

# 电源纹波和噪声 测试方案



PSO2406-0002CN01



深圳市鼎阳科技股份有限公司  
SIGLENT TECHNOLOGIES CO.,LTD

---

## 版权和声明

### 版权

深圳市鼎阳科技股份有限公司版权所有

### 商标信息

**SIGLENT** 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

### 声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

### 产品认证

**SIGLENT** 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

### 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园一栋&四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: support@siglent.com

网址: <https://www.siglent.com>

---

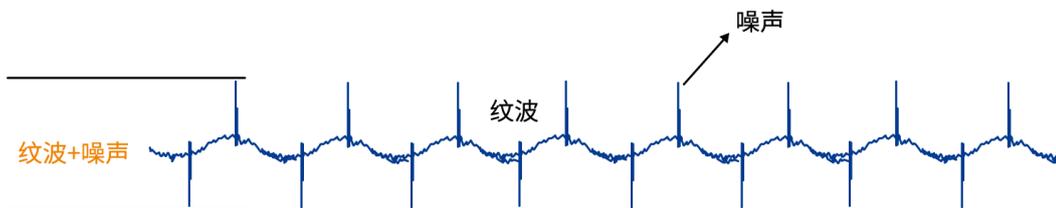
时间	修改内容	修改人
2024. 6. 12	初稿	唐满丽
2024. 7. 19	修改 FFT 功能描述及部分其它用词	曾坤强

## 1 概述

电源是电子产品的心脏，给系统提供源源不断的能量，电源纹波和噪声是评估电源质量的重要参数，它们反映了电源输出的不稳定性和干扰情况。大的纹波或噪声可能会导致电源使用效率低、系统工作不稳定、加速设备老化等问题。因此，在设计和选择电源时，正确测量和评估纹波和噪声水平是非常重要的。

电源纹波是指电源输出中存在的周期性变化或波动，是一种与开关频率同步的成分，是叠加在稳定直流信号上的交流干扰信号，以毫伏（mV 为单位）。不同电源的纹波波形也不一样，它可以由电源设计、电源滤波器等因素引起，也可能受到负载变化或其他外部干扰的影响。

电源噪声不同于电源纹波，它是出现在输出端子间的另一种高频成分，是指电源输出中存在的非周期性的随机干扰，可以理解为由系统内部和外部“干扰”（如电路设计不当、布线不合理、接触不良等）引起的非连续的，无规律的电压或者电流尖峰。



## 2 挑战

近年来，随着电源电压的不断降低、电路切换速度越来越快、芯片封装越来越小以及供电网络的日趋复杂，功率完整性需求不断提高，电源纹波和噪声测量越来越具挑战。测试时常会用到探头，主要是探头比较便捷，能够提供较高的输入阻抗，不容易影响到被测电路。

然而电源的噪声非常低，而在测试时示波器以及探头将会引入噪声，若是使用传统的示波器以及探头或许会出现底噪过大导致噪声及纹波被淹没，或是偏置不足不满足测试需求等情况，因此需要使用高分辨率、超低底噪的示波器以及低噪声、高偏置范围的电源轨探头，如此才能更准确地测量电源纹波和噪声。

此外，在实际测试过程中涉及多个操作，若是操作不当，会引入干扰噪声以及外界的电磁干扰，将降低测量准确性，因此掌握正确的纹波及噪声测量方法至关重要。

## 3 解决方案

### 3.1 示波器的选择

#### 12-bit 高分辨率示波器。

市面上的示波器目前提供 8-bit、10-bit 及 12-bit 三种选择，三者相比，12-bit 示波器的量化等级最高（4096 级）、量化误差最小，因此还原之后的波形将会更准确，测量结果也会更精准。此外，作为一个真正的 12-bit 示波器，其前端放大器和模数转换器（ADC）会针对高分辨率应用进行专门设计，将会拥有更低的噪声，有效位数、直流增益精度等也会更加具有优势，打开高分辨率模式后，分辨率能够高达 16-bit，非常适合电源纹波及噪声的测量。

