

示波器在电源行业测试的典型应用

测试电源主要是针对 MOSFET 做测试，具体的测量项目多种多样。常规 VGS、VDS 的幅度测量包含幅度、高、低、最大值、最小值、RMS、峰峰值、正/负过冲、平均值、周期平均值、周期 RMS 测量，时间测量也有周期、频率、上升/下降时间、正/负占空比、正/负脉宽、突发宽度、延迟、相位等多种参数、有时还需同时监控开关损耗、漏电流等测试项。

如果只能同时测量 4-8 个参数则局限太强，此时的参数应该越多越好，这也是我们起初设计示波器时考虑让 24 项参数可以同屏显示的初衷。



图 1 VGS、VDS 测量参数

问题一:在 MOSFET 调试中，如何捕获偶发的毛刺信号？

MOSFET 的测试开关瞬间偶尔会碰到毛刺信号，无论是小概率的猝发还是边沿的抖动，都可能对电路造成误动作，下面介绍两种捕获小概率异常的方法。

1. 无限余辉+模板触发

如果事先无法判断周期性信号内偶发异常的概率和特征，可以先用示波器的余辉功能查看毛刺轨迹，然后利用模板触发将异常信号隔离出来。

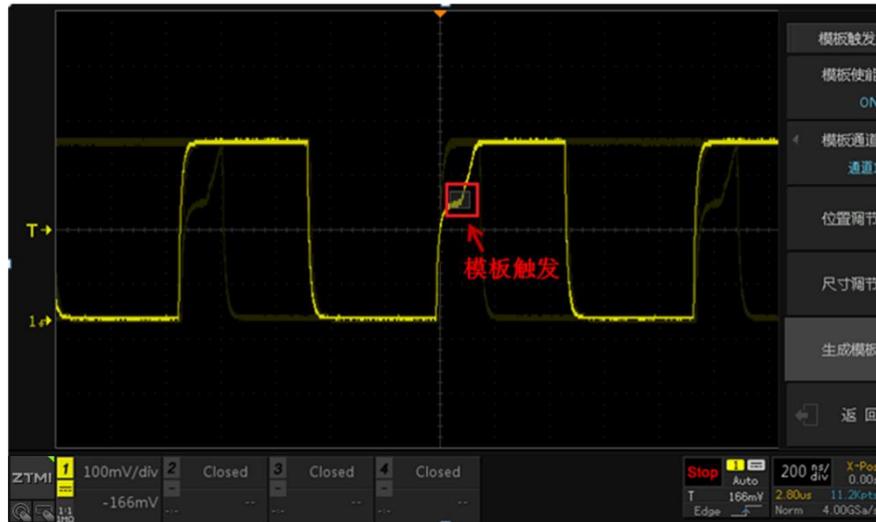


图 2 模板触发

2. 测量统计+异常搜索

对于占空比随机 MOS 驱动信号，小概率的边沿抖动让人非常头疼。此时可以基于信号特征，在大数据内搜索上升/下降时间异常的信号，如图 3，基于当前屏较长时间的波形做测量统计，从测量结果上升沿时间可知---当前值 20ns，最大值 130ns，通过搜索标注功能，将上升沿 130ns 的异常波形搜索出来 (MOSFET 开关转换时，上升/下降沿会出现偶发性抖动)。



图 3 测量统计+搜索标注捕获上升沿异常波形

注意：这里的难点并不在于功能的有无，而在于示波器存储深度的大小。如果存储深度不够，针对这么长时间的波形捕获早已完全失真，异常搜索也无从谈起。

问题三：如何快速分析 MOSFET 导通关断时的波形细节？

MOSFET 的工作原理如图 4，栅源之间加正电压 V_{GS} 及在漏源之间加正电压 V_{DS} ，则产生正向工作电流 I_D 。改变 V_{GS} 的电压可控制工作电流 I_D 。

