

# 通信开关电源的EMI/EMC设计

产品名称	通信开关电源的EMI/EMC设计
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/个
规格参数	服务1:速度快 服务2:包通过 服务3:包整改
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

## 产品详情

### 引言

通信开关电源一般都采用脉冲宽度调制(PWM)技术，其特点是频率高、效率高、功率密度高、可靠性高，另外还有体积小、重量轻、具有远程监控等优点，因此被广泛地应用于程控交换、光数据传输、无线基站、有线电视系统及IP网络中，是信息技术设备正常工作的核心动力。然而，由于其开关器件工作在高频通断状态，高频的快速瞬变过程本身就是电磁干扰(EMD)源，他产生的电磁干扰EMI信号有很宽的频率范围，又有一定的幅度，经传导和辐射会污染电磁环境，对通信设备和电子产品造成干扰。同时，通信开关电源要有很强的抗电磁干扰的能力，特别是对雷击、浪涌、电网电压、电场、磁场、电磁波、静电放电、脉冲串、电压跌落、射频电磁场传导抗扰性、辐射抗扰性、传导发射、辐射发射等项目需要满足有关，常常产生高频高压的尖峰谐波振荡，该谐波振荡产生的高次谐通过开关管与散热器间的分布电容传入内部电路或通过散热器及变压器向空间辐射。

如图1所示，电网中含有的共模和差模噪声对开关电源产生干扰，开关电源在受到电磁干扰的同时也对电网其他设备以及负载产生电磁干扰，例如返回噪声、输出噪声和辐射干扰等。进行开关电源EMI / EMC设计时，一方面要防止开关电源对电网和附近的电子设备产生干扰；另一方面要加强开关电源本身对电磁干扰环境的适应能力。下面用等效电路分别介绍共模和差模干扰产生的原因及路径。

如图2所示，当开关管转为“关”时，集电极与发射极间的电压快速上升到500 V，他产生的电流经集电

极与地之间的分布电容返回整流桥，这个按开关频率工作的脉冲串电流是共模噪声。这个电压会引起共模电流 $I_{cm2}$ 向CP2充电和共模电流 $I_{cm1}$ 向CP1充电，其中CP1为变压器初、次级之间的分布电容，CP2为开关电源与散热器之间的分布电容(即开关管集电极与地之间的分布电容)。则线路中共模电流总大小为 $I_{cm1}+I_{cm2}$ 。如图3所示，当开关管转为“开”时，储能电容 $C_s$ 的能量由AC电网和整流桥提供，他被开关管变换器的快速开关频率所变换，并通过变压器形成脉冲电流 $I_L$ ，它具有非常丰富的开关频率谐波。储能电容不是一个纯电容，他有串联电阻和电感。当整流桥处开关管“开”时，在AC电网端， $I_L$ 会产生一个由电容的L，R，C所呈现的阻抗电压，这就是开关电源产生差模发射源的原理。差模电流 $I_{dm}$ 和信号电流 $I_L$ 沿着导线、变压器初级、开关管组成的回路流通。

电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility, EMC)是指在有限的空间、时间和频谱范围内，各种电气设备共存而不引起性能的下降。形成电磁干扰的三要素是干扰源、传播途径和受扰设备，因而，抑制电磁干扰也应该从这3个方面着手。首先应该抑制干扰源，直接消除干扰原因；其次是消除干扰源和受扰设备之间的耦合和辐射，切断电磁干扰的传播途径；第三是提高受扰设备的抗扰能力，降低其对噪声的敏感度。目前抑制开关电源EMI的几种措施基本上都是用切断电磁干扰源和受扰设备之间的耦合通道，常用的方法是屏蔽和滤波，他们的确是行之有效的办法。

