

## 如何利用示波器辅助开关电源设计

作者：张国斌，王丽华

开关电源在外型越来越小的同时，其功率密度不断得到提高，目前开关电源的功率密度已经达到每立方英寸一瓦，效率更达到 90%。和许多其他技术的发展一样，电源产品生命周期也在迅速缩短，因此越来越多的工程师关注如何利用示波器来有效辅助开关电源的设计。

《电子工程专辑》网站邀请泰克电子(中国)有限公司产品经理宋磊和深圳市金凯博电子有限公司技术支持工程师陈勇作为嘉宾，就“如何利用示波器有效辅助开关电源设计”的专题与工程师一起进行了互动研讨。在此，我们将有代表性的问题归纳刊出，以飨读者。

### 关于开关电源纹波的测试

开关电源有许多参数需要测量，其中最主要有以下几种：上电监控、保持时间、冲击电流、功率和效率、纹波和噪声、安全工作区、电源线辐射、负载特性等，它们均可以借助数字示波器来进行测量。在本次研讨中，提问最多、最受设计者关注的就是纹波测量。宋磊先生针对这个问题做出了一个较全面的总结。他指出，纹波的定义是附着于直流电平之上的包含周期性与随机性成分的杂波信号，英文称为 PARD (Periodic And Random Deviation)，它也是杂波的峰值。纹波分两种，一种是工频的，100HZ；一种是开关纹波。他也提到了测量纹

波的注意事项：示波器探头地线会带来很大纹波，应该拔掉地线直接使用探头内的地线进行测量。当然，最好的测量方法是使用 50 欧姆终端电阻，用 BNC 电缆直接联结到示波器。应该注意该 50 欧姆电阻要考虑功耗，可能要大功率电阻。在泰克功率测量系统中，当进行纹波测量时，可以选择工频纹波测试或开关纹波测试，这样就可自动滤掉不相关频率的纹波。

## 关于毛刺和基本参数的测量

在研讨中，工程师普遍反映突发毛刺信号的测量是个棘手问题，因为这种信号很难捕捉和测试。宋磊先生强调：“在进行时钟测试时，经常会碰到毛刺信号，该信号将会对电路产生误动作，因此捕获该信号也是测试的关键。”他说，由于事先无法判断该毛刺为正还是为负，因此可以先利用 TDS5000 示波器的数字荧光功能即快速波形捕获模式结合无限余辉查看毛刺特征，然后利用示波器的高级触发功能——脉宽触发，依照信号特征(如小于正常时钟脉冲宽度)来触发。

许多参与论坛的读者还向两位专家询问了一系列基本参数的测量问题，专家指出，其实测量之前，搞清一些参数的基本概念对测量大有裨益。如对于功率因数如何测量，陈勇非常简洁地表示，在交流电路里，电压乘电流是视在功率，而能起到做功的一部分功率（即有功功率）将小于视在功率。有功功率与视在功率之比叫做功率因数，以

$\cos\Phi$  表示。其实最简单的测量方式就是测量电压与电流之间的相位差，得出的结果就是功率因数。

## 关于示波器的使用

陈勇提醒工程师使用示波器的 FFT 功能测得的幅值只能作为定性分析，而不能作为定量的分析，因此只具备参考价值，若希望对频谱幅度进行分析，可选择 Blackman-Harris 窗口，这样效果会好一些；当转换 V/div 时一定会对 FFT 的幅值产生影响，因为这是受到示波器本身 ADC 的分辨率限制，所以为了提高测量精度，一般选择将波形尽可能占满整个屏幕(但决不能超出屏幕)，也就是选择较小的 V/div 档位。

有些读者根据实际经验建议泰克示波器能够增加测量环路增益，或相位增益的功能。宋磊也表示，泰克公司一直在增加一些新功能和方案以满足工程师的需要。目前的解决方案之一是利用一些国内电源厂家的 SPICE 仿真设计电源方案。这种方案有很丰富的功率模型，能仿真出环路增益交越频率、相位裕量等等。

另外，由于泰克的 TDS7000 示波器是基于 WINDOWS2000 平台的示波器，故可在上面安装仿真软件和设计软件。