



关于沙尘暴导致 中波广播停播事故解决办法的探索

文 / 陈凤兰 庞建斌

自国家实施“西新工程”以来，我中心台所属各台 22 部中波广播发射机已经有 21 部主机更新为 PDM1KW 和 DAM10KW 全固态发射机，备机也已全部实现了固态化，而且附属设备也相应得到更新，台内停播已基本达到“零秒”。但是台外停播却居高不下，其主要原因有两个方面：一是外电造成停播；二是沙尘暴、雷电等造成停播。其中沙尘暴造成的停播已占据台外停播时间的 50%，不仅严重影响着“三满”播出，而且有时会造成直接经济损失。所以解决沙尘暴造成中波广播停播已迫在眉睫。

沙尘暴天气发射机出现的异常现象

锡林郭勒盟地处浑善达克腹地，沙化较为严重，是津京唐风沙的源头，每年春秋两季沙尘暴发生频繁。每当沙尘暴发生时，我中心台在其境内的四所中波

广播发射台 16 部中波广播发射机都会受到不同程度的影响。其主要现象为：发射机的天线零位随风力增大而增大；反射功率随着风力的增加而增大；发射机保护电路动作，随之发射机正向功率降低，最后导致被迫关机造成停播。如果此时把保护电路的门限放宽，也就是把保护电路灵敏度降低，虽然发射机勉强能开机，但是发射机正向功率会随着风而摆动，发射机的音质就会变的很差。如果继续播音就容易使功放管烧坏，造成直接经济损失，最终造成停播。

沙尘暴天气对发射机影响 具有一定的规律性

经过近两年多的观察发现沙尘暴对发射机的影响是有一定规律性的。主要表现在以下几个方面：春天影响比秋天严重；随着风速和输沙量的增大对发射

机的影响就越大；非伴雨天比伴雨天影响大；频率越低影响越大；白天比夜影响大；地质条件差的地区（二连 872 发射台）受影响大；1KWPDM 型中波广播发射机比 10KWDAM 型中波广播发射机受影响大。

沙尘暴天气影响中波广播发射机 播出质量的主要原因分析

1) 沙尘天气使天线产生过压现象

所谓过压现象就是天线表面电场超过一定数值时所产生的物理现象就称为过压现象。当天线过压现象发生时，天线附近的游离的空气形成一种电晕，即产生一种放电现象，也就是空气放电。这种空气放电对中波广播天线工作是很有害的。它将产生下列后果：烧坏天线导体，破坏绝缘子从而使天线接地；天线的能量消耗于空气的电离和导体的发热，从而

使天线效率大大降低；由于空气电离电流的起伏，而给所传送的无线电信号以额外的调制，从而造成信号的畸变，造成发射机反射加大，最后导致功率封锁无法播音。

2) 强沙尘暴造成天线阻抗变化

中波广播主要是靠地波传输，夜晚天波才参加传播。所以受天电干扰的影响较大，又因为中波发射天线体积庞大（一般为76米,60米高），当大量的固体沙粒充斥铁塔时，塔体和地网之间的空间等效介电系数明显增大，空气中的介质发生变化。天线本身是呈容性的，介电常数变大后容抗减小，天线阻抗就会发生变化。同时天线的有效高度就随之变低，天线的效率也就相应的下降。此时，天线上的电流发生变化，天线的辐射电阻和输入电阻也会发生变化，给天线与网络的匹配造成很大困难，使匹配不准确。匹配网络的状态发生了变化，从而就引起反射功率上升，严重时就导致功率封锁，发射机被迫停机。

3) 沙尘暴引起天线上分布电流的变化

中波天线都是架设在地面上，而大地不是理想的导电平面，又不是良好的绝缘体，当地面受到发射天线辐射空间电磁波的作用时，在大地中就会产生地电流。该电流包括传导电流和位移电流两部分，传导电流大小决定于大地的导电系数的大小；位移电流的大小决定于大地的介电常数的大小。由于大地中的地电流必然产生地面的再辐射，因而天线所在空间，除了天线本身辐射产生的主电场外，还有地电流产生的附加电场。因此，在天线传播覆盖范围内，总电场是两个电场叠加形成的电场。

当沙尘暴来时，对本来地下无水，导电性能较差的地区来说（二连872台所在地二连浩特市）大地的介电常数肯定会发生变化，因而就造

成了附加电场的变化，那么总电场也就发生变化，也就造成覆盖区域内方向性图的改变，而在天线场地附近，因总电场的变化，引起天线上分布电流的改变，所以天线的辐射阻抗和输入电阻均发生变化，给天线和馈线之间的匹配造成了很大的困难，使匹配不稳定，发射机工作就会相应的不稳定最后导致停播。