电源转换器件的基础开关频率可能相对较慢，但边沿速度和上升时间一般要快得多，容易产生高频噪声与谐波，因此选择的示波器必须具有足够高的带宽才能快速诊断与高频干扰有关的问题。鼎阳目前的高分辨率示波器如今带宽已涵盖 70MHz~8GHz，可为用户提供多个可选项。



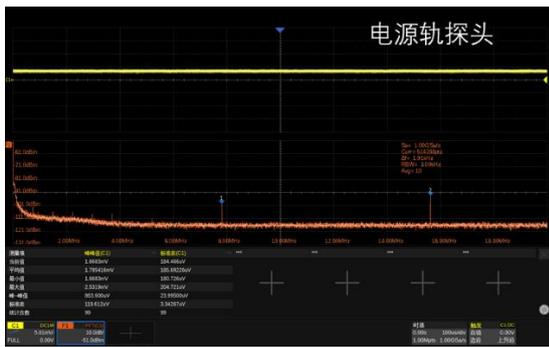
### 3.2 探头的选择

#### 高带宽、低噪声、高输入阻抗、大电压偏移范围的电源轨探头。

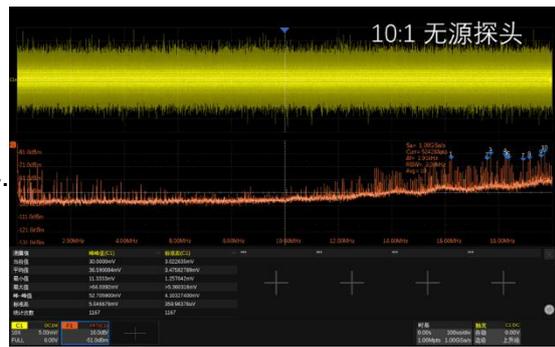
过去工程师在测量电源噪声及纹波时，经常使用无源探头直接探测靠近待测试芯片的电源和地网络，但是常规的无源探头衰减倍数为 1 倍时带宽仅 6MHz，带宽太低，而当衰减倍数为 10 倍时，和示波器连接后示波器的底噪会过大，此时无法保证测试结果的准确性。此外，过去为了测试直流分量上的纹波或噪声通常得在示波器上设置 AC 耦合方式，但是 AC 耦合在滤除直流分量的同时也会滤除低频噪声和漂移，因此需要一款垂直偏移范围够大的探头用以测试。

推荐专用于测试电源纹波和噪声的鼎阳科技电源轨探头——SAP4000P，其 mV 级灵敏度有利于用户更精准地探测直流电源上的噪声、纹波和瞬态变化，可为测量电源轨提供低噪声、大偏置范围解决方案。

下面是单独连接电源轨探头与 10:1 无源探头的噪声对比图，不接任何被测物，所有其他条件保持一致，可以清晰看到，使用无源探头之后的噪声远远大于电源轨探头：



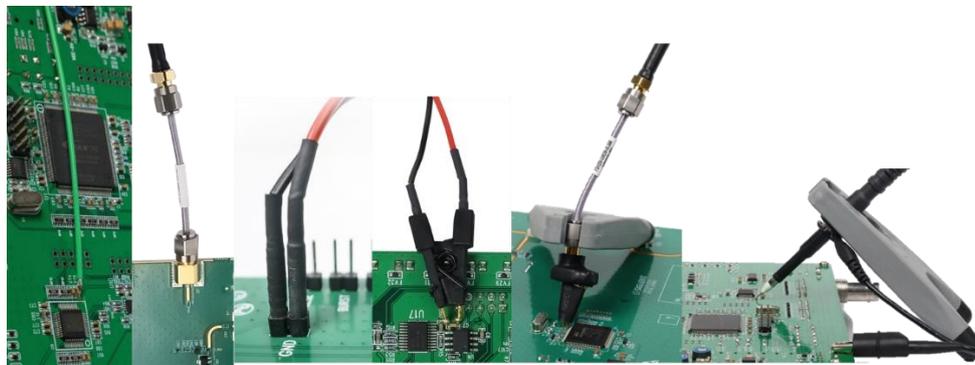
4.



