

铁氧体在宽带变压器中的应用

Green Century Technology Co 产品选型手册

区健昌译

介绍

此目录中的大多数磁信息是从缠绕有单个多匝绕组的铁心获得的数据，该绕组形成一个电感器。当在铁芯上增加第二个绕组时，电感器变成一个变压器。根据要求，可以将变压器设计为提供直流隔离阻抗匹配以及特定的电流或电压比，为功率，宽带，脉冲或阻抗匹配而设计的变压器通常可以在很宽的频谱范围内使用。在许多变压器设计中，铁氧体被用作变压器。核心材料。本文将讨论低功率宽带变压器设计中一致的铁氧体材料和铁芯几何形状的特性

简要理论

宽带变压器是缠绕式磁性设备，旨在很宽的频率范围内传输能量。宽带变压器的大多数应用是在电信设备中，它们在低功率水平上得到了广泛使用。图1显示了宽带变压器的插入损耗随频率变化的典型性能曲线。宽带变压器的带宽是 f 和 f' 之间或 f' 和 f 之间的频率差，并且是指定插入损耗和变压器滚降的函数可以看出，对于具有陡峭滚降（ $f_2' - f_1'$ ）的变压器，其带宽比具有较渐进滚降（ $f_2 - f_1$ ）的变压器的带宽要窄。同样在图1中，确定了三个频率区域。截止频率取决于各个宽带变压器设计的要求，因此， f 可以大于10 MHz或小于300 Hz，带宽也可以从几百赫兹到几百兆赫兹不等。

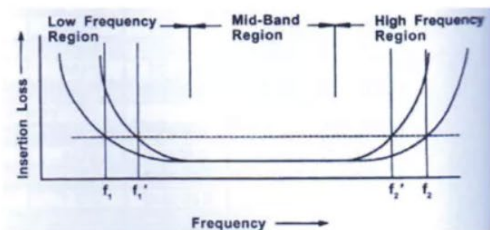


图1 宽带变压器插入损耗VS频率的典型特性曲线

一个典型宽带变压器设计将要为中频范围规定最大插入损耗，以及规定截止频率 f_1 和 f_2 的最大允许损耗。图2是变压器集总元件等效电路示意图，将电路分成理想的变压器，其元件以及等效的寄生电阻和电抗的次级分量，寄生效应和负载电阻已转移至初级侧并以质数标识。

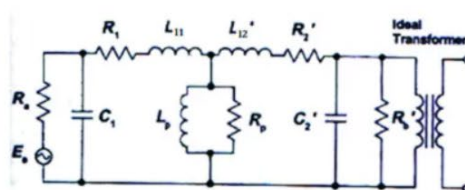


图2 变压器的集总等效电路

E_s = source EMF
 R_s = source resistance
 C_1 = primary winding capacitance
 R_1 = resistance of primary winding
 L_{11} = primary leakage inductance
 L_p = open circuit inductance of primary winding
 R_p = shunt resistance that represents loss in core

Secondary parameters reflected to the primary side.

C_2' = secondary winding capacitance
 R_2' = resistance of secondary winding
 L_{a2}' = secondary leakage inductance
 R_b' = load resistance

为了简化该电路，将初级和次级电路元件组合在一起，等效的简化电路如图3所示。参数的物理意义在等效电路下方列出。在低频区域，传输特性的下降是由于并联阻抗的降低。当频率降低时，分流阻抗减小，这导致衰减水平增加。

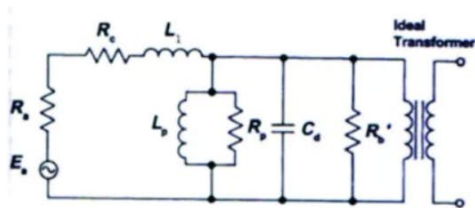


图3 简化的等效变压器电路

$$\begin{aligned} C_1 &= C_1 + C_2' \\ R_1 &= R_1 + R_2' \\ L_1 &= L_1 + L_2' \end{aligned}$$

其他电路参数见图2。

初级电抗Xie的等效分路损耗电阻R的贡献可忽略不计。因此，插入损耗可以用分路电感表示

$$A_i = 10 \log_{10} \left(1 + \left(\frac{R}{\omega L_p} \right)^2 \right) \text{ dB}$$

