

# 双功能扼流圈解决单个紧凑组件中的差/共模噪音问题

Triad Magnetics 公司

**摘要：**开放式扼流圈可抑制开关模式电源、LED电源和电子镇流器中的噪音，同时节省宝贵的空间并简化物料清单。

电路设计人员必须处理多种类型的噪音：内部、外部、RF、线路频率等。无论是哪种类型或来源，噪音都可能成为系统性能的限制因素，因此必须加以解决并尽量减少。减噪挑战通常归结为：“付出和成本如何平衡？”

即使无处不在的开关电源（SMPS）也存在噪音问题。由于其高效率和小尺寸，该架构广泛用于LED驱动器和

电子镇流器等应用中。不幸的是，SMPS单元也受到差模（DM）噪音和共模（CM）噪音的影响，因性能和监管原因，这两者都必须被抑制。

## 1 噪音机制和解决方案

差模和共模噪音有不同的原因，因此也有不同的解

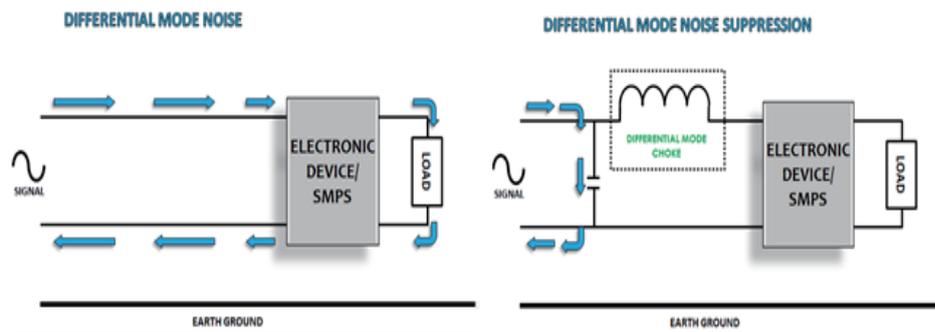


图1 由于DM电感器处于线路路径中，因为电流被提供给负载，所以它可以处理噪音和DC偏移。因此，它的设计必须能够提供所需的电感，但在低直流电阻（DCR）下处理RMS电流和峰值线电流而不会饱和。

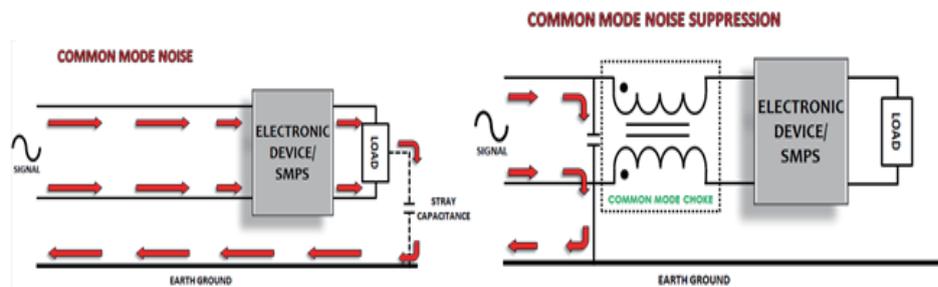


图2 由于线路电流和零线电流以相反的方向通过CM绕组，所以没有净直流磁通，因此不会使CM扼流圈的磁芯饱和。对于RMS电流，CM滤波器扼流圈只需要具有所需的电感以及足够低的DCR。

决方案。差模噪音是在线路上传导的噪音，而在相反的方向是中性的（图 1 左）。基本的 DM 滤波器使用一个插入线路的单绕组扼流圈（电感器），以及一个从线路到零线（neutral）的电容器，从而阻止噪音在系统中传播（图 1 右）。

