

## 直流电源输出的纹波和噪声的测量

同金<sup>1</sup>, 马煜峰<sup>2</sup>

(1 西门子信号有限公司, 陕西 西安 710016; 2 北京华控技术有限责任公司西安分公司, 陕西 西安 710119)

**摘要:**对于直流电源纹波和噪声的测量, 不同的测量方法测量的结果往往差别较大。针对这个问题, 本文先介绍了电源输出的纹波和噪声的基本概念, 并在此基础上介绍了三种常见的纹波和噪声的测量方法: 直接测量的方法、去掉探头和探头接地线的测量方法和使用同轴电缆的测量方法。通过分析、比较, 阐明了不同测量方法之间的区别, 明确了对示波器的要求及测量的注意事项, 以使大家能够根据具体情况选用适宜、方便的测量方法, 准确地测量到直流电源输出的纹波和噪声。

**关键词:** 电源; 纹波; 噪声; 示波器; 测量

**中图分类号:** TN806 **文献标识码:** B

## Measuring ripple and noise of DC power supply

Tong Jin<sup>1</sup>, Ma Yufeng<sup>2</sup>

(1 Siemens Signalling Company Ltd., Shaanxi, Xi'an 710016; 2 Xi'an Branch of Beijing Huakong Technology Co., Ltd., Shaanxi, Xi'an 710119)

**Abstract:** For measuring ripple and noise of DC power supply, sometimes the result is very different because of different measurement method. For solving this problem, the paper introduces the concept of the ripple and noise of the DC power supply, and also introduces some familiar measurement methods: directly to use the probe, to use the probe without the clip and the ground wire, and to use the coaxial cable. By analyzing and comparing, the difference of the different measurement method is clarified; the requirements to the oscillograph and the notes for measuring are also clarified. It is useful to help us to choose the proper and convenient method for correctly measuring the ripple and noise of DC power supply according to the actual cases.

**Keywords:** Power supply; Ripple; Noise; Oscillograph; Measurement

### 0 引言

随着技术发展, 开关电源由于它的众多优点, 如功耗小、效率高、体积小、重量轻、稳压范围宽等, 得到了越来越多的应用, 但同时也伴随着严重的开关干扰。本文就以开关电源为例, 先介绍纹波和噪

声的来源, 然后介绍纹波和噪声的测量方法。

### 1 纹波和噪声的概念

纹波和噪声: 直流电源输出电压中的交流分量。

纹波: 指直流电源输出电压中周期性的交流分

量

噪声：指直流电源输出电压中随机产生的交流分量

典型的开关电源的纹波和噪声如图 1 所示。

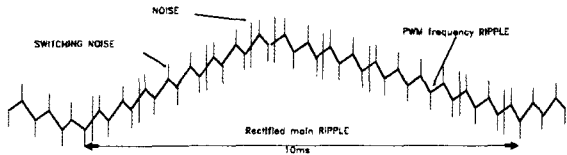


图1 纹波和噪声示意图

图中主要展示了 4 种交流分量，即四种纹波和噪声

- (a) 工频二次谐波，属于低频纹波
- (b) 开关电源脉宽调制 (PWM) 时产生的纹波
- (c) 与 PWM 频率相同的开关噪声
- (d) 与工频和开关电源工作频率无关的随机噪声

其中第 (b)、(c) 项为开关电源特有缺陷，是由开关电源的工作原理所决定的。

纹波和噪声本是 2 个不同的概念，但通常在工程上，在对电源进行检验或验收时，我们并不刻意去把它们分开，我们关注的是接受供电的仪器仪表设备是否会受影响。因而测量的是电源输出端纹波和噪声二者的合成干扰，通常用峰-峰值 VP-P 表示，单位为毫伏 (mV)，也可用方均根值表示。

