

干货分享 | 为什么纹波噪声不满足规格

摘要：本文简述了纹波噪声的由来、为什么纹波噪声不满足规格的原因、判断方法及解决办法以及进一步减少纹波噪声的方式，供大家学习参考。

关键字：纹波、噪声、测试方法、滤波电路

一、输出纹波噪声的由来

纹波的定义：纹波是指在直流电压或电流上，有规律的叠加在直流稳定量上的交流分量。也就是说现实中的电压和电流并不像我们想象中的是完全稳定完美的一条直线，而是叠加有很多的波动，并且这些波动的频率是固定的，我们把这些波动叫做纹波。

噪声的定义：噪声是指叠加在纹波之上，非连续存在并无规律的电压或者电流尖峰。也就是说噪声指的是叠加在纹波上的杂波，并且噪声的频率并不完全固定统一，存在一定的偶然性。

如果我们想要彻底的解决纹波和噪声，那就需要从根源上了解清楚纹波噪声产生的原因。我们以开关电源为例，通常我们在电源模块的输出端测试到的纹波噪声它的产生原因大致如下：开关器件动作、输入前端低频纹波、线路寄生参数及耦合等引起。

这些纹波噪声最终叠加在电源模块的输出，给各种不同的负载进行供电，也带来了一堆的问题。当电源的纹波噪声过大时，它们可能会影响运放的精度，干扰 AD 或者 DA 模块的工作，使得整机的精度大幅度下降。

