

# 中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试方法分析

许冬青

内蒙古自治区广播电视传输发射中心鄂尔多斯 835 台 内蒙古鄂尔多斯 017000

**摘要:** 在当今的信息网中,广播是十分重要的一环,因此,如何正确地进行广播,提高其传播质量,是当前我国广播事业发展的一个重要问题。中波是一种主要的无线电通信形式,其传输模式包括地面波和空气波,中波的传播既有同步的,又有中波广播的传播距离,受环境等条件的限制。为确保中波广播的传播效果较好,需要对中波广播天线进行阻抗检测,并进行相应的调整。就此,本文对中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试方法进行了简单分析。  
**关键词:** 中波调幅;广播发射机;矢量网络分析仪;测试

## Analysis of debugging method for antenna matching network of medium wave AM broadcast transmitter

Dongqing Xu

Inner Mongolia Autonomous Region Radio and television transmission and transmission Center of Ordos, 835 units, Ordos City, Inner Mongolia, 017000

**Abstract:** In today's information network, broadcasting is a very important link. Therefore, how to broadcast correctly and improve the quality of its communication is an important problem in the development of the radio industry at present. A medium wave is a major form of radio communication, and its transmission modes include ground and airwaves. The propagation of the medium wave is both synchronous and medium wave broadcast, which is limited by the environment and other conditions. To ensure the propagation effect of medium wave broadcast, it is necessary to detect the impedance of the medium wave broadcast antenna and adjust it accordingly. In this paper, the debugging method of medium wave AM broadcast transmitter antenna matching network is simply analyzed.

**Key words:** Medium wave amplitude modulation; Broadcast transmitter; Vector network analyzer; Test

### 一、中波调幅广播发射机天线匹配网络

#### 1.1 中波广播发射机简介

中波广播发射器发展已有多多年,特别是在 20 世纪取得了长足的进步,从晶体管向数字控制技术的过渡与应用,使中波广播发射机的调制效率得到了极大的改善。中波广播发射系统包括射频、音频调制、控制监控、电源供电和冷却四大系统。中波广播发射机的功能得到了有效的保障。中波广播发射系统在工作时,既要采用均衡控制技术,又要采用电源切换技术来确保系统的安全,又要利用功率放大器的综合技术来降低信号的畸变。总而言之,中波广播发射系统的功率放大器是其中最关键的部分,其性能的好坏直接影响到其工作的稳定性。

#### 1.2 中波广播发射机天线匹配网络的作用与意义

中波电台的天线有相应的阻抗,一般中波电台的天线有几种主要的纯阻抗值,如:500,750,230 等,再通过阻抗馈线送入天调室,中波广播发射器天线的工作频率、高度、边框等参数是通过中波广播发射器天线的工作频率、高度、边框等参数所导致的,因此,在中波无线发射机天线工作期间,主动改善中波无线发射机天线的匹

配网络,以便在中波广播发射器天线天线的实际部分阻抗等于馈线阻抗,以便消除中波广播发射机天线复合阻抗中的虚部分电抗,由此实现对中波广播发射机天线天线馈线阻抗的良好匹配,改善中波广播发射机天线的传输效率和品质<sup>[1]</sup>。

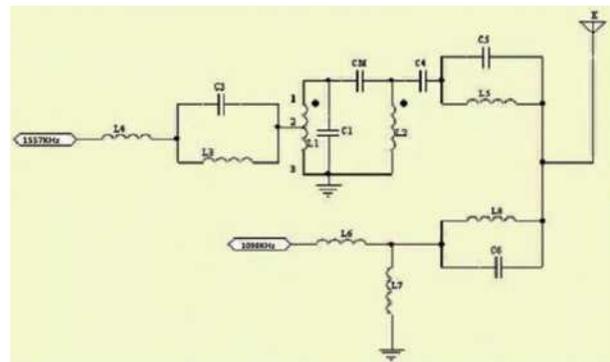


图1 发射机天线匹配网络

### 二、中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试

#### 2.1 做好中波广播发射机天线匹配网络的测试

为了更好地实现中波广播发射机天线网络匹配,必

须对其进行适当的测试,以达到较好的匹配效果。PNA 矢量网络分析器用于中波无线电发射天线的测试, PNA 矢量网络分析器是一种可以测量电磁波能量的装置, PNA 矢量网络分析器通过史密斯曲线图来显示被测对象的阻抗,并在圆曲线上显示和记录。利用 PNA 矢量网络分析器,可以根据测量对象的阻抗值的变化,实时地改变中波广播发射器天线阻抗的轨迹。

