如何优化边缘磁通对线圈的切入探讨

作者：曾川

引言：

有时候设计变压器，磁芯有单开气息，有时候磁芯双开气息，有时间磁芯有多个气息，其实气息的大小直接影响ACR，边缘磁通切入线圈端面，造成线圈的损耗增大。变压器示意图显示了间隙内及其附近的交流磁场。这些图适用于连续或非连续工作模式，但只有在非连续模式下，相关问题才会变得严重。

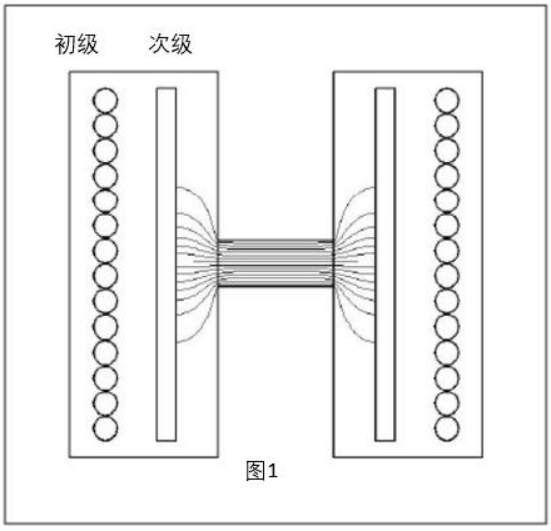


图1

在图1中，磁场集中在一个位于中心的中心柱间隙中。图中显示的磁力等势面必须在电流流动处终止。为了满足最小能量条件，边缘场将次级电流拉向铜带的中心，从而导致铜损增加。

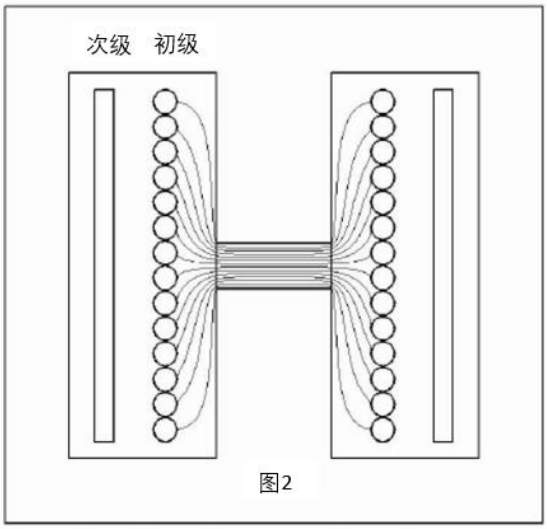


图2

在图2中，通过交换一次绕组和二次绕组的位置，这个问题在一定程度上得到了缓解。将14匝的一次绕组放在磁芯中心柱间隙附近，由于匝数是串联的，电流无法集中到绕组中心。但是，如果一次绕组有多于图示的单层绕组，强烈的交流边缘磁场将穿透靠近间隙的绕组匝，导致该

