雷电感应和雷电波侵入，进一步降低雷电对电源系统的影响。同时，在电源系统中使用氧化锌压敏器件，能够迅速响应过电压，保护设备免受损害。在实际应用中，还需定期对防雷装置进行检测和维护，确保其始终处于良好状态。特别是在雷雨季节来临之前，应对防雷系统进行全面检查，及时更换老化或损坏的防雷器件。

## 6 总结

总的来说，中波广播发射系统的防雷工作是一项长久的系统性工程，需要从多个方面进行综合的考虑并加以实施。从天线、电源馈管、发射机、天调网络以及相关机房等关键性环节中进行多种防护措施，以此来有效地降低雷电对系统造成危害。具体措施包括安装放电球、石墨放电装置、隔直电容、微亨级电感线圈等防雷组件，合理布置接地网络，使用电源避雷器，以及对信号源和机房进行综合防护。这些措施的实施不仅有助于保护昂贵的发射设备，减少维修成本，还能保障广播节目的连续稳定播出，提升服务质量。未来，随着技术的不断进步，中波广播发射系统的防雷技术也将不断更新和完善，为广播事业的发展提供更加坚实的保障。

## 参考文献

- [1] 李远冬. 中波广播发射系统的防雷措施 [J]. 电声技术, 2025, 49(01): 17-19.
- [2] 朱毅峰, 顾育方, 符晓明. 基于声发射技术的中波广播发射天馈线防雷系统设计 [J]. 电声技术, 2024, 48(1): 185-187.
- [3] 王亚岚. 中波广播转播台防雷措施 [J]. 中国宽带, 2024, 20(08): 52-54.
- [4] 傅王洁. 中波广播发射天馈线系统的防雷设计 [J]. 电视技术, 2024, 48(03): 119-121.
- [5] 戚桂东, 王诗宇, 农挚著, 等. 新型双调谐中波防雷天线调配网络 [J]. 广播电视信息, 2024, 31(01): 96-99.
- [6] 安玉婷. 中波广播发射系统防雷措施 [J]. 中国高新技术, 2023(18): 159-160.

作者简介：李童，出生年月：1981-04-01，性别：男，民族：汉族，籍贯：吉林通化，学历：大学本科，职称：中级工程师，研究方向：中波广播发射。