

电小天线

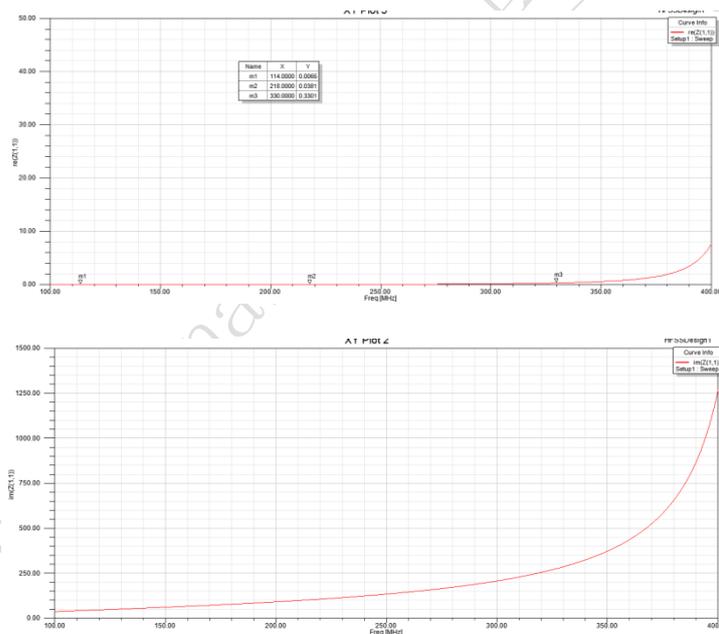
何为电小天线

一般地，当天线的辐射体尺寸小于 0.1 倍电长度时，可认为该天线为电小天线。当辐射体尺寸小于第一个谐振长度（0.25 倍电长度）时，天线的阻抗性质，辐射体上的电流分布，方向图的波瓣等性质相似，都可以视为电小天线。

电小天线的特点

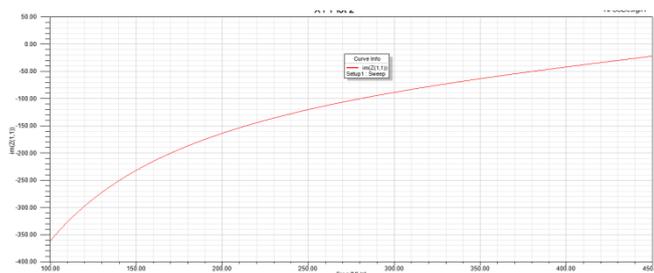
1, 阻抗特性

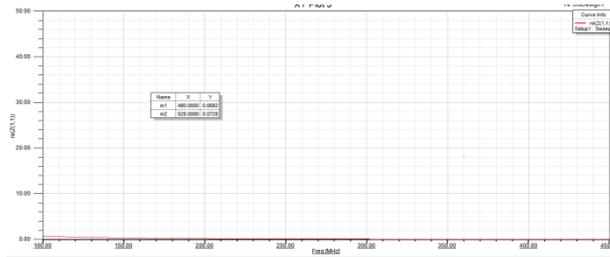
电小的磁环天线，天线的输入阻抗的电阻很小（0-20 欧不等），为感性，



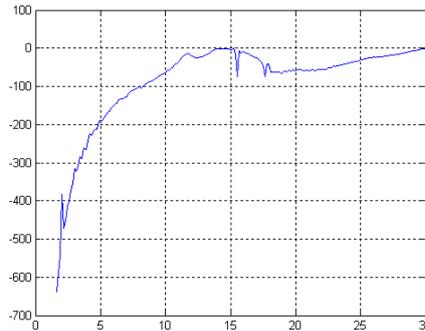
典型电小环天线的输入阻抗图（仿真图）

电小的极子天线，天线的输入阻抗的电阻很小（0-20 欧不等），为容性，越电小，容性越大。





典型电小极子天线输入阻抗图（仿真）



典型电小极子天线输入阻抗图（测试，频率 5-10 可认为电小条件）

电小天线的阻抗，实部小，离 50 欧太远，虚部大，离 0 太远，在 SMITH 圆的右半部的外圈，而且还靠近边边上，着实让人头疼。

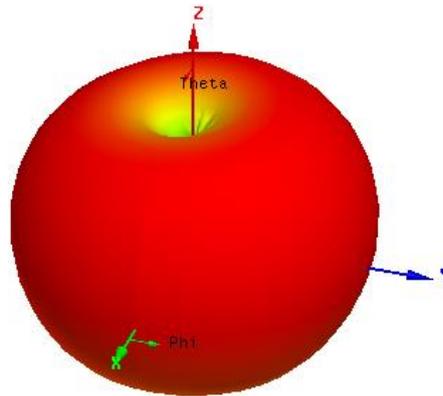
2， 天线上的电流

电小天线辐射体上的电流是比较简单的，因为是电小，所以不会出现多个电流的零点。电小磁环天线上的电流幅值变化较小，有一定的相位差，可以看成是准的形波天线。

电小电极子天线辐射体的电流分布，与 0.25 倍波长的分布，性质差不多，都是远离馈电的辐射体远端电流为 0，电压却最大，馈电口电流最大，中间没有电流零点。

3， 方向图特性

天线的方向图特性与辐射体上的电流有很大的关系。天线上的电流零点，决定了方向图上的零点。辐射体只有一个电流波腹，意味着天线电小天线的方向图只有一个主波瓣，没有副瓣，3dB 波束角往往很宽，决定了电小天线的增益不可能很大。小环出来的方向图与电小电极子出来的方向图类似，看来像红苹果。



