

开关电源电磁标准及其干扰抑制

刁元均 邹滨 西南交通大学电气工程学院

一、引言

电磁兼容性(EMC)是指电子设备或系统在规定的电磁环境电平下不因电磁干扰而降低性能指标,同时它们本身产生的电磁辐射不大于规定的极限电平,不影响其它电子设备或系统的正常运行,并达到设备与设备、系统与系统之间互不干扰、共同可靠地工作的目的。

世界各国都相应制定了自己的EMC标准。比如国际电工委员会的IEC61000及(CISPR系列标准、欧洲共同体的FN系列标准、美国联邦通信委的FCC系列标准和我国现行的GT3/T13926系列EMC标准等。随着国际电磁兼容法规的日益严格,产品的电磁兼容性能越来越受到重视。

开关电源作为一种电源设备,其应用越来越广泛。随着电力电子器件的不断更新换代,开关电源的开关频率及开关速度不断提高,但开关的快速通断,引起电压和电流的快速变化。这些瞬变的电压和电流,通过电源线路、寄生参数和杂散的电磁场耦合,会产生大量的电磁干扰。

二、开关电源的干扰源分析

开关电源产生的电磁干扰(EMI),按耦合通道来分,可分为传导干扰和辐射干扰;按噪声干扰源种类来分可分为尖峰干扰和谐波干扰。开关电源在工作过程中所产生的浪涌电流和尖峰电压就形成了干扰源,工频整流滤波使用的大电容充电放电、开关管高频工作时的电压切换以及输出整流二极管的反向恢复电流都是这类干扰源。

三、电磁干扰的抑制措施

电磁干扰由三个基本要素组合而产生:电磁干扰源;对该干扰能量敏感的设备;将电磁干扰源传输到敏感设备的媒介即传输通道或耦合途径。对开关电源产生的电磁干扰所采取的抑制措施,主要从两个方面考虑:一是减小干扰源的干扰强度;二是切断干扰传播途径。

常用的抗干扰措施包括电路的隔离、屏蔽、接地、加装EMI滤波器以及PCB板的合理布局与布线。

1. 电路的隔离

在开关电源中,电路的隔离主要有:模拟电路的隔离、数字电路的隔离、数字电路与模拟电路之间的隔离。主要目的是通过隔离元器件把噪声干扰的路径切断,从而达到抑制噪声干扰的效果。对于开关电源的模拟信号控制系统的隔离,交流信号一般采用变压器隔离,直流信号一般采用线性隔离器(如线性光电耦合器)隔离。数字电路的隔离主要有:脉冲变压器隔离、光电耦合器隔离等。其中数字量输入隔离方式主要采用脉冲变压器隔离、光电耦合器隔离;而数字量输出隔离方式主要采用光电耦合器隔离、高频变压器隔离。

2. 屏蔽

屏蔽一般分为两类,一类是静电屏蔽,主要用于防止静电场和恒定磁场的影响;另一类是电磁屏蔽,主要用于防止交变电场、交变磁场以及交变电磁场的影响。屏蔽是抑制开关电源辐射干扰的有效方法。可以用导电良好的材料对电场屏蔽,而用导磁率高的材料对磁场屏蔽。

3. 接地

为防止各种电路在工作中产生互相干扰,使之能相互兼容地工作,根据电路的性质,将工作接地分为不同的种类。比如直流地、交流地、数字地、模拟地、信号地、功率地、电源地等。在电路的设计中,应将交流电源地与直流电源地分开,模拟电路与数字电路的电源地分开,功率地与弱电地分开。

4. 加装EMI滤波器

电源滤波器安装在电源线与电子设备之间,用于抑制电源线引出的传导干扰,又可以降低从电网引入的传导干扰,对提高设备的可靠性有重要的作用。开关电源产生的电磁干扰以传导干扰为主,而传导干扰又分差模骚扰和共模干扰两种。构成开关电源EMI滤波器的基本网络如图1所示。该滤波器由共模扼流圈L、差模电容Cx和共模电容Cy组成。共模扼流圈L由两个绕在同一个高磁导率磁芯上的绕组构成,其结构使差模电流产生的磁通相互抵消。这种结构以较小体积获得较大的电感值,并且不用担心由于工作电流导致饱和。每个绕组与电容Cy分别组成L-E和N-E两对独立端口的低通滤波器,形成共模滤波网络,用来抑制电源线上存在的共模干扰。至于共模扼流圈L、差模电容Cx和共模电容Cy的取值大小,应尽量做到滤波器的谐振频率低于开关电源的工作频率,这样可以实现对整个频段的滤波。

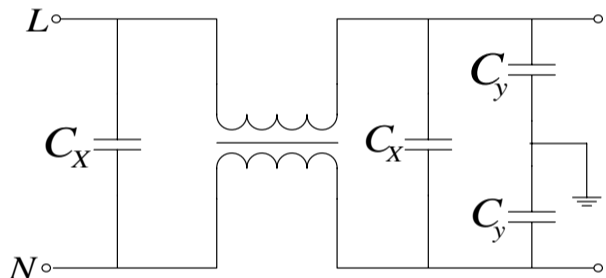


图1 开关电源EMI滤波器

5. PCB板的合理布局与布线

开关电源的辐射干扰与电流通路中的电流大小,通路的环路面积,以及电流频率的平方等三者的乘积成正比,即辐射干扰 $E \propto I \cdot A \cdot f^2$ 。运用这一关系的前提是通路尺寸远小于频率的波长。上述关系式表明减小通路面积是减小辐射骚扰的关键,这是说开关电源的元器件要彼此紧密排列。在初级电路中,要求输入端电容、晶体管和变压器彼此靠近,且布线紧凑;在次级电路中,要求二极管、变压器和输出端电容彼此贴近。在印制板上,将正负载流导线分别布在印制板的两面,并设法使两个载流导体彼此间保持平行,因为平行紧靠的正负载流导体所产生的外部磁场是趋向于相互抵消的。

四、结束语

要提高开关频率,提高开关电源产品的质量,电磁兼容性是不容忽视的问题。产生开关电源电磁干扰的因素还很多,抑制电磁干扰还有大量的工作。只有在设计时充分考虑电磁兼容问题,才能使开关电源得到更普遍的应用。