## 无源补偿滤波技术

滤波是抑制传导干扰的一种很好的办法。在电源输入端接上滤波器，即可以抑制开关电源产生并向电网反馈的干扰，也可以抑制来自电网的噪声对电源本身的侵害。开关电源的工作频率一般在10~130 kHz，对开关电源产生的高频段EMI信号，只要选择相应的去耦电路或网络结构较为简单的EMI滤波器，就能达到理想的滤波效果。干扰抑制电路如图4所示，CX1和CX2叫做差模电容，L1叫做共模电感，CY1和CY2叫做共模电容。电阻R用于消除可能在滤波器中出现的静电积累。IEC-380安全技术条件标准的8.8部分指出，若 $C_X > 0.1 \mu F$ 则 $R = t / 2.2C$  ( $t=1s$ ,  $C=2C_X \mu F$ )。由这些集中参数元件构成无源低通网络，抑制开关电源产生的向电网反馈的传导干扰，同时抑制来自电网的噪声对开关电源本身的侵害，为了使通过滤波电容C流入地的漏电流维持在安全范围内， $C_X=0.1 \sim 0.2 \mu F$ ，CY的值一般适合取在 $0.1 \sim 0.33 \mu F$ 之间，不宜过大，相应的扼流线圈L应选大些，一般适合取在 $0.5 \mu H \sim 8 mH$ 之间，这样既符合安全要求，又能抑制电磁干扰。

共模电感L1是在同一个磁环上由绕向相反、匝数相同的两个绕组构成。使滤波器接入电路后，两只线圈内电流产生的磁通在磁环内相互抵消，不会使磁环达到磁饱和状态，从而使两只线圈的电感值保持不变。通常使用环形磁芯，漏磁小，效率高。但是绕线困难，如磁环的材料不可能做到绝对均匀，两个线圈的绕制也不可能完全对称等，使得两个绕组的电感量是不相等的，于是，形成差模电感。所以，一般电路中不必再设置独立的差模电感了。共模电感的差值电感与电容CX1及CX2构成了一个型滤波器。这种滤波器对差模干扰有较好的衰减。除了共模电感以外，图4中的电容CY1及CY2也是用来滤除共模干扰的。共模滤波的衰减在低频时主要由电感器起作用，而在高频时大部分由电容CY1及CY2起作用。电容CY的选择要根据实际情况来定，由于电容CY接于电源线和地线之间，承受的电压比较高，所以，需要具有高耐压、低漏电流特性。

使用LC滤波电路，可根据公式计算电路的谐振频率，调整电感、电容，使谐振频率与干扰频率相近或接近干扰频率的中心频率。对频率很高的电磁干扰，可以使用三端电容或穿心电容进行滤波。

## 屏蔽技术

屏蔽是抑制开关电源辐射干扰的有效方法。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。可以用导电性能良好的材料对电场进行屏蔽，用磁导率高的材料对磁场进行屏蔽。实际应用中，主要是应用于隔离变压器。变压器绕组间的交叉耦合电容为共模噪声流过整个系统提供了通路。这一交叉耦合电容可以在变压器结构中采用法拉第屏蔽(Faraday shield)来减小。法拉第屏蔽简单来说就是用铜箔或铝箔包绕在原方和副方绕组之间形成一个静电屏蔽层隔离区并接地，以减小交叉耦合电容。

图5为变压器原边绕组和副边绕组。其中N1A，N1B是原边绕组，分两次绕；N2A，N2B是副边绕组；N3，N4分别是辅助绕组；SCREEN为铜箔屏蔽。安规上一般要求散热器接地，那么开关管漏极与散热器之间的寄生电容就为共模噪声提供了通路，可以在漏极和散热器之间加一铜箔或铝箔并接地以减小此寄生电容。采用磁屏蔽效果比较好的铁氧体磁芯如PQ型或者P型来制作变压器可以很大程度上减小变压器漏磁从而减小原副方绕组漏感，有效抑制了EMI的传播。

## 结语

随着开关电源不断向高频化发展，其抗干扰问题显得越发重要。在开发和设计开关电源中，如何有效抑制开关电源的电磁干扰，同时提高开关电源本身对电磁干扰的抗干扰能力是一个重要课题。几种抗干扰措施既相互独立又相互联系，必须同时采用多种措施才能达到良好的抗干扰效果。