二、为什么纹波噪声会不满足规格

通常，电源模块经过整改设计，输出纹波噪声都能限制在比较低的水平内，但在实际的电源应用中，带上各种类型的负载仍然会出现纹波噪声超规格的情况，这是为什么呢？

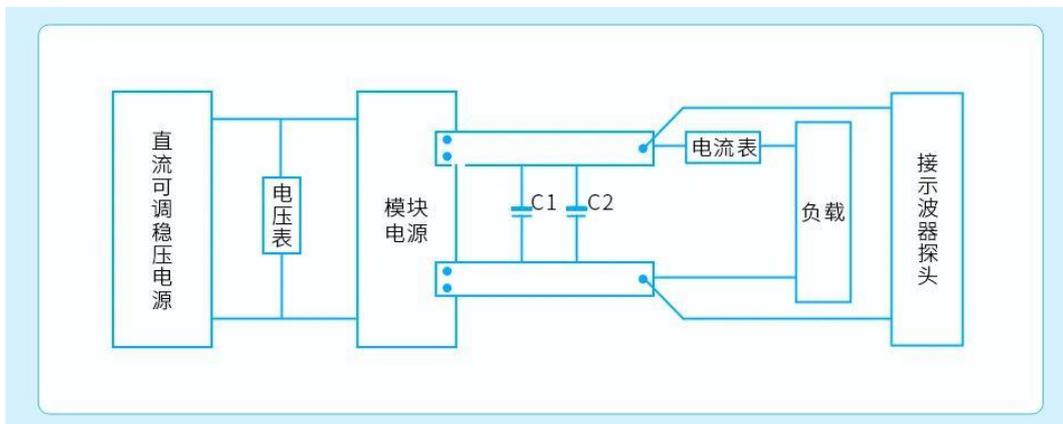
输出纹波噪声超出规格有三个原因：

原因一：地线环引入高频信号干扰，示波器带宽设置较大

①**判断方法**：检查测试纹波噪声的方法是否符合技术手册上的推荐方法和接线方法；

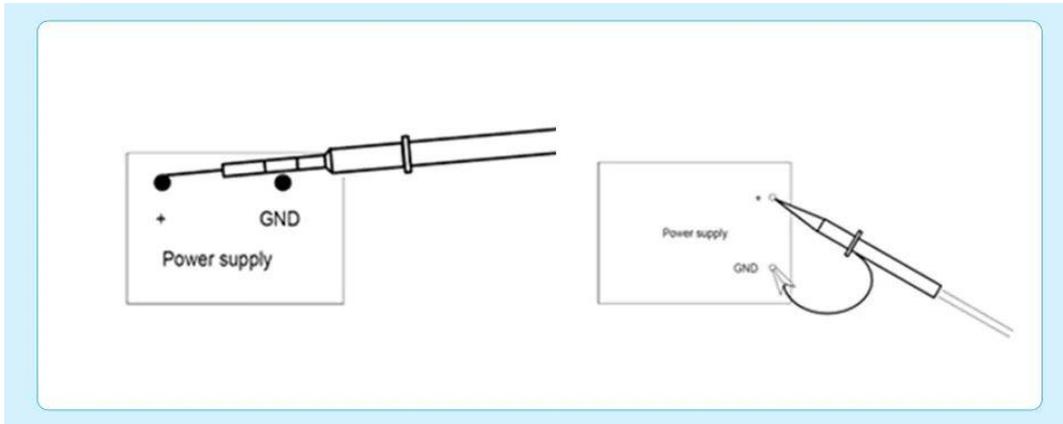
②**解决办法**：使用正确的测试方法，不恰当的测试方法会使得测试失真，导致结果误判等等问题。通常在纹波噪声测试的时候我们会进行带宽的限制，这主要取决于被测模块的工作频率段。以电源模块为例，通常电源模块的工作频率都在 500KHz 以下，开关噪声的频率也大部分在 5MHz 以下，因此在测试的过程中，建议将带宽限制在 20MHz 内，这样才可以确保所测试到的是真实的电源产生的纹波噪声。同时在测试时，为避免示波器的供电电源的地线上会引入干扰，建议将示波器电源线上的地脚剪掉。

常规的测试方法为平行线测试法和靠测法，平行线测试法如下：



图中电容器 C1 为陶瓷电容；C2 为电解电容，默认 C1、C2 分别为 1uF、10 uF；

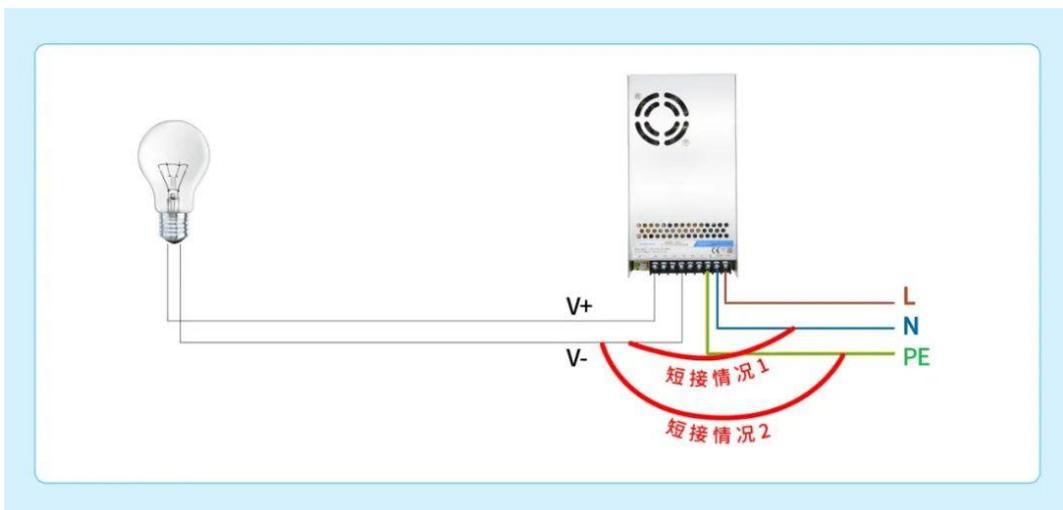
靠测法如下：



相对于常规的甩线测试，靠测法主要是减小了地线环的面积，避免在测试的过程中在地线环路中耦合到干扰，影响了测试结果。主要的方法是像图中所述，将地线夹子去掉，直接使用探头上的环铜作为地使用。这样可以有效的避免外接电磁环境对测试的影响。