主要的解决办法

1) 改变末级功放管的耐压

对1KWPDM型中波广播发射机而言，多数发射机的末级功放都是由二只IRF140型功率场效应管和双向稳压二极管、驱动变压器组成。接成两个并联推挽（桥式）D类RF功率放大器。功放管的耐压是75V，抗静电能力较差。为此，可将其改成耐压较高，和DAM型10KW中波广播发射机功放使用同型号的IR-F350（耐压为230V）型功率场效应管，这样既提高了1KWPDM型发射机在沙尘天气里的工作稳定性减少停播，又能减少备品型号节约经济支出。

2) 天线调配网络调整

固态机对天线调配网络匹配要求很严格，我们中心所属各台大部分用的都是两部发射机双频共塔网络，所以对邻频串扰要求更为严格，网络器件尤其是容抗元件温度变化系数较大，稍有变化对窄带阻塞网路影响较大，造成阻塞失谐，射频串送到发射机引起驻波比过大而损坏功放模块，理论上天线驻波比要求不大于1.2,实际运行中应在1.1以下为好，若超过1.15，就会有功放模块损坏的现象出现，在春秋两季节不同的气候条件下。

件应及时调整阻塞网络。其方法如见图1所示。

如发射机f2驻波比过大，就调阻塞f1网络，关掉发射机f2，将馈线2断开，用示波器接A点，微调电感L1，开发射机f1，监测f1串到f2的信号幅度，根据信号幅度变化趋势调到最小幅值即可，最小应该是1.5V左右，调整完毕后恢复。然后同时开两台发射机，观察发射机f2天线驻波比，应接近为1；如果发射机f1天线驻波比过大，同样方法调整阻塞f2网络的L2即可完成。在调节电感线圈时记下记号，以方便再次调整。

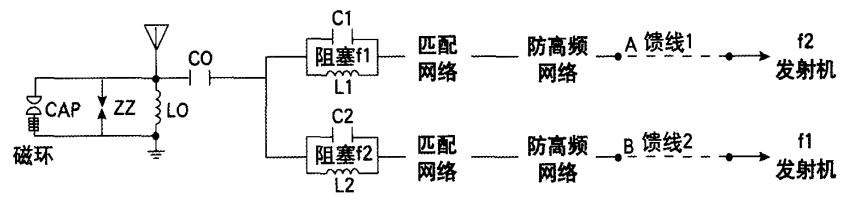
3) 天馈线加入良好的泄放系统

沙尘天气里天线会产生很大的静电，如果不及时放电会造成天调网中的元器件的损坏，最终导致发射机无法正常开启，严重影响播出。为此，我们对天馈线系统进行了改造，如（图1）除传统的金属放电球ZZ，加装了CAP圆柱形石墨放电球，有良好的放电特性，其接地端串有40多个磁环，这样在沙尘来临时提高发射机的短路射频阻抗，保护发射机。CO为2500pF隔直电容，隔离主要静电能量

直流部分；微亨级电感L0感抗小、线径粗，有利于能量的释放。用石墨放电柱装置能够将沙尘带来的静电及时泄放掉。本网络中石墨放电柱的间距在10mm左右。这种石墨放电装置有很好的放电特性，其放电电压的变化是随着放电面积的增加而减小。

4) 使天线阻抗尽量保持稳定

我中心台所属五台有四个台地处锡林郭勒大草原，气候寒冷，早晚温差较大。受气候的影响中波发射机天线的阻抗会随季节发生很大的变化，固态发射



机表现的更为明显，天线阻抗随着气候发生改变时，发射天线与发射机输出网络之间的失谐，发射机的天线零位就会上升，反射功率增大，发射机正常工作受到影响，尤其是在春秋两季更为明显，如果此时再遭遇沙尘天气就会造成发射机被迫停机，严重影响安全优质播出。其实从理论上讲，只要地网铺设完好，发射天线一旦架设完成，发射天线对各频率所呈现的阻抗就是相对固定的。天线阻抗会随着季节的变化而有小的变化，但不会因气温的高低、晴雨、沙尘等天气造成天线阻抗的大范围的变化。但我台为什么会出现这种现象呢？分析其原因主要有两个：一是天气过于寒冷使天线尺寸本身发生了变化，参数也相应发生了变化；二是地质条件较差，例如二连浩特 872 发射台所在地（二连浩特市），地下无水常年干旱少雨，大地本身就不能算做理想的导体，再加上每当沙尘来临时空气中的介质发生了变化，天线的阻抗肯定会发生大的变化。那么如何解决这个难题呢？光靠铺设的地网显然是不够的，只能在发射天线的周边多挖几个地井，分别连接在塔基底座上，以此来加大发射天线的接地面积，二是挖地井时在每个地井的周围埋入三到五根直径为二寸的 PVC 管，春秋两季可注入适量的水保证天线的阻抗基本上在一年四季变化小一点，尽量保持天线阻抗的稳定，确保发射机的安全播出。

