



关于输出纹波测试方法探讨

【关键字】输出纹波，测量方法

【引言】在完全的理想状态下，输出电压为设定的电压值，且应是平滑稳定的线性电压值。但实际情况并非如此，特别是在开关电源中，由于电路中存在电感，MOS，二极管等开关器件，同时PCB上的走线存在寄生电感，寄生电容等参数，在开关器件工作的同时，会在地平面或者输出的正端平面上产生一定的波动，这个就是我们常说的输出纹波。通常输出的纹波频率是和开关器件的频率保持一致。输出纹波太大会造成后级系统掉电重启，也可能直接导致损坏，为了能够使后级负载系统更加稳定，我们要求输出的纹波越小越好。在方案设计和制作样品的过程中，我们通常要测试输出纹波这项参数，但由于有些测试方法的错误，导致测试出输出纹波和实际不相符，所以我们推荐以下几种办法来测试输出纹波。

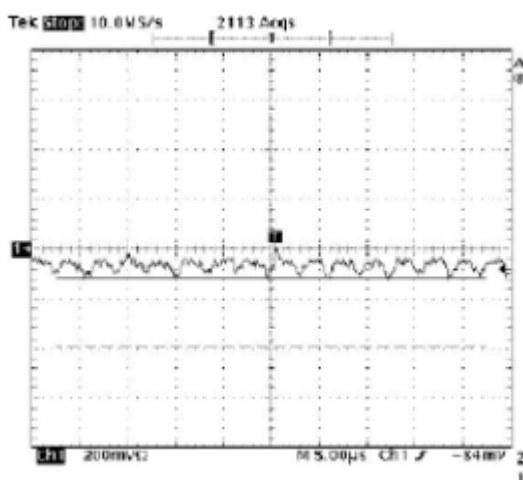
【论述】纹波测试方法有如下几种办法，可以达到和实际输出纹波效果

1、示波器自身参数设置。“带宽限制-20MHZ”“全带宽”

示波器上会有两个模式选择，“带宽限制”和“全带宽”。输出纹波的频率和开关器件的频率保持一致，由于示波器的采样频率一般达到1GS/S，在模拟应用中一般取采样频率为信号最高频率的3~5倍时，才能获得完整的原始信号信息，为了避免探头在采取信号时采样到空间环境中，由于辐射源引入到探头中的纹波，所以在示波器中选择“20MHZ”读取输出纹波。



图一



图二

探头空载下，环境引入的输出纹波幅度

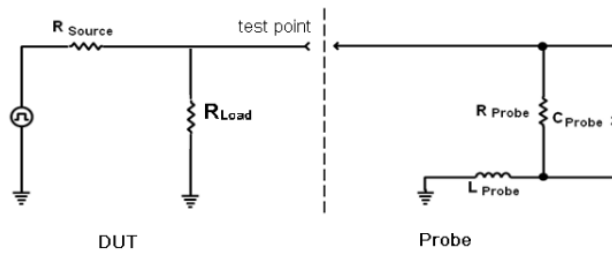


2、示波器中会有选择“交流耦合”，“直流耦合”选项。

示波器上的这两个模式选择，由于纹波均是在直流信号上的一个交流信号叠加，用示波器上的“交流耦合”就是为了小信号的交流信号设计，可以读取到 5mV 左右的最小交流信号，并且可以调整幅度和增益，可以快速和准确的读取出耦合交流的纹波值，即输出纹波值。

3、探头设置，取消探头地线夹。

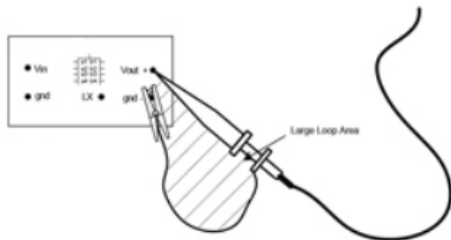
理想的探头应该是对被测电路没有任何影响，同时对信号没有任何失真的，但是由于探头信号线和地线之间存在引线，同时探头自身会带有寄生阻抗和寄生电容。一般无源探头是常用的探头，寄生电容都有几 pF 到几百 pF 的数量级，阻抗通常在几十 K 欧到几十兆欧之间。探头的特性可以等效为 R,C,L 参数。



