

成反射过大。同样，在1044KHz输入端没有对549KHz的阻塞网络也不行。为了解决这一问题，在549KHz输出端加装了电感 L_1 和电容 C_1 组成对1044KHz的并联谐振电路，阻止了1044KHz对549KHz的干扰。在设计549KHz的天调匹配网络时将并联 L_1 、 C_1 看成天线阻抗的一部分。经测量在频率为549KHz一侧，节点 A_1 阻抗为 $36.5+j71\Omega$ ，通过对T网络的调整，节点 B_1 阻抗为 $50+j0.3\Omega$ ，符合发射机天调匹配标准。在频率为1044KHz一侧同549KHz一样，增加对549KHz频率的阻塞网络，经测量节点 A_2 阻抗为 $113.5-j219\Omega$ ，节点 B_2 阻抗为 50Ω 。

双频共塔匹配网络完成后，开启549KHz发射机，能够正常播出，测量反射电压在0.1V左右。当逐一开启其他频率发射机时，549KHz发射机反射电压突然增大，导致掉高压无法正常播出，将其他频率发射机关掉后恢复正常。可见我台其他频率对其干扰仍然很严重，导致无法正常工作。故要对干扰频率设置陷波网络，从而阻止其对本频的串扰。逐一开启其他频率发射机，发现747KHz、855KHz、1170KHz对549KHz都有部分干扰。为了精确测量干扰频率对本频549KHz的干扰情况大小，用示波器挂在549KHz输出馈线接口处，分别开启干扰频率发射机，示波器测量结果分别显示为13.6V、11V、6.4V，可以明显的感受到干扰现象。用同样方法测量其他频率对1044KHz的干扰，结果频率为1305KHz、1170KHz、855KHz的发射机开启时反射电压分别为6.7V、8.8V、12V。为了减少其他频率对本频的影响，在天调网络前端也就是匹配网络的输入端加装对干扰频率的陷波网络。陷波网络的原理就是通过LC串联谐振电路，使高频在经过串联谐振电路时对地短路，使得干扰频率的能量直接导入大地，不会干扰到本频发射机的播出。改造后的天调网络如图4所示：

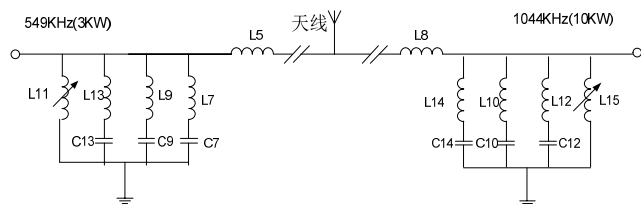


图 4

其中串联谐振在频率747KHz上，对747KHz来说电感 L_7 和电容 C_7 串联后电阻为零，这样就实现了将747KHz对549KHz的干扰能量短接到地，不会进入发射机内部。同理，将电感 L_9 和电容 C_9 串联谐振在855KHz上，电感 L_{13} 和电容 C_{13} 串联谐振在1170KHz上可以消除对本频的影响。增加陷波网络后，其他频率发射机工作时对本频的影响就能完全解决。但是增加的这些串联谐振对本频的匹配又造成一定影响，使天调网络匹配电阻值发生变化，为了消除这一影响增加可调电感 L_{11} ，使后增加的陷波网络对本频构成并联谐振，也就是增加电感 L_{11} 后，本频对地是无穷大，从而阻止了串联谐振对本频的影响。根据匹配网络计算公式，推导出电感和电容对本频的电抗值。经过计算，电感和电容 L_7 、 C_7 、 L_9 、 C_9 、 L_{13} 、 C_{13} 组成的网络对549KHz来说相当于3884pf的电容，容抗性特性。由并联谐振公式： $L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C}$ ，得 L_{11} 选取为 $8.06\mu H$ 可以完全抵消。同理将电感和电容 L_{10} 、 C_{10} 、 L_{12} 、 C_{12} 、 L_{14} 、 C_{14} 组成分别对频率1305KHz、1170KHz、855KHz串联谐振电路短接到地。这些陷波网络对1044KHz相当于1027Pf的电容。计算得 L_{15} 为

10.19 μH 。增加串并联阻塞网络后，用示波器测量各频率对本频发射机干扰电压降为0.8V以下。从而有效的解决了我台多频互扰问题。考虑到我台频率较多，综合功率较大的特点，元器件越多不确定的因素影响越大，因此在安装电感和电容时尽量选择耐压高、额定功率大的元器件，保证使用的寿命和稳定性。

2、我台1305KHz主机为一部哈尔滨正泰广播设备有限公司生产的DM10KW发射机，该机在运行一段时间后，开机加功率到6KW左右发现天线电压驻波比亮红灯，并自动降功率，查看显示板发现反射功率偏大。用矢量分析仪测量天调网络和机内匹配网络均正常，测试其他频率对本频的影响也较小。考虑可能是输出检测板上的取样信号存在偏差导致的反射虚高。用双踪示波器测量取样信号发现相位和振幅偏离严重，如图5所示：

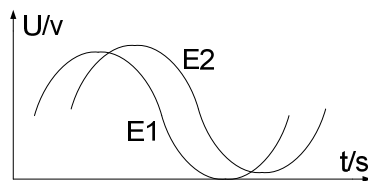


图 5

其中 E_1 为电流取样， E_2 为电压取样。仔细查询随机附带的图纸，天线驻波比检测器取样电流来自输出取样板，并送到并联谐振电路 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} 上，用开关 S_4 选择电容容量，且通过 L_1 来调整相位角。天线驻波比检测器的取样电压，来自输出取样板 X_1 的信号，然后送到幅值调整 C_{15} 及并联谐振网络，输出信号经 VD_7 、 VD_8 整流后送到 N_1 反向输入端。用万用表测量反射电压，按下校准开关 S_2 ，调整 S_4 和 S_{11} ，使其电压最低。一直按下开关 S_3 ，可以防止 N_3 在对驻波比检测器电路进行调整期间产生的脉冲影响。调整后发射机反射电压明显降低。在只有载波时调整取样信号的幅度和相位使取样信号和参考信号同步，发射机恢复正常播出。

三、天线电压驻波比过大解决办法的几点经验。

1、测量干扰时，关闭所有发射机，并将被测频率的发射机和天馈线断开，将示波器开自动挡挂接在被测的发射机输出馈线连接天调网络一侧的接口，逐个打开其他频率的发射机，记录每一个频率对本频的反射电压大小，记下示波器的指示电压即可，一般在2V以下就可以忽略对被测频率的影响。如过大则调整阻塞网络到理想值，同时要考虑发射功率的不同，要适当调整干扰电压的标准。

2、阻塞网络要先计算出理想值，然后在实际应用中需用矢量分析仪精确测量调整，使其在被阻塞频率的对地电阻接近零欧姆。同时为了减少阻塞网络对本频的影响，需对本频组成并联谐振来提高传输效率。

3、在调整网络前最好先用双踪示波器测量取样信号的相位和幅度是否合适，将取样信号的电流和电压的不平衡误差降到最低，可避免大范围重复改动增加不必要的工作。

参考文献

- [1] 杜世清. 数字化中波广播三频共塔天调匹配网络的带宽展宽与抗干扰的设计[J]. 内蒙古广播与电视技术, 2008(04): 58-59.
- [2] 李飞. 探析中波发射台多频共塔干扰的消除[J]. 科技展望, 2015(26): 120-121.