采用 PNA 矢量网络分析仪,测量了中波无线电发射机天线在 80 dB、50 dB、-20 dB~+30 dB 的动态性能。在 PNA 矢量网络分析仪中波天线阻抗的测试中,中波矢量网络分析仪通常工作带宽为 4 KHz, PNA 矢量网络分析仪的带宽可被扩大至 10 kHz, PNA 矢量网络分析仪的起始扫描频率被设置在靠近发射机的频率,从而能够适当地屏蔽发射机的天线频率。在 PNA 矢量网络分析器中,中波矢量网络分析器的工作带宽一般为 4 KHz, PNA 矢量网络分析器的带宽可以扩展到 10 kHz, PNA 矢量网络分析器的开始扫描频率设定在发射器附近,因此可以对发射器的天线频率进行适当的遮蔽。在当今的信息网中,广播是一个十分重要的环节,如何做好它的宣传工作,提高其传播质量,是当前我国广播事业发展的一个重要问题。中波是一种主要的无线电通信形式,其传输模式包括地面波和空气波,中波的传播既有同步的,又有中波广播的传播距离,受环境等条件的限制。为确保中波广播的传播效果较好,需要对中波广播天线进行阻抗检测,并进行相应的调整<sup>[2]</sup>。

例如,一个发射站的频率是 979 kHz,在一个 PNA 矢量网络分析器的设定中,该扫描方式的开始频率被设定为 969 kHz,结束频率被设定为 989 kHz,作为参考 /1 kHz 的测试点,总共有 21 个测试点。接下来,点击 <测:损失>,点击 [执行],图像转换为阻抗圆图,先进行开路修正,分离两个试验夹,指针在 R=0 处闪烁;直至“校对:短路”,然后把两个测试夹进行短接。光标在 R=∞ 处闪烁。

在试验时,首先将某型号 PNA 矢量网络分析器的测试夹与馈线和地线相连,然后在 PNA 矢量网络分析仪的屏幕上显示由馈线、匹配网络和中波发射器构成的天馈线系统的阻抗值,并使用 PNA 矢量网络分析器上的跟踪数据,以检测和调节中波发送器天线。

### 2.2 做好中波广播发射机天线匹配网络的调整

中波宽带天线在完成了阻抗测试之后,必须进行相应的调试。在进行调节时,要保证向量网络分析仪上所有的阻抗痕迹都是集中的,这样就可以得到更大的调节范围。中波无线传输天线会被分成 3 个情形,这取决于所测得的阻抗:

(1) 当阻抗实部分是 500 而虚部分不是 0 时。在此条件下,通过适当的容抗,可以实现匹配网络的匹配,并通过并接铜片实现电阻值的调整。当阻抗虚部分为负时,并入感应,使导线变细或变细。

(2) 当实际阻抗实部阻值大于 500 时,首先进行并联后串的匹配调整,然后利用网络分析仪对断开和短路进行检测,并进行纠错。接下来,访问调整了测量负荷的并联阻抗元件,使其阻抗实线轨迹保持在 500 恒阻环的范围,通过调整串联电阻,可以准确地调整阻抗。通过重复调节并联、串联等方法,使中频发射天线具有最大的驻波比,并且在整个频段内具有较好的均匀性。

## 三、中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试方法的实际应用

下面以广东省粤东 721 转播台 828kHz 播出频率为例,简述中波广播发射机输出网络的基本原理和调试过程。

### 3.1 输出网络的组成和作用

带通滤波器的第一个功能就是滤波,它把 aE 级的辐射功率调制信号平滑地处理成一个典型的幅度调制信号,实现数字 / 模拟转换;第二个功能是把 RF 功率合成器的 9 个阻抗转化为 50 个阻抗,这样就可以很好地配合终端的天馈系统了。T 形网作为发射器和天馈系统之间的阻抗匹配精细调节,利用 L3、L4 对谐波进行衰减,使得天馈线和发射器的输出网络的阻抗达到最优匹配,从而有效地将调幅信号传送到发射天线上<sup>[3]</sup>。

### 3.2 输出网络的调试过程

#### (1) 调试前的准备工作

电桥与网路分析仪的联接:在使用前,应将网路分析仪与 RF 取样电桥相连接。电桥“输入”端与网络分析仪的“输出”端相连,电桥“输出:”接至“输入”端,将电桥的“测试口”与检测探针相连,芯线、皮线不得与其它金属接触。网络分析仪的外壳接地和发送器的外部接地线要用一个短路夹子固定。所有的线路都连接好了,就可以上校调网络分析仪了。

