

Vicor 案例： 开关制式的 DC-DC 转换器的简易 EMI 方案

🕒时间：2009-12-21 1974 次阅读 【网友评论 0 条 我要评论】 收藏

所有的 DC-DC 开关转换器由于要尽量提高开关频率和传送功率，都会产生潜在的干扰信号，在输入端的传导噪声，会以差模或共模形式出现。差模噪声是当电流通过输入导体的基频及其谐波时产生的，通常都处于低频的。共模噪声大多是高频的，于转换器的输入导体及地线中间形成。同样地，开关 DC-DC 转换器会于输出端产生噪声以及纹波。适当的设计和设置 EMI 滤波会将噪声减少至可接受程度。

在欧洲和美国，例如，传导噪声是按 FCC 和 VDE 标准 A 级和 B 级 限制严格管理的。在欧洲，所有国家均要求家用电器和工业设备的传导噪声辐射应满足 VDE 标准 B 级要求。在美国，工业设备的传导噪声辐射应满足 FCC 标准 A 级要求，家用电器的传导噪声辐射应满足更严格的 FCC 标准 B 级要求。

减少输入端噪声的 EMI 滤波方案

现时多数的开关电源的开关频率在 100 kHz 至 1 MHz 之间。通常反射到电网之传导噪声频谱上的主要尖峰来自开关频率之基频及其谐波分量。

一些传导排放标准，如 EN55011 及 EN55022 设定转换器及电源系统反射到电网的准峰值及平均值；反射传导噪声需要在限制 150 kHz 至 30 MHz 间。要符合这些要求，所有高峰频谱上的传导噪声，必须低于规定的限度。

滤波方案的组件及封装

EMI 滤波器经常被设置在一个单独封装内(如图 1 的配置)。一般的 EMI 滤波器是穿孔式的，带上共模扼流圈和 Y 电容 (线到地)，再加两个电感器和 X 电容 (线到线)。瞬变保护由 Z1 负责。这结构的输入损耗足以符合级别 B 传导排放标准。

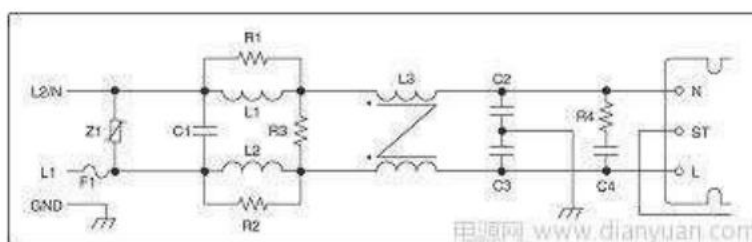


图 1 - 符合 EN55022 级别 B 标准的 EMI 滤波器

然而，一般的电源设计都加上电容、电感及滤波器来减少或衰减共模和常模传导噪声。首先，加上个别组件或滤波器对噪声谱的影响，显示了一个全共模滤波器导致的结果。它们的效果可以在噪声频谱上显示出来。

F, 100μ图 2a 的左边显示一个 48 V 输入 DC-DC 转换器，在输入端接上一个差模电容 C1 (120 V)。用以保持低输入阻抗，稳定电压和提升瞬变反应。它为模块储能。愈靠近输入端，其效果更佳。

现在，以一个模块加一个电容器作为开始的基础。图 2a 右边的图谱；显示了一个 48 V 输入，150 W 满载工作的 DC-DC 转换器连接差模电容后的噪声谐波含量，及按级别 A 和 B 要求的 EMI 和谐波标准。如果只加上差模电容；转换器明显不能满足要求。因为电源元件不是为配合任何指定的 EMI 标准而设计的。

图 2b 显示加上旁路电容及差模电容的情形。注意每个接在输入端上旁路电容是与基板接地的，而每个接在输出端上旁路电容是与基板连接的。通常的电解电容值是 4700 pF, 100 V 的 Y 电容。噪声水平虽仍未能达到标准，但已有很明显的改善。

相对于 3.3 V、半载，48 V 输入、满载应用所产生的噪声较高，但从图 2b 的图谱显示，已经有明显的改善。

H 的差模电感 L1 (图 2c)，低频噪声仍达不到级别 B 的标准。μ就算加上一个 27

图 2d 显示加上共模扼流圈后的情况。由于共模扼流圈也具差模电感，可取代差模扼流圈。共模电感加强了 Y 电容的能量。这是由于共模扼流圈对转换器产生之共模噪声形成高阻抗，使噪声沿着较低阻抗之路径，经 Y 电容传到地。