5) 天调网络中的元器件要选择质量好、误差小的

我们都知道，天调网络都是由数量不等的大功率电感 L 和电容 C 组成，在同一个天调网络中常常又包含着若干个 LC 谐振回路，它们分别担负着阻塞或吸收干扰频率的任务，而 L、C 阻抗的微小变化都会造成谐振频率的改变，从而导致干扰频率的阻塞或吸收不完全。另外还有部分匹配功能的 L、C，如果阻抗变化也会引起天调网络与发射机之间的失谐，

从而影响发射机的工作状态。为此，我们在选择网络的 L、C 时不仅要考虑 L、C 本身的阻抗，同时还是选择它们的耐压和电流的富裕量，免除因耐压和电流不足导致工作过程中出现元件发热的现象，造成发射机工作不稳定，影响播出。

6) 建议使用中波小天线

① 中波小天线的调研

中波小天线的小型化一直是中外广播界关注的课题，历史上中波天线的小型化也曾经在国内走过一段弯路，有过不成功的教训，上世纪末，一个叫做 kabany 的埃及人提出一种所谓交叉场天线（CFA）的理论，前几年传入国内，又掀起了一次中波小天线热。后来“CFA”从理论到实践上都被证实是行不通的，但是，国内一些企业仍然按照传统天线理论的思路把中波小天线的研发坚持了下去，并取得了可喜的成绩。如杭州、青岛、北京、成都、咸阳、镇江等地都有企业按照传统天线理论的思路在研发小天线。有的经过广电总局技术验收，并获得总局技术创新奖（青岛重力集团研发的小天线）。目前，有的已经使用两年时间（浙江台），北京台、河南台、廊坊、丹东、我区的呼伦贝尔中心台去年也已经投入使用，实验证明，中波小天线的效果优于传统中波天线。

② 中波小天线的种类

中波小天线都是用加感的方法来降

低天线高度；从天线形状和形式来看，主要分为两种：一种是双锥小天线，没有地网，只需要防护接地，它强调的是用合理的边界条件设计来减小反射和用谐振原理获得 Q 增益来提高效率；另一种是单锥形加地网称作“锥面顶负载小天线”，气称应用了光子原理，它的上锥的形状和尺寸跟双锥天线差不多，只是没有下锥而代之以地网和地井，这样便大大降低成本。但性能基本是一致的效果和传统天线相当，双锥比单锥的覆盖效果和稳定性都要好一些。

③ 中波小天线的特点

1、体积小、占地少。2、高度低、安全好。3、频带宽、工作稳。4、感应弱、抑制强。5、消耗小、覆盖均匀。特别是双锥小天线，占地面积只有几十平方米，没有地网，上下锥之间的空间很小，理应在沙尘危害时所受影响小于传统天线。同时因为其谐振特性，载频处于特性曲线的零斜率点，使其阻抗相对稳定性优于传统的中波铁塔天线。

鉴于上述原因，建议在地质干燥，大地传导性差、受沙尘暴影响最为严重的二连浩特 872 发射台引进双锥小天线进行比较试验，探求解决对沙尘暴影响中波广播安全播出的最好办法。■

（本论文获中国新闻技联 2006 年优秀新闻科技论文一等奖）（作者单位：二连浩特广播发射中心台、国家无线电管理委员会）

我国首份便携式电子报纸《宁波播报》问世

【10月25日 新华网】一只小巧单薄的电子阅读器，却可容纳 50 份对开大报的文章与数据。由宁波日报集团推出的我国首份便携式电子报《宁波播报》25 日起正式与读者见面。

针对普通报纸电子版的不足，《宁波播报》进行了技术创新，首先是选择一种高亮度便携式的电子阅读器为报纸载体，可存储多日的报纸“旧闻”和相关数据、资料，其容量相当于 50 至 100 份对开大报。《宁波播报》可通过网卡离线阅读，随身携带，轻松便捷；并可采用地址编码技术与编辑点对点互动交流。电子报的内容还将选摘北京、上海、广州、杭州等国内一些大城市主流媒体的新闻，并通过远程技术，使读者离开宁波，也能实时看到《宁波播报》的内容。