## 2 纹波和噪声的测量

示波器是电子行业常用的仪器，会用它来测量信号的人很多。但在测量纹波和噪声如此小的信号的时候，要做到准确测量，就需要注意很多细节。

### 2.1 直接使用示波器的标准探头来测量

这种方法 (见图 2) 是测量信号经常使用的，

用这种方法测量 TTL 电平信号没有任何问题。但是用来测量纹波就可能有问题了。

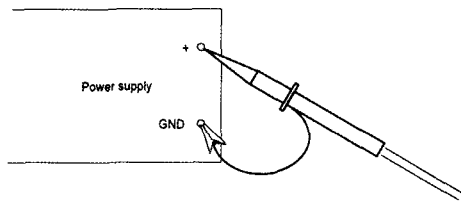


图2 常用测量方法

探头上的地线所形成的回路如同一个接收天线，会接收空间的电磁波。尤其在测量开关电源的纹波和噪声的时候，由于电源内部的开关器件工作时产生的高频振荡波会产生一定辐射，如果电源的设计缺乏屏蔽考虑，这时探头地线形成的回路就有可能接收到很大的干扰信号。这一点，可以通过如下的实验验证 (见图 3)。

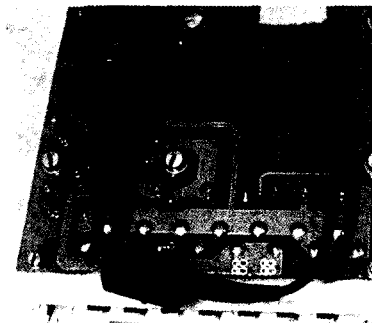


图3 空间干扰测量

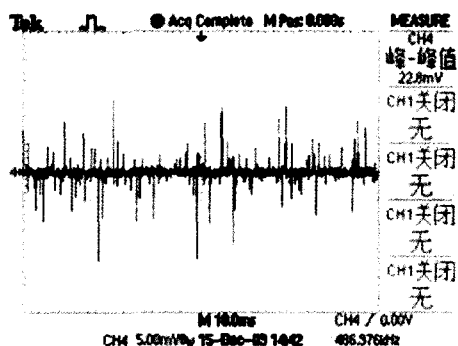


图4 空间干扰波形

从图 3 和图 4 可以看到，仅仅把示波器探头的接地线接到探头钩上，探头悬空，在某开关电源周围就可感应到高达 20mV 以上的干扰信号。

但是，这并不是说，图 2 所示的方法就不能测

量纹波和噪声了。采用这种方法测量纹波和噪声的前提是，测量点周围没有明显的空间干扰信号。我们可以通过图 3 的方法来检查测量点周围是否有干扰信号，如果测量到的干扰信号较大，就不可以采用这种方法了。

## 2.2 去掉标准探头的接地线和探头前端的探头钩后来测量

这种测试方法（见图 5）避免了探头的接地线形成回路而感应到干扰信号，且使用方便。

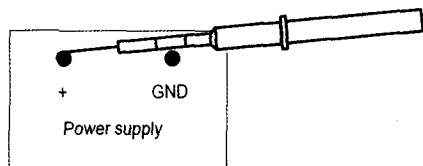


图5 改良的测量方法

根据经验，对于同一测量点，采用图 2 和图 5 两种方法测量的结果，有时候差别并不大，那是因为测量点周围恰巧没有较强的干扰信号而已，并不是这两种方法没有区别。

但是，当测量点位置不在探头可直接接触范围内时，这种方法就不适合了，需要采用同轴电缆的方法来进行测量。

## 2.3 用50Ω同轴电缆代替示波器探头进行测量

这种方法可以在很多复杂的环境下使用，但是也要注意同轴线和引入的 RC 网络的接法，引线和引脚应尽可能短，避免形成能够感应辐射的类似于环型天线的环路。

## 3 纹波和噪声测量的注意事项

### 3.1 示波器的带宽

通常，如果没有特殊要求，测试带宽一般设定为 20MHz，而所用示波器的带宽应大于 50MHz。

之所以这样要求，有如下原因：

目前的开关电源产品的开关频率在几十 kHz 到几 MHz，因此由于开关器件工作所产生的主要干扰只会存在于低频段，会远远小于 20MHz，由于历史原因，在没有特殊要求的情况下，测量纹波时示波器测试带宽默认为 20MHz。