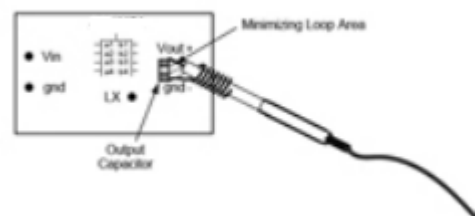
图三: Rprobe, Cprobe, Lprobe 为示波器的寄生参数。

探头地线和信号地之间环路面积越小，电磁场的变化（包括电路板本身产生的和外界环境中的）在环路中感应出的电压越小，测试精度的影响也就越小。另外，当探针与地线环路面积大时，由于地环路电感的增大，会使信号边沿过冲和下冲值增大，引入误差。所以要求测试引出线尽可能短，引出线越长误差越大。

探头自带的地线夹，由于线比较长，类似于一根天线，在测试开关电源输出纹波时，由于会有空间辐射，所以在地线夹上会引入更大的电压波动信号，会影响测试结果，所以不推荐图四的用地线夹直接测量。推荐使用图五的探头顶部的接地直接接触被测信号的地平面上。

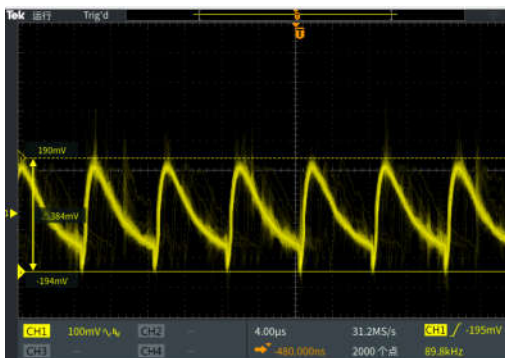


图四(不推荐): 用自带地线夹接被测信号地

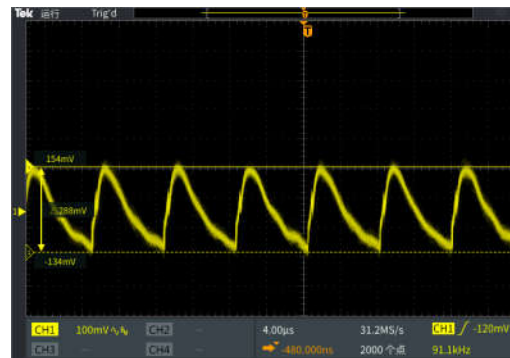


图五(推荐): 探头顶部接地位置接被测信号地

用 TX4136L，输入 100V，输出 5V1A 下，用图四和图五两种测试办法对比测量数据如下



图四不推荐测试方法为 $\Delta V_{pp}=384mV$



图五推荐测试方法为 $\Delta V_{pp}=288mV$



4、探头设置，设置无源探头的合理的比例。

普通示波器会自动检测无源探头的衰减比并重新调整示波器的垂直量程设置，以反应出探头的衰减，信号被衰减,但噪声不会被衰减；示波器内软件将衰减的信号放大 N 倍 (N 为探头衰减比),同时噪声也放大 N 倍。

举例：假设示波器底噪是 5mV ，我们要测试一个实际为 100mV 的纹波。

采用 1: 1 的探头，测试到的纹波就是 5mV （底噪放大一倍）+ 100mV （实际）= 105mV ；

采用 10: 1 的探头，测试到的纹波就是 $5\text{mV} \times 10$ （底噪放大 10 倍）+ 100mV （实际）= 150mV ；

采用 100:1 的探头，测试到的纹波就是 $5\text{mV} \times 100$ （底噪放大 100 倍）+ 100mV （实际）= 600mV ；

可以看出，不可采用高衰减比的探头测试纹波值，这样会造成测试的纹波值偏大，脱离了实际纹波值，当然和示波器的好坏，底噪的大小也有关系，我们[推荐测试纹波时使用探头衰减比为“1X”](#)。