网络分析仪的纠错:在 828 kHz 的测试中,先按“复位”,再按“↑↓”,“←”,“→”,即可得到需要的数据定数值。频率范围:5 千赫;BF:00.7470 兆赫(747 kHz, BF 为开始频率,也就是小于 828 kHz 的测试频率);OF:0090 兆赫(9 千赫兹,为中波广播一个载波频点的带宽,此试验没有改变任何频率);EF:009,000 MHz (9000 千赫, EF 为终止频率,也就是 828 kHz 或更高的测试频率);M 级:测量 A 值(“回损”用于测量阻抗,“插损”用于测量堵塞),检查:(显示)断路,在这个时候,打开电桥上的“芯线”、“皮线”,点击“执行”按钮,纠正错误,当网络分析仪完成后,就会出现错误,这时,电桥上的“芯线”与“皮线”都会短路,然后按“执行”键进行纠正。当短路自动修正完成后,屏幕上会显示一种不同的页数值,这时,请点击“←”,“→”,F=0.8280 M (发送器的 828 kHz)。上述操作已经在网络分析仪上进行了调试,现在可以进行发送端的网络测试<sup>[4]</sup>。

#### (2) 输出网络测试

步骤一：T形输出线阻抗测试与调试。首先将828kHz的传送器与一个虚拟的载荷或一个天线相连，发送器不必启动电源，因为在测试的时候，所有的器件都是在没有电源的情况下进行的。接着将B点切断，首先将电桥试验探针的“皮线”与输出网的接地（铜）相连接，在18~229）处进行电流调节，从而使实部发生变化；虚部分 $JX=006.02(62)$ ，可以通过调节L2来改变。

步骤二：调试完毕后，按照设备的拆装次序进行。为了避免对仪器造成损伤，在试验结束后，应将电桥芯线拆除，并将接地导线拆除。首先将网络分析器与电桥断开，然后将电桥与网络分析器的信号线路分开<sup>[5]</sup>。

步骤三：测试发送器的最大功率。在进行了全部冷态调试和热态调节后，利用电声指示仪对其三个主要性能指标进行了测量。通过连接发射器与天线，以50kW的功率进行广播，观测发射板输出、反射、主整流、模组温度等。到目前为止，整个发射系统的输出网络已经全部调试完毕。

### 3.3 中波广播发射机的维护

#### （1）定期检查中波广播发射机开关

工作人员要定期检查和保养中波广播发射器的各个开关的接触情况，以确保不会出现任何的松脱。根据设备运行状况和零件的使用状况，及时的进行检验。详细地检查每一个联锁开关的状态，保证每个开关的紧固和切换的灵活和协调。对于出现松动的电闸，应立即进行紧固。在保证开关关闭的情况下，对中波电台的基本部件进行维修，保证各部件的工作正常。

#### （2）定期清洁中波广播发射机

尘土和杂物也会对中波广播发射器造成损坏，如果有大量的尘埃和污物进入到中波广播发射器的运行中，

就会导致中波广播发射器的工作速度降低，从而对中波电台的工作造成很大的影响，从而导致中波电台发射机的各部分的老化。员工应定期清洁中波电台的设备，并定期清理安装在设备上的机房<sup>[6]</sup>。在进行清洗时，一定要仔细地清理易积灰尘的部件。使用专用的喷嘴，高压空气抽风机，把室内的尘埃清除干净。特别是在功率放大器模块、风机、电源模块等方面，要做好除尘工作，保证中波电台的有效使用。

### 四、结束语

总之，中波调幅广播是广播的一种，为了保证广播的正常工作，必须积极调整天线匹配网络，使新的天线具有与之匹配的网络，从而保证中波广播的正常工作，从而为广大人民群众提供高质量的服务。

### 参考文献：

- [1] 何伟. 中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试方法初探[J]. 甘肃科技, 2020, 36(1): 22-24.
- [2] 王智育. 中波调幅广播发射机天线匹配网络的调试方法分析[J]. 魅力中国, 2020(34): 352-353.
- [3] 刘叶来. 数字式调幅中波广播发射机输出网络原理详解[J]. 科技视界, 2016(27): 177, 99.
- [4] 李志伟. 数字调幅中波发射机输出网络及天线馈线系统的维护[J]. 数字传媒研究, 2020, 37(7): 61-62, 75.
- [5] 张锐. TSD-10中波全固态数字调幅发射机天线电压驻波比故障检修实例分析[J]. 中国战略新兴产业, 2019(14): 164, 166.
- [6] 罗小军. DAM10kW数字调幅中波广播发射机故障的分析及维护[J]. 科技传播, 2018, 10(17): 87-88.