区域出现很高的损耗。

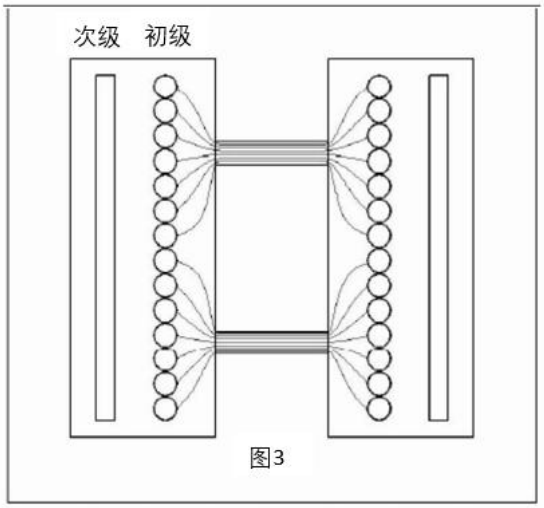


图3

在图3中，初级线圈位于中柱两个小间隙的旁边，从而进一步减少了边缘磁场的影响。

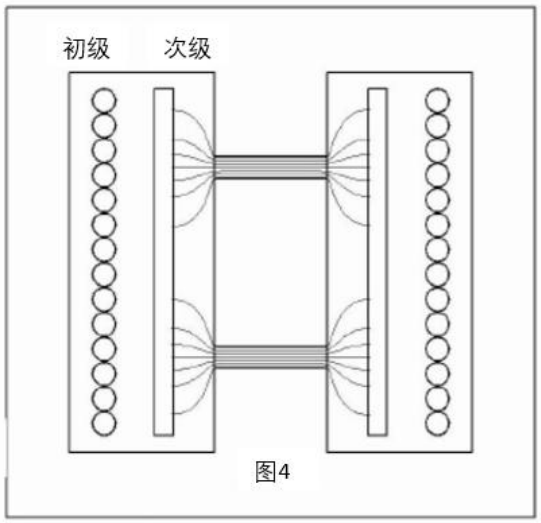


图4

在图4中，铜条次级线圈位于间隙旁边，与图1相同，但中心腿间隙被分成两个较小的间隙。这显著减少了边缘电场，并且电流集中度远低于图1。

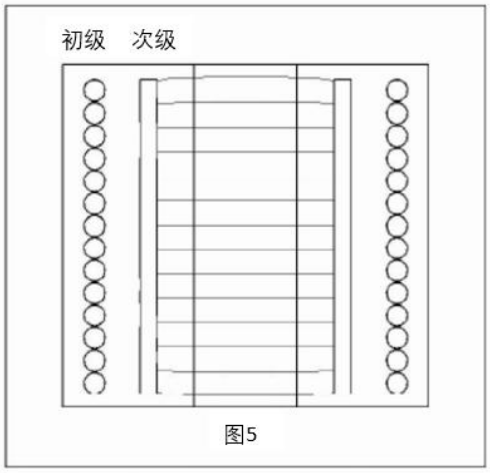


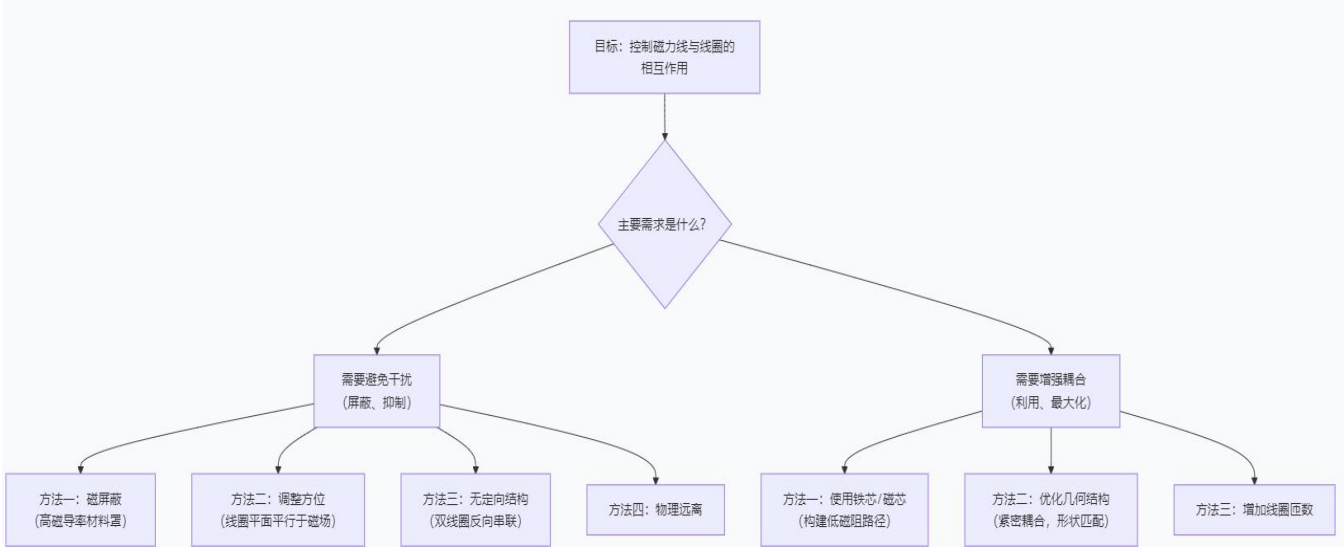
图5

在图5中，铁氧体磁芯的整个中心柱被移除，并由一种具有低相对磁导率的复合中心柱取代（铁粉或Kool-Mu， 相对磁导率范围为5-20）。因此，气隙沿整个中心柱分布。结果几乎是理想的——边缘磁场被完全消除。磁芯的外部部分仍保持高磁导率铁氧体，以尽量减少磁芯损耗，并"短路"外部磁场以降低电磁干扰（EMI）。复合中心柱的缺点是：(1) 成本高，(2) 复合材料如MPP和Kool-Mu通常比铁氧体损耗更高。

总结

进一步减少漏感和交流绕组损耗的方法，包括如下：

1. 通过使用带有长而窄窗口的铁芯来最大化绕组宽度。 交错绕组等同于将宽度加倍然后对折。
2. 尽量减少层数。
3. 尽量减少绕组之间的空间（绝缘厚度）——双线绕组是理想选择。
4. 如果绕组没有占据整个可用的磁芯窗口区域，应将绕组远离中心柱的气隙布置；其次 在位于边缘场中的绕组中央部分，用隔片代替绕组匝数。



文件引用：

Magnetic Field Evaluation in Transformers and Inductors By Lloyd H. Dixon