Where $R = R_s \times R_2' / R_1 = R_2'$

对于大多数铁氧体宽带变压器设计，唯一可能影响中频带频率范围传输的元件是绕组电阻。由绕组电阻引起的中频带频率区域的插入损耗可以表示为

$$A_i = 20 \log_{10} \left(1 + \frac{R_c}{R_s + R_2'} \right) \text{ dB}$$

Where $R_c = R_1 + R_2'$

在较高的频率范围内，传输特性主要取决于漏感或并联电容。通常需要根据电路阻抗来考虑这两种电抗的影响。在低阻抗电路中，由于漏感引起的高频下降为

$$A_i = 10 \log_{10} \left(1 + \left(\frac{\omega L_l}{R_s + R_2'} \right)^2 \right) \text{ dB}$$

由于并联电容的作用，高阻抗电路中的高频下降如下：

$$A_i = 10 \log_{10} \left(1 + (\omega CR)^2 \right) \text{ dB}$$

回顾三个频率区域的插入损耗特性，可以得出结论，选择铁氧体材料和铁芯形状应导致变压器设计在低频截止频率f时每匝具有最高电感，这将导致匝数最少的低频区域的并联电感。对于中频带区域的低插入损耗以及在高频截止频率f处获得良好响应所需的低绕组寄生效应，低匝数是理想的。

总结

低截止频率f是铁氧体材料选择中最重要的因素。推荐在f处具有最高初始磁导率的材料。

锰锌铁氧体77和78的截止频率为500KHZ。在此频率以上，使用镍锌铁氧体，再次取决于频率f，选择43、61或67材料。

单位电感的直流电阻。如果存在叠加的直流电，则建议使用有间隙的磁芯，并建议使用曲线。对于高频设计，请使用镍锌铁氧体。推荐使用环形和多孔径磁芯。

匝数应保持最小，以减少漏感和绕组的自电容。缠绕初级和次级绕组紧密耦合或作为双股绕组以降低漏感。

“Multi-Aperture Core Kit” “多孔芯组件”（零件号0199000036）包含适用于宽带变压器设计评估的各种组件。

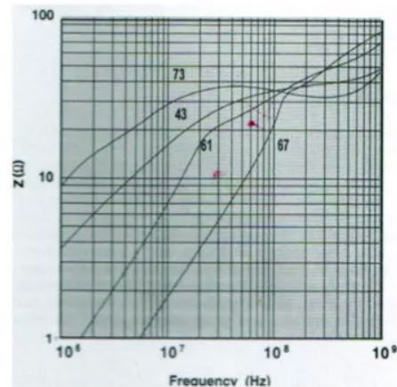


图4 73、43、61和67材料中零件号2802302的阻抗与频率

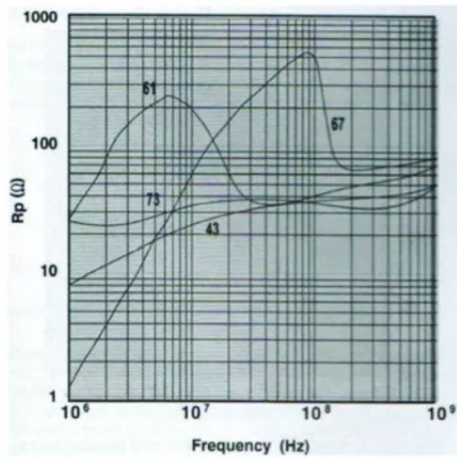


图5 零件号28-002302在73, 43, 61 & 67材料中的并联电阻与频率的关系

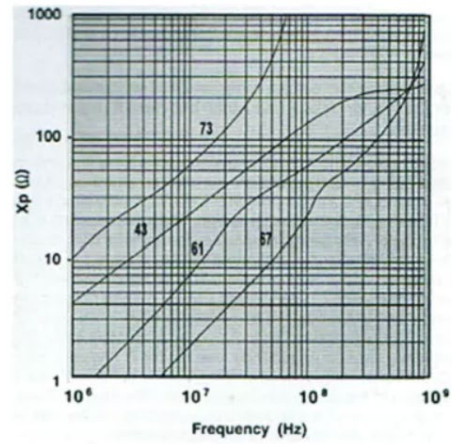


图6 73、43、61和67材料中零件号28-002302的并联电抗与频率的关系