SAP4000P 带宽高达 4GHz，低噪声的特性有助于区分示波器和探头的噪声与被测的 DC 电源的噪声和纹波，±24V 的偏置设置范围可轻松将具有直流分量的动态信号调整到示波器屏幕中心线附近，输入动态范围可达 +/-600mV，允许用户测量电源电压的大幅度跳变。此外，低频时 50 KΩ 高阻抗可消除负载效应，最大程度降低对待测电源的干扰，而高频时的 50Ω 低阻抗则可匹配同轴电缆，提高测试带宽。



SAP4000P 还提供多个配件，如双公头 SMA 线缆、高频点测探头、微型 SMD 夹子等，可灵活设置多种连接方式，如线缆直接连接、被测点处焊接、无源探头点测等，可满足不同应用场景的使用需求



### 3.3 注意事项

**示波器带宽。**电源纹波是低频噪声，与开关频率相同，通常是几十到几百 kHz，因此测量可将带宽限制在 20MHz，避免高频噪声影响纹波测量，而电源噪声是高频干扰，一般是指全带宽下输出电压上叠加的交流量，测量时需要打开全带宽。

**示波器垂直刻度。**垂直档位越低，示波器系统底噪就越小，因此在测量时可利用垂直档位旋钮的粗调和微调功能将信号波形放大占满屏幕的 80%—90%，如此示波器可提供更大的分辨率。

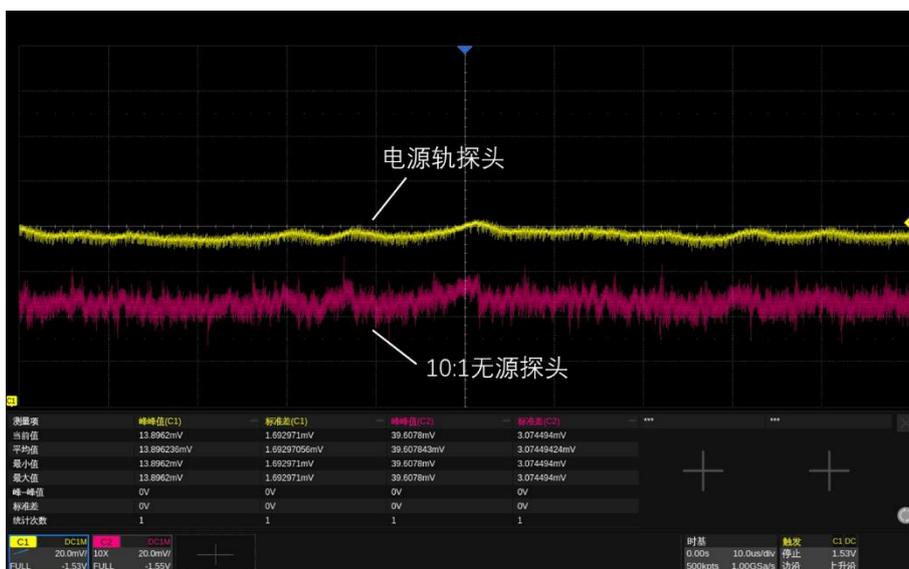
采样率的大小。原则是感兴趣的波形细节的上升沿采样 3-5 个点，最好是 5 个以上的点，高采样率能够减少测试波形的失真。

接地方法。当使用普通无源探头时，为避免过多的噪声耦合到纹波测试，探头 GND 与测试点的距离应尽可能短，避免因待测信号的环路过大将 EMI 信号引入测试结果，正确的方法是使用探头针尖点测和短弹簧地针以减小电磁干扰的引入，其他如采用双引线适配器连接和微型 SMD 夹也可增加测试方便性。



