

脉冲变压器寄生参数和 励磁电感对脉冲波形的影响

沈 坚
(南京十四研究所)

脉冲变压器寄生参数(漏感、分布电容)和励磁电感直接影响脉冲变压器的输出波形,因而正确计算寄生参数显得尤为重要。下面从脉冲变压器的等效电路图(见图 1)入手,分析这一问题。

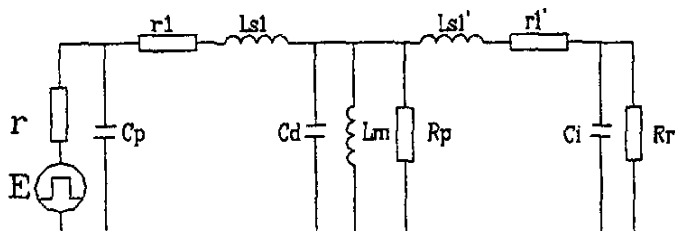


图 1

其中, E 为脉冲源; r 为脉冲源内阻; C_p 为脉冲源等儿并联电容; C_i 为归算到初级的负载等效并联电容; C_d 为脉冲变压器分布电容; L_{s1} 为初级漏感; L_{s1}' 为归算到初级的次级漏感; L_m 为励磁电感; r_1 为初级绕线电阻; r_1' 为归算到初级的次级绕线电阻; R_p 为铁芯损耗等效电阻; R_r 为负载电阻。

从图分析可知,在脉冲前沿,时间变化很快,因而在漏感和分布电容上便产生很强的电流及电压变化;而励磁电感很大,励磁电流变化几乎为零。所以,脉冲前沿漏感和分布电容起着主要作用,励磁电感的影响则可忽略不计,其等效电路(见图 2)。

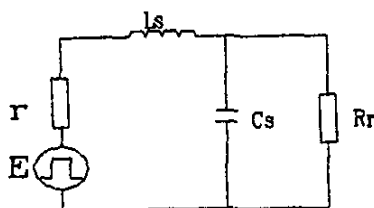


图 2

在脉冲顶部时,脉冲持续期内电压电流基本保持不变,因此,脉冲变压器中漏感和分

布电容便不起主要作用，引起电压和电流降落的主要原因是脉冲变压器磁电感中电流的增加，其等效电路（见图3）。

脉冲前沿中储存励磁电感中的磁能和分布电容中电能的释放过程，其等效电路（见图4）。

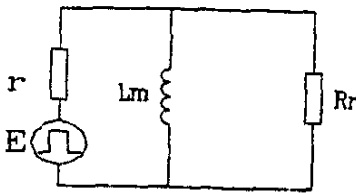


图3

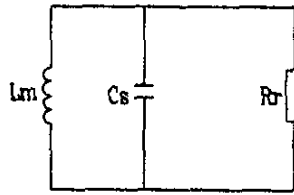


图4

综上所述，脉冲前沿取决于脉冲变压器的漏感和分布电容，漏感和分布电容越小，脉冲前沿也越小；脉冲顶降取决于励磁电感大小，励磁电感越大，励磁电流越小顶降也越小；而脉冲后沿取决于励磁电感和分布电容的大小。所以，理想的脉冲变压器应该是漏感和分布电容为零，励磁电感为无穷大。这样，输出与输入波形才会完全一致，没有失真。但在现实中，这是不可能的。因此，如何尽可能减小漏感和分布电容，增大励磁电感是设计的重点。下面通过漏感、分布电容和励磁电感的计算公式来探讨这一问题。

漏感的计算公式是：

$$L_s = \frac{4\pi N_p^2 L_w}{h_w} \cdot f_L$$

f_L 是漏感系数，大小取决于初次级绕组间距和绕组形式； L_w 为绕组平均匝长； h_w 为绕组平均高度； N_p 为初级匝数。

分布电容计算公式是：

$$C_d = \frac{0.0885 \cdot L_w \cdot h_w}{3U_p^2} \sum_i^m \frac{\epsilon_{ri}}{S_i} (U_{Li}^2 + U_{Hi} \cdot U_{Li} + U_{Hi}^2)$$

L_w 为平均匝长； h_w 为绕组高度； ϵ_{ri} 为第 i 层间（或绕组间）的复合介电常数； S_i 为第 i 层间（或绕组间）的总绝缘厚度。

励磁电感计算公式是：

$$L_m = \frac{4\pi \cdot N_p^2 \cdot A_c \cdot \mu_p}{L_c}$$

N_p 为初级匝数； A_c 为铁芯截面积； μ_p 为脉冲导磁率； L_c 为铁芯磁路长度。

从上述公式可知，要减小脉冲前沿，就应减少漏感和分布电容，而减少漏感和分布电容就应减少线圈匝数和平均匝长；减少线圈匝数，将导致励磁电感减小，使励磁电流增大，顶降变大。可见，减小漏感和增大励磁电感是相互矛盾的。只有通过反复计算，才可得出既满足顶降又满足前沿的最佳匝数和最佳截面积，找到最小寄生参数，获得理想的脉冲输出波形。