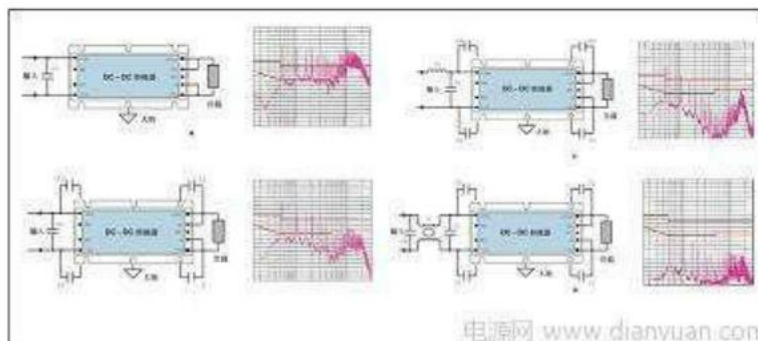


图 2 - 48 V, 150 W DC-DC 转换器接上不同器件的噪声频谱。

- a. 差模电容 b. 旁路电容 c. 差模电感 d. 共模滤波器 (去掉差模扼流圈)

48 V 转换器的噪声现时只是稍高过级别 B 标准；需要再加上滤波器。而在 3.3 V 应用，加上一个共模滤波器后，不论是满载或半载都完全符合级别 B 的标准。

有源 EMI 输入滤波方案

在通讯领域，对传导 EMI 的规范更高，要符合要求，有源滤波器便帮上大忙。过往通讯仪器只要求离线及交流输入电源达到 EMI 的测试和符合要求。PICMG 于 2003 年修订新标准；订定 PICMG 3.0 或 Advanced TCA®。要求 DC 电路板

的传导噪声必须达到 EN55022 B 级的标准。每块电路板都要加上滤波器滤掉噪声，减少板与板，机架与机架的干扰，也减少每个机架的总直流噪声。

同时，采用体积更细小的元件，或把多项功能集合在一起，已是电子业的发展趋势。由于空间见小，系统必需把多项功能密集在电路板或系统内，器件之间的潜在干扰性便提升了。近代通讯应用，输出电压较以往低，工作频率需要提高，对 EMI 噪声的控制，便成为设计上更加重要的一环。通讯系统内的刀峰式设计，便要求结集多项功能在一块板上，并且需要优良的性能表现。ATCA® PICMG 3.0 规格支持频宽 2.5 Tb 的 19” 机架。一个满载的 ATCA® 机架可载有 14 块电路板，体积是 19” x 21” x 15”。为要支持更多的功能，每一块电路板可用上 200 W 功率电源。由于每块电路板都需要由一个 48 Vdc 冗余输入供电，要符合 EMI 标准就变得困难。由于每块板上都带电源，无论是采用砖式模块或采用分立元件进行 DC-DC 转换时，都会产生传导和辐射噪声。相对于以往的 compact PCI，功率转换都在板外进行，处理刀峰式设备的 EMI 噪声便非常棘手。

Vicor 案例： 开关制式的 DC-DC 转换器的简易 EMI 方案

 时间：2009-12-21 1975 次阅读 【网友评论 0 条 [我要评论](#)】 [收藏](#)

为了减少板与板，机架与机架间的噪声干扰，ATCA® 要求在电路板上滤掉 EMI 传导噪声。PICMG 3.0 申明，每一块电路板都需要符合 EN55022 级别 B 的传导噪声要求。透过电路板来达到滤波，使电路板之间的干扰减至最少。同时 PICMG 3.0 要求整个机架的 EMI 噪声不能超标。在板上分散滤波方式，机架需要的滤波器较小。否则要处理整个 ATCA® 的机架；滤波器需支援差不多 60 A 电流。要足以应付这电流；电感器要求很大，在板上分散滤波，有助于减少对电容器的要求。

有源 EMI 滤波器（见图 3）可衰减超过 150 kHz 至 30 MHz 间的共模及差模噪声，满足 EN55022 (CISPR22) 要求。这有源滤波器的规格是 48 Vdc 母线（36 - 76 Vdc），额定电流 7 A，可支持多种 DC-DC 转换器，电路板负载温度达 60° F。

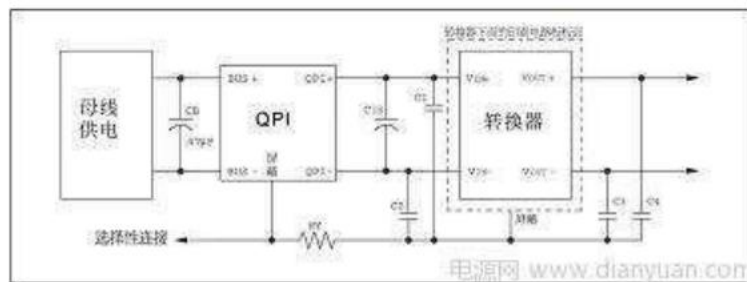


图 3 - 有源滤波器（QPI 标签）与 DC-DC 转换器的连接图。

CIN 及 C1、C2、C3 及 C4 的值通常由转换器生产商建议。

与无源方案相比，这有源滤波器可减少共模扼流圈占用的空间，提供了一个体积细的表面贴装器件。特别是有源 EMI 滤波器同时减少电感体积，令整个 EMI 滤波器只有 1” x 1” x 0.2” 大小。细小体积减少占用电路板的空间，薄身更