电小环天线的方向图（仿真）

电小天线的应用场合

电小天线只作为接收天线,对驻波比要求不高,可以不匹配直接用,一般电小极子天线,加磁棒等,磁棒为磁性器件。从电路的角度看,磁棒的存在,明显加大等效电路的电感量,相当于加了大电感了,匹配掉原用的容性,从电磁场角的角度,简单粗暴地说,磁性器件有聚合磁力线的作用,同等截面积,同等环境中,空气中磁性小于磁性器件。天线的接收灵敏度更高。比如:我们的收音机,收中波时,就是这样情况。电小天线接收时,也可以考虑增加功放的形式,来接收信息。像电磁兼容测试辐射发射时,都是这个鞭状天线,接收 N 多倍频(从 10KHz 或 250K 开始)的信号,就是通过增加接收因子来确定信号的场强。接收用的电小测试天线做得好与不好,比较重要的指标是因子平坦度,一般认为,因子越平坦,天线接收幅值越准确。

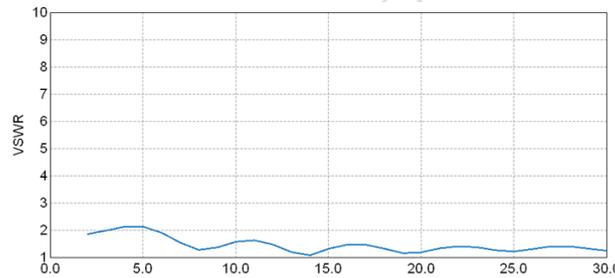
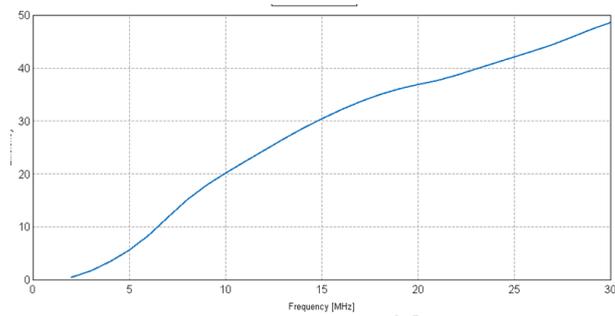
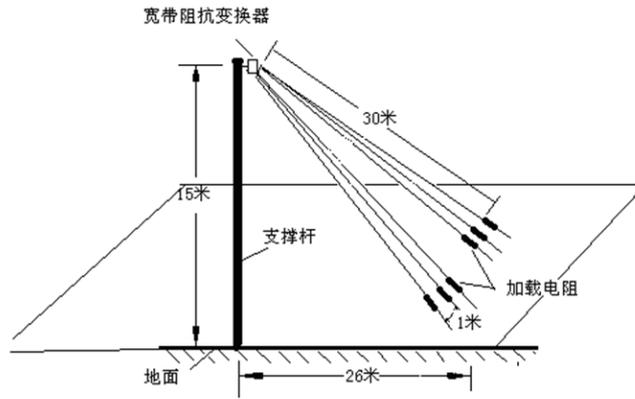
电小天线若有发射功能,情况就大不一样了。首先得匹配,想发射,不匹配, VSWR 超大,功放受不了。一般的,电小天线的发射条件下的匹配,尽量不要用磁性器件,天线的输入电阻小,电流大,易饱和,发射久了,温升导致 Q 点漂移, VSWR 上升。如果要用,得选好磁芯材料,大块头,长时间发射,测温升来验证。