为了准确测量 20MHz 带宽内的干扰信号，降低测量误差，需要示波器本身的工作带宽为测量带宽的 3 倍以上。根据目前市场上的示波器的规格，选用带宽大于 50MHz 的示波器即可。

泰克的示波器可在示波器内设置 20MHz 带宽开/关，安捷伦的示波器有些则没有 20MHz 带宽选项（其内部可设置 25MHz 带宽开/关），需另购其 20MHz 专用探头。

在实际使用中还要注意，不同的行业要求有时是不同的，比如通信行业，就不能只关注 20MHz 以下的干扰。在实际工作中要根据具体情况选用合适的测量带宽。

### 3.2 测量方法的选择

在工程上对干扰信号的测量，不求十分精准，主要为找到问题并克服/解决它，所以，要根据具体情况，选用方便适用的测量方法。只要我们清楚了不同测量方法的区别，针对不同环境和测量需要，就不难选择适当的测量方法来准确测量纹波和噪声了。

在纹波和噪声的测量过程中，对于同轴电缆的使用，也有很多不同的方法，主要是为消除测量

线引入的干扰而在测量端及示波器端接入不同的 R、C 元件。

有时候,有些行业考虑到行业特点,对电源制定了专门的标准,并规定了具体的测量方法,这时候就得按照标准规定的方法来进行测量。

## 4 结论

在实际工作中,如果对直流电源或测量没有专门的要求或相应的标准,就可采用本文介绍的测量纹波和噪声的常规方法。在测量之前,一定要清楚对被测电源有没有特殊要求,应用行业有没有特殊性或相关标准;如果是直流电源制造商,最好能和客户沟通并得到认可,这样的测量结果才能被各相关方都接受。

## 参考文献

- [1] GB/T 14714-2008 微小型计算机系统设备用开关电源通用规范 [S].
- [2] GB/T 17478-2004 低压直流电源设备的性能特性 [S].
- [3] JJG (航天)6-1999. 直流稳定电源检定规程.
- [4] 俞江洁. LED 驱动器输出纹波和噪声的测量方法 [J]. 电子质量,2009(8):19-19.
- [5] 吴腾奇. 示波器测量指导(上)[J]. 电子测试,2007(9):86-89.
- [6] 吴腾奇. 示波器测量指导(下)[J]. 电子测试,2007(10):86-90.
- [7] 韩晶. 开关电源测试实例 [J]. 电子测试,2007(12):81-83.
- [8] 常山. 常用电源技术标准概述 [J]. 电子测试,2007(12):29.
- [9] 徐焕蓉. 直流稳压电源的纹波测量问题 [J]. 计测技术,2008(5):67-69.



作者简介:同金,,测试工程师,大学本科。多年来在西门子信号有限公司一直从事产品的质量检验和测试工作。E-mail: jin.tong@siemens.com

(上接 87 页)

- [1] 电子学报,2009(4):36-42.
- [2] 马亚明等. 空间索引与多尺度表达的一体化模型研究 [J]. 武汉大学学报:信息科学版,2008(12):1237-1241.
- [3] 王磊. 索引在查询优化中的作用 [J]. 长春理工大学学报,2009(2):181-182.
- [4] 姚徐等. 多级索引的藏语分词词典设计 [J]. 计算机应用,2009(S1):185-187.
- [5] 张庆扬等. 使用二级索引的中文分词词典 [J]. 计算机工程与应用,2009(19):143-145.
- [6] 应俊等. 一种基于多重索引的大规模数据快速查找算法 [J]. 计算机科学,2009(3):264-266.
- [7] 王珊,萨师宣. 数据库系统概论 [M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2007.
- [8] 严蔚敏,吴伟民. 数据结构(C语言版) [M]. 北京:清华大学出版社,2004.

作者简介:于绍娜,讲师,主要研究方向为数据库、分布式计算。E-mail:yusuncun@163.com