可让空气在组件上面流动,帮助散热。有源滤波器的额定电流 7 A, 足够支持 200 W ATCA® 电路板。

图 4 显示一个 DC-DC 转换器连上有源滤波器之前与之后的噪声测试图。这连接是使用标准的测量技术, 以及符合 CISPR22 的要求。结果显示一个标准 DC-DC 转换器的总噪声低于 EN55022 级别 B 准波峰检测水平。测试图证明了有源滤波器有效地滤掉传导噪声至低于所需标准。

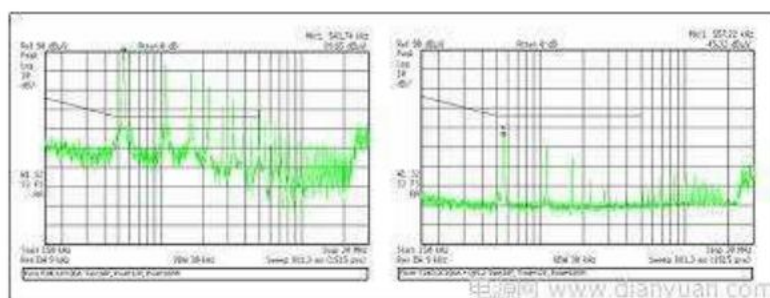


图 4 - 一个 DC-DC 转换器连上有源 EMI 滤波器 (右边) 与没有滤波器 (左边) 的传导噪声情况。

多功能输入滤波模块

有些 DC-DC 转换器供货商同样提供 AC-DC 前端模块, 其中一些 AC-DC 元件附多项功能, 如 EMI 滤波。例如, 其中一个滤波及整流模块便带 EMI 滤波, 自动调节整流及浪涌电流限制等多项功能, 并能符合 Telcordia, FCC, ETSI 及欧洲标准对 EMI 的要求。

减少输出噪声的 EMI 滤波方案

开关 DC-DC 转换器也在输出端产生纹波和噪声。这些输出噪声, 通常又谓周期性及随意性的偏差 (PARD), 也就是不论其性质或来源; 是迭加在 DC 输出的所有纹波及噪声成份的总和。开关 DC-DC 转换器通常表现出纹波及噪声的水平在数十毫伏左右。

有一个输出纹波衰减模块结合了有源和无源滤波; 在负载达 20 A 时可减少输出纹波至小于 3 mV 峰-峰值。模块尺寸是 2.8" x 2.4" x 0.5", 可衰减低频的输入基频及谐波至 DC-20 MHz 的频率范围, 效率达 93 - 99%。

另外有一款 SiP 封装、有源滤波的输出纹波衰减器(图 5), 在 1 kHz 至 500 kHz 范围减少输出端的纹波和噪声 (周期性及随意性的偏差) (PARD) 30dB 以上。这器件可用于大部份的开关电源, 改善瞬态反应及保证净洁的负载点稳压。透过转换器的遥感功能或调节引脚来实行负载稳压。假如转换器没有遥感端或不适合使用时, 调整功能会修正转换器的输出电压; 来补偿滤波引至的余量电压下降。滤波器的余量电压的设置大大减少了转换器输出端所需的电容; 提供等同的瞬变性能和减少纹波。

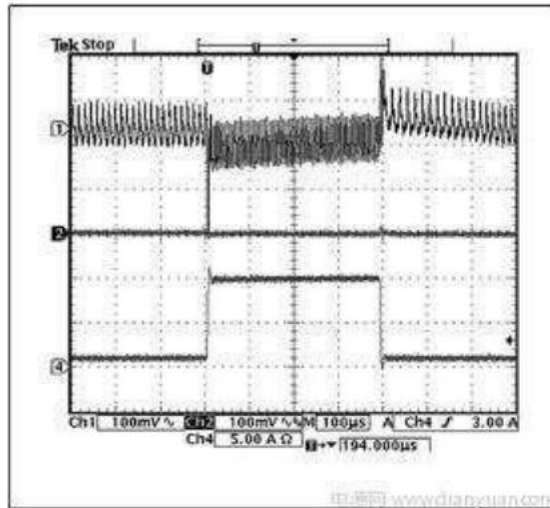


图 5 - 有源滤波的输出纹波衰减器的正常表现

这元件是针对测试及量度、负载点分布电源、要求低噪声电源的感应器，以及医疗仪器的应用而设计的。