电小天线的匹配与效率,带宽关系

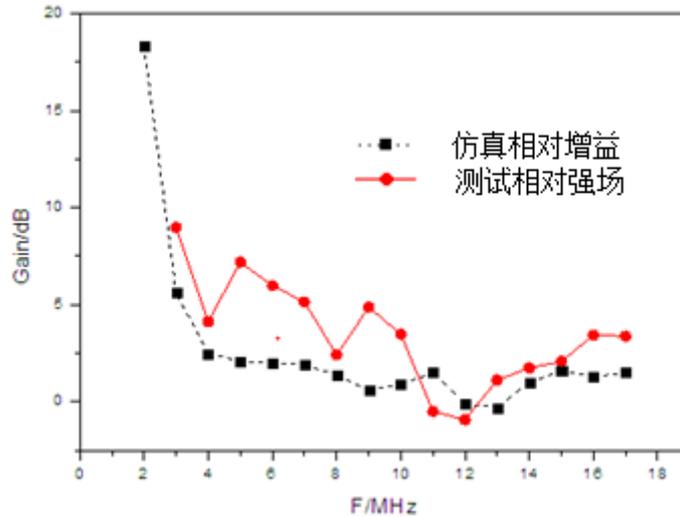
下面讲讲电小天线的匹配。电小天线要发射,必须先匹配。匹配方法主要用以下几类。

电阻匹配:电阻是损耗器件,吃功率的,在天线匹配中,最不常见的,但有时,还真用。举两个例子:教材中的行波天线,为了保证天线电流的连续性,加电阻以回流。经典的菱形天线,长线斜拉天线末端都加有电阻,最近流行的三线宽带天线。都可以通过电阻的加载,

天线工作在电小的频率。



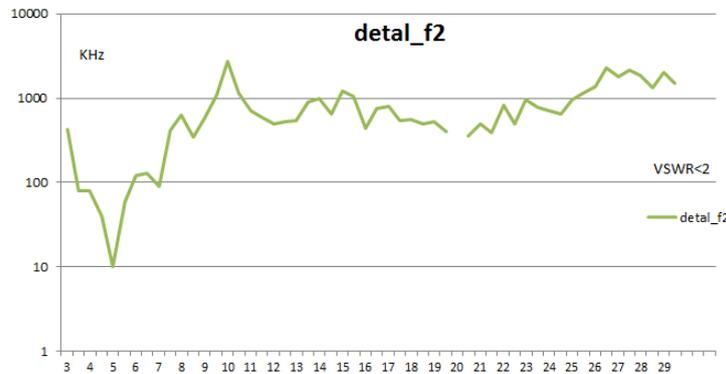
长线天线的电阻匹配及效率（仿真数据，2MHz 可认为电小条件）



电小天线的相对增益与场强（测试与仿真对比，2MHz 可认为电小条件）

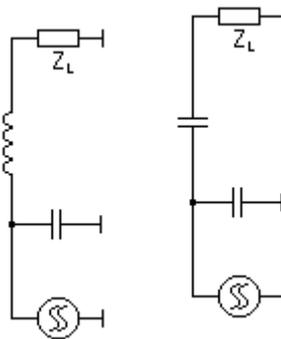
无耗网络:

无耗网络由电感, 电容, 传输线变压器, 磁性器件等组成。多器件设计的网带匹配网络, 采用遗传算法, 进行优化时, 可得到一个较宽匹配宽带, 但 V_{SWR} 往往偏高。无耗器件组成的网线, 进行阻抗匹配时, 往往是窄带的, 只有 1%—10% 左右的相对带宽。

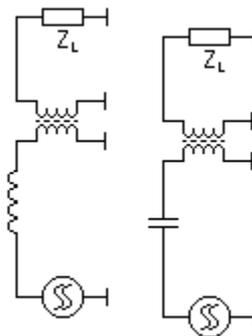


无耗网络匹配后的工作带宽 (测试数据)

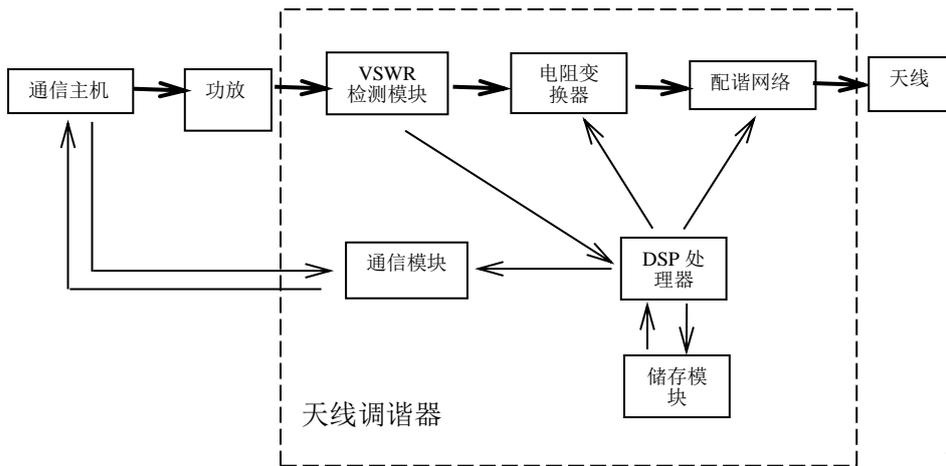
如果是特点的某个频点的匹配可以用以下两种方式:



电小天线的输入阻抗实部较小, 可以串联传输线变压器, 比如 1: 9 升阻后, 再配谐, 产品化上要容易得多。



如果要将较宽的频带内实现匹配, 可以采用自动天线调谐器。篇幅限制, 只讲大致原理, 电小环天线可以用以下匹配电路, 完成宽带的匹配。



天线调谐器的模块图

目前，上述的技术成熟，相关产品已量产。