### 3.4 测试结果

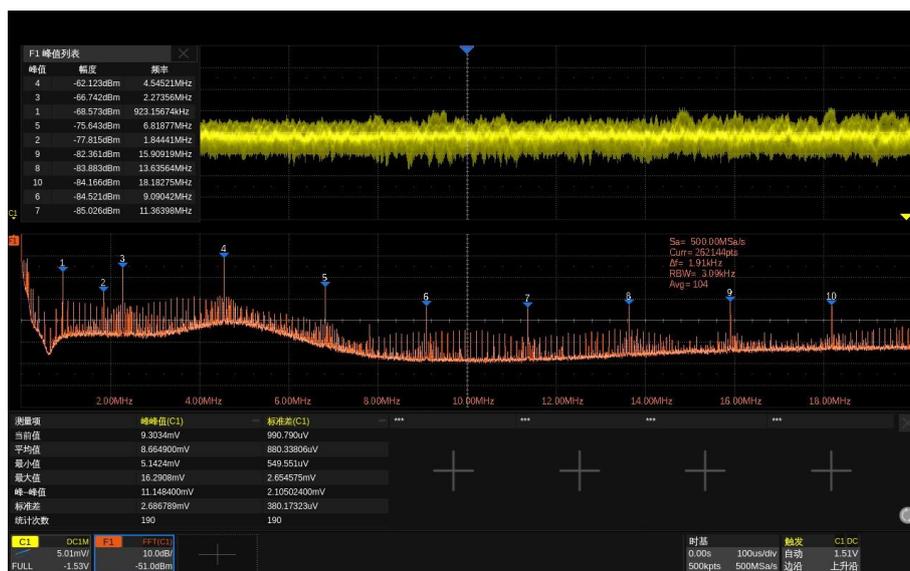
分别使用电源轨探头和无源探头对同个被测物的同个被测点（DDR3 电源引脚上的滤波电容）进行测试，水平时基、垂直档位、阻抗大小等设置相同（为清晰看到两条波形设置了不同的垂直偏移以及未调节垂直档位至波形占满全屏），选择标准差以及峰峰值进行测量，可明显看到使用普通无源探头测试时信号已被噪声淹没，而电源轨探头能够准确得到测试结果。



### 3.5 结果分析

在电源噪声的分析过程中,可以直接通过示波器观察并测量电源纹波及噪声，据此推断干扰的来源，但是随

随着数字器件电压日趋降低，电源设计难度大幅增加，观察时域波形也无法定位问题所在，此时可以通过 FFT(快速傅立叶变换)进行时频域转换，将时域电源波形转换到频域进行分析，从下面 FFT 图中可以看出噪声主要的频率成分。在电路调试时，可以从时域和频域两个角度分别来查看信号特征，能够有效加速调试进程。当然，不同示波器经过 FFT 后频谱效果也不大一样，这主要与点数相关，支持的点数越多，频率分辨率越高，FFT 效果越好，目前鼎阳科技的 SDS7000A 系列 FFT 最多可支持 32Mpts。并且，支持峰值列表，可以直观显示出主要频率分量的幅值及频率。



## 4 小结

本文介绍了使用鼎阳高分辨率示波器搭配低噪声、大偏置范围、高阻抗输入的电源轨探头 SAP4000P 进行电源纹波和噪声测试时的注意事项与调试技巧，如需要考察这些干扰对于高速信号传输的影响，可选择使用眼图与抖动分析功能（SDS6000Pro、SDS6000L、SDS7000A 系列支持）进行进一步分析。

## 关于鼎阳

鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业, A股上市公司。

2002年, 鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发, 2005年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展, 鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品, 是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一, 国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳, 在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司, 在成都成立了分公司, 产品远销全球80多个国家和地区, SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

## 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司  
全国免费服务热线: 400-878-0807  
网址: [www.siglent.com](http://www.siglent.com)

## 声明

 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标, 事先未经允许, 不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。  
本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更, 恕不另行通告。

## 技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件, 仅在得到许可的情况下才会提供, 并且只能根据许可进行使用或复制。