若先不接 V_{GS} （即 $V_{GS}=0$ ），在栅与源极之间加一正电

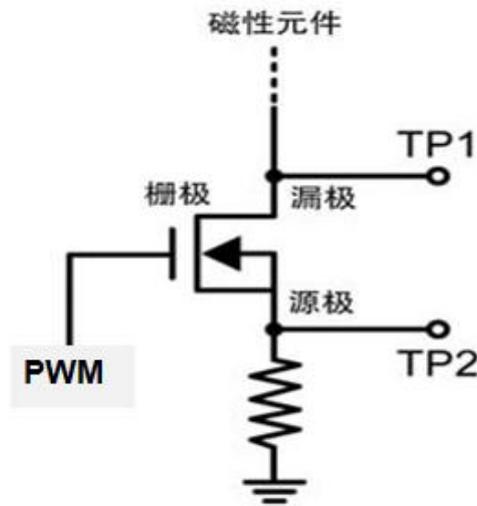


图4 MOSFET 开关器件

示波器通道 1、通道 3 分别测试 MOS 管 VGS、VDS 的导通关断波形，如图 5 所示。

使用双 ZOOM 功能，将 VGS 的导通区、关断区的波形分别在 ZOOM1 和 ZOOM2 缩放，可以同时观察导通、关断区的波形细节，察看其振荡情况，幅值、边沿等，便于分析问题。另外，结合电流探头，可通过面积积分分析 MOSFET 的启动时间(Ton)和关闭(Toff)时间有关的功率损耗。

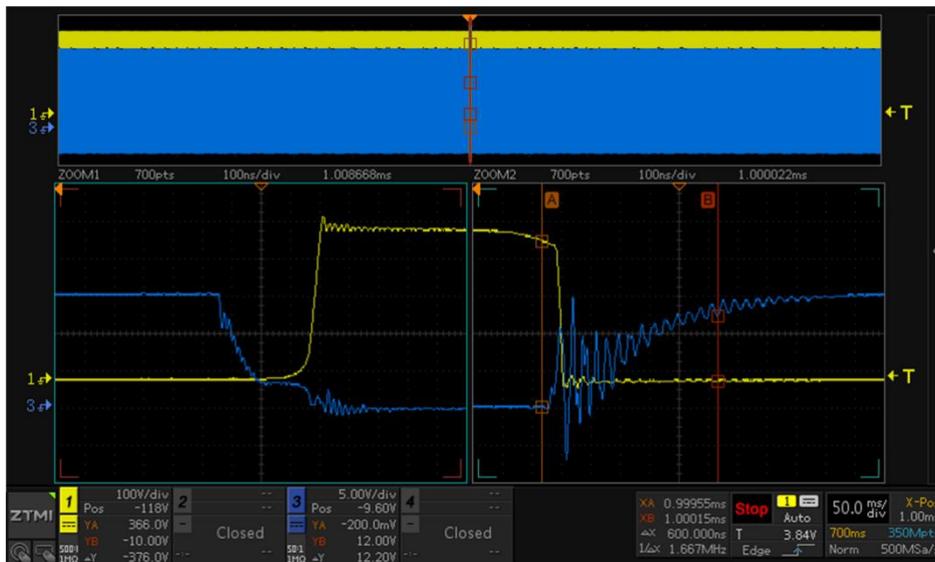


图5 VDS 导通关断波形分别在 ZOOM1、ZOOM2 显示

问题三：如何使用示波器快速测量开关电源纹波？

传统的测试方法一般是这样的：选择输入通道——【通道耦合】设置为“AC”——带宽限制 20M 开启——探头比例设为 X1 档——调节垂直档位到合适值——调节时基——点击【measure】——选择峰峰值、有效值测量项，整体测试步骤繁琐。