CM 噪音在线路和中性点（地）上以相同方向进行（图 2 左）。基本的 CM 滤波器在线路和零线路径中使用双绕组电感，并在线路与地之间使用电容（图 2 右）。

## 2 Triad Magnetics 的更好方案

由于 DM 和 CM 噪音机制在很大程度上不相关，因此它们的解决方案需要两种不同的扼流圈和配置。如果两种噪音抑制方法可以通过单个扼流圈来实现，那将是幸运

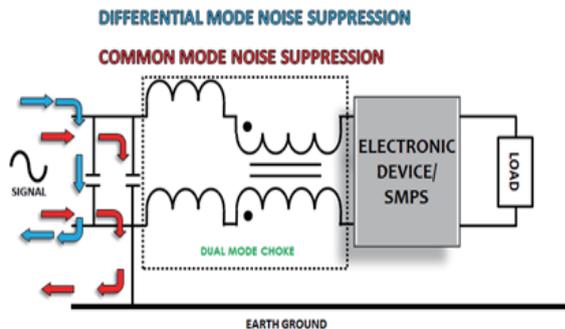


图 3 CMF 系列有 21 种独特型号，额定电流范围为 0.45 至 2.3 A，电感范围为 10 至 100 mH，杂散电感范围为 200 至 2100 mH。直流电阻在 188 到 2930mΩ 之间，具体取决于具体型号。它们采用水平封装（从 13.5×15×24.5 毫米到 14×25×29 毫米）和垂直封装（从 27×15×29 毫米），以适应紧密间隙的情况。

上接 162 页

## 7 结论

变压器的带宽（如第 3 节中所定义的）已被解析描述为固有电磁寄生（寄生电容和漏电感）的函数，其也是电介质厚度的函数。然后通过分析变压器带宽的影响，从而解析得到最佳介电厚度。

本文表明，平面变压器绕组的电介质厚度可以进行优化，以使变压器的理论带宽限制最大化。它还表明，带宽对电介质厚度非常敏感，超过特定阈值  $t_{opt}$ 。使用设计实例表明，与使用 0.4mm 的标准电介质厚度相比，电介质厚度的优化导致理论带宽改善约 389%。

可以说，使用本文提出的等效电路模型可以描述具有各种不同物理绕组布置的平面变压器，尽管模型中元件的

的——节省空间、简化物料清单（BOM）并降低成本。不幸的是，这是不可能的，因为它们有不同的技术要求。

然而，Triad Magnetics 的新组件系列将两个扼流圈组合为双功能开放式设计，它可在单个更小、更经济高效的封装中提供两个扼流圈的特性。这些 CMF 系列共模扼流圈（图 3）不仅仅是将两个不同器件简单地共同封装到一个外壳中。相反，它们的机械设计提高了综合电气性能，同时实实在在地减小尺寸和成本。

尽管尺寸较小，但其爬电距离和电气间隙参数大于 3 毫米，额定电压为 300VAC。它们是大多数设计的绝佳选择，除非 CM 和 DM 滤波器的电感值有显著差异。

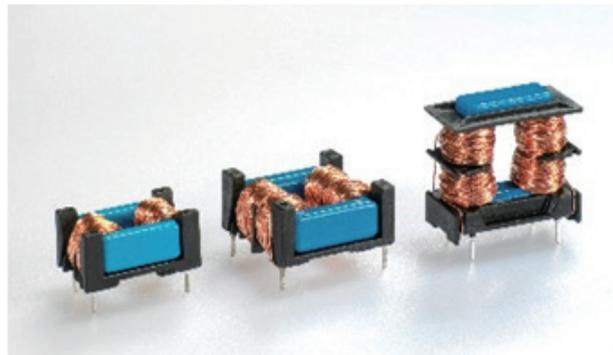


图 4 Triad Magnetics 公司的 CMF 系列共模扼流圈将差分 and 共模扼流圈组合为单个元件，并充分利用了该组合提供的机械和电气优势。

计算可能略有不同。但评估元件的原则保持不变。此外，还应注意，用于最佳电介质厚度和最大带宽的解决方案，仅对于从中得到它们的电路模型是唯一的。类似的解决方案可以从其他电路模型中推导出来，并且预计在数值上接近于本文中的模型。只要使用本文中讨论的相同带宽定义，并且备用电路模型的频率特性是准确的，结果就是正确的。

由于已知的非理想现实本质，预计的实际带宽最多应接近理论带宽。因此，这些结果可以通过规避迭代三维 FEM 仿真的大计算资源的需求来辅助平面变压器设计。此外，有人认为这些结果可直接应用于设计处理高带宽应用空芯变压器。