原因二：隔离电源模块 N 线或输入大地对输出负极短接

①**判断方法：**排查是否把电源模块 N 线/输入地--输出地短接，排查后端负载板是否存在负极接地点；

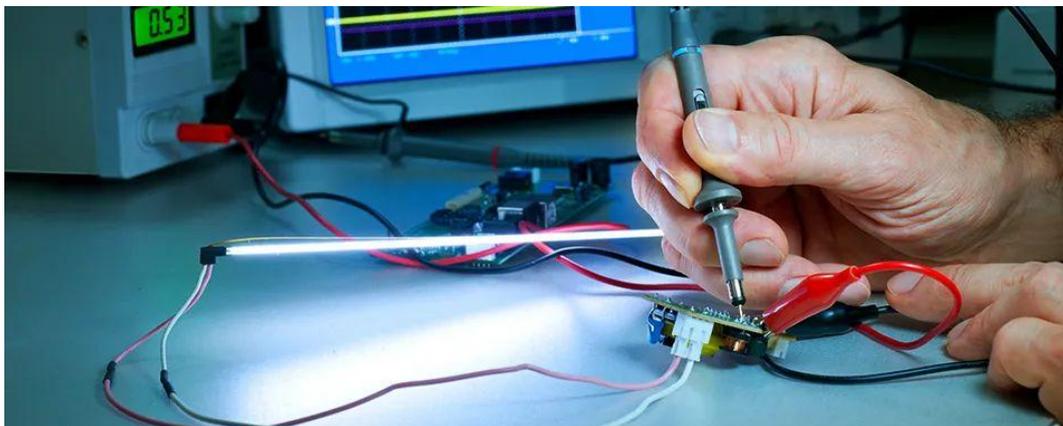


②**解决办法**：实际应用中不建议把隔离电源模块 N 线/输入地--输出地共接，如果实际应用需求负极接地且对 EMC、纹波噪声要求不高或是对隔离电压没有要求情况下可以共地使用；

原因三：电源模块附近有大功率、强干扰设备或部件

电源也是一种敏感设备，也极易受环境的干扰而出现问题，例如空间的干扰、线路的耦合等等，亦或是电源负载存在一定频率的噪声，都有可能使电源的输出纹波噪声超规格。

①**解决办法**：a、应用系统布局将电源模块远离大功率设备；b、电源模块前端加滤波外围电路；c、电源模块输出端引线缩短以减少噪声耦合，有条件必要时可用金属壳屏蔽外界干扰；



三、如何进一步减小纹波噪声

在一些音频及视频的系统，甚至会因为纹波噪声过大，导致图像显示异常、音频工作故障，因此在系统的设计中，降低各个器件的纹波噪声显的尤为重要。

1.降低输入前端的低频纹波：

通常情况下低频的纹波相对噪声要好处理的很多，只需要增加滤波措施就可以将它们解决。一说到滤波措施，首当其冲想到的就是各种类型的电容及电感滤波电路：LC、 Π 型滤波等等。

或者在一些条件允许的系统中，也可以在前端及后端增加稳压器件，来降低纹波噪声，在这种情况下该部分的纹波噪声则完全由稳压器件的性能决定。

同时针对不同频率的纹波对应的滤波器件也会有所不同，通常电解电容用于滤除低频纹波，而陶瓷电容则对中高频滤波效果较好，因此在频率 100KHz 以上的开关电源后面我们建议使用陶瓷电容，这样滤波效果会更好。

2.降低线路寄生及耦合导致的纹波噪声：

在电源模块中带来该类型的纹波噪声的通常是导线上的寄生电容电感、变压器的寄生电容电感、不同器件之间的寄生电感电容等等。这一类型的纹波噪声通常以共模的形式存在，因此降低这种类型的纹波噪声的方法除了尽可能的从设计上改善以上寄生参数外（如优化工艺设计及 PCB 走线等等），还可以施加共模滤波方案。如下图的共模电容及共模电感为常规的共模滤波器件：