现在只要经过简单的设置，测试方法就变成这样的：【AutoSetup】——得到答案。

实例测试如下：

1、使用 ZDS4054 Plus 示波器，测量 Demo 板的 3.3V 电源纹波，如图 6 所示，注意使用弹簧地接地，并使用 X1 档位。



图 6 接线图

2、选择输入通道（这里为通道【1】），将【通道耦合】选择“AC”。

3、点击【Utility】进入系统设置界面，点击【系统】后点击【自动捕获】，此时可选择通道耦合为“Keep”。

4、点击【Auto Setup】，一键捕获电源纹波，如图 7 所示。

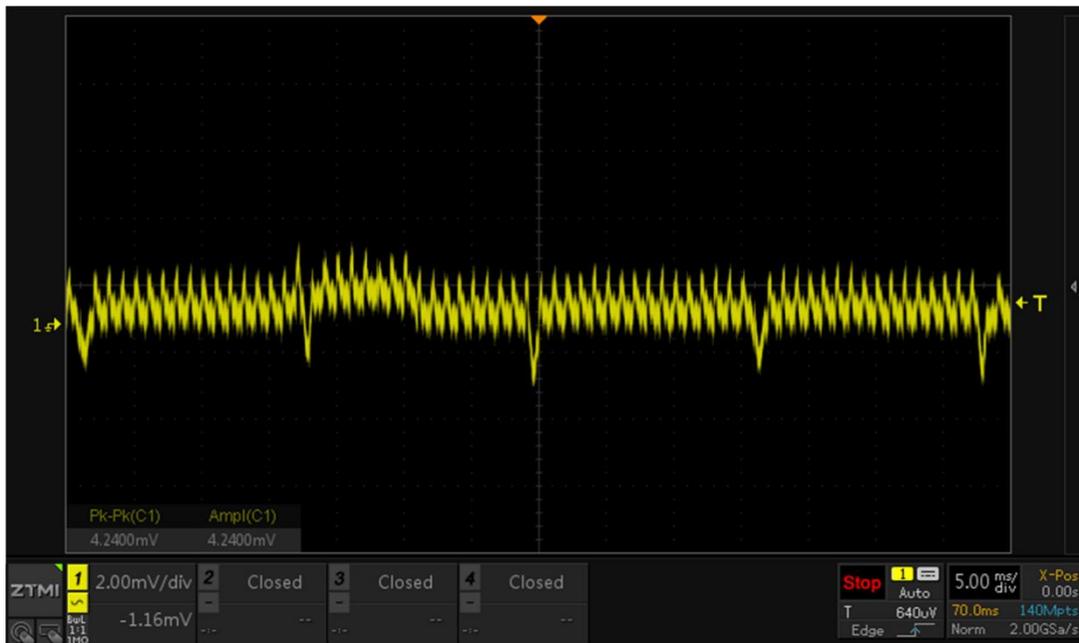


图 7 自动捕获方式

5、后续电源纹测试捕获只需按【Auto Setup】即可实现。

问题四：如何测试开关电源开关损耗功率、瞬时功率、功率因数等参数？

波形自定义运算：ZDS4000 系列示波器除支持简单的加减乘除积分微分运算外，还支持自定义波形表达式运算，如图 8 所示，1 通道是电源的输入电压波形，2 通道是电流波形，只需表达式 $\text{Intg}(\text{CH1} \times \text{CH2})$ 就可以直接得到能量曲线。另外，如电压、电流的相位角、功率因数、瞬时功率

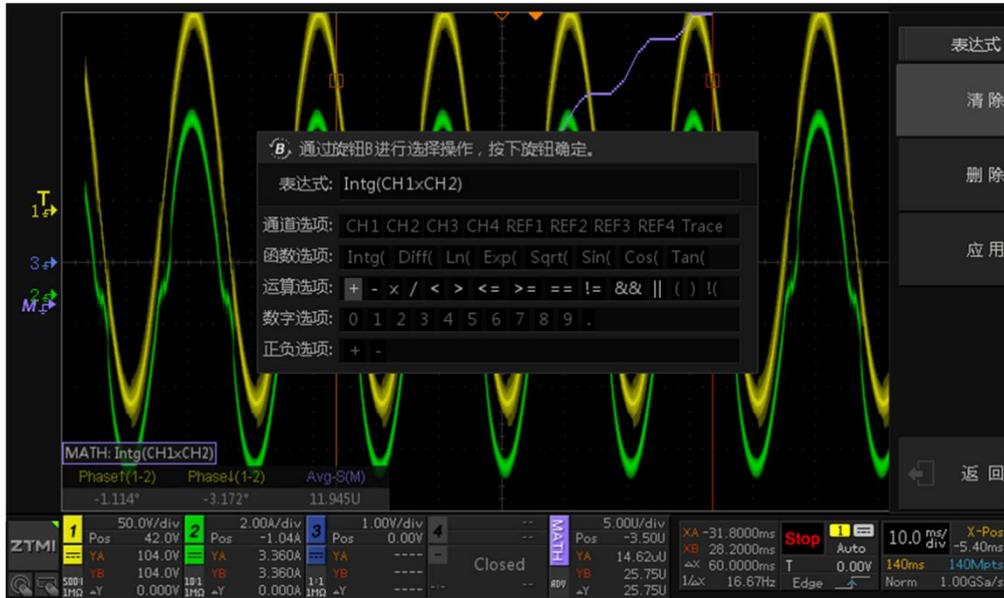


图 8 波形自定义运算

问题五：如何定位分析开关电源调试环节的高频干扰或噪声？

FIR 硬件实时滤波：FIR 滤波是低通滤波器，支持每通道频率范围 50HZ~200MHZ 任意可调，特别适用于过滤掉无用信号，观察特定带宽的场合，如可通过示波器 4Mpts 的 FFT 准确分析电源的干扰噪声，用 FIR 硬件滤波器将干扰过滤，察看隔离干扰后波形效果，非常适用于电源开发环节对纹波、PWM 高频信号的调试。



图 9 PWM 高频信号的调试

总结

ZDS4000 系列示波器基于 512Mpts 存储深度，支持 24 种测量参数同屏显示，结合模板触发、异常搜索、标注及双 ZOOM 等分析插件能够快速定位到我们感兴趣的波形，极大的提高了电源测量分析的便捷性和高效性。