

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.01.12

直流稳流电源输出纹波和噪声的测试方法

伍平英, 王建立

(中航工业金城南京机电液压工程研究中心, 江苏 南京 211102)

摘要: 如何准确测量出直流稳流电源输出纹波和噪声是电源检定/校准工作中需要解决的问题。通过具体事例分析了用不同的测量设备测量同一台电源的纹波电压其结果不同的原因, 提出了在测量稳流电源的纹波电压的过程中如何选择负载类型, 为实际电源纹波测量工作提供了一些参考。

关键词: 稳流电源; 纹波电压; 电压测量; 负载

中图分类号: TB971

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)01-0049-03

Measurement Methods of Current Ripples and Noises of DC Power Supplies

WU Pingying, WANG Jianli

(Nanjing Engineering Institute of Aircraft Systems, AVIC, Nanjing 211102, China)

Abstract: It is important to measure accurately the output ripples and noises of DC constant-current power supplies in the verification and calibration of power supplies. This paper presents specific cases and analyzes the reasons for different measurement results made by different measurement devices on the ripple voltage of a same power supply. It proposes a method for selecting different loads during measuring the ripple voltage of constant-current power supplies and provides references to our practical measurements on ripples.

Key words: constant-current power supply; ripple; voltage measurement; load

0 引言

实验室用直流稳定电源(输出电压小于 100 V, 输出电流小于 30 A, 功率小于 1 kW)都需要周期检定或校准, 其中输出纹波和噪声(以下简称纹波)是直流稳定电源的一项重要指标, 纹波是指在直流电压或电流中叠加在直流稳定量上的交流分量^[1]。直流稳定电源中的纹波包括直流稳定电源工作在稳压状态和稳流状态下的纹波, 本文只讨论稳流状态下的纹波测量。该项指标如果过大会影响甚至损坏被它控制的设备。而随着电源技术的快速发展, 稳定电源在稳流状态下纹波(20 Hz ~ 20 MHz)有效值最小能控制在 2 mA。但在对该项参数的实际测试中, 由于环境干扰、测试方法、测试设备等原因使得我们的测试数据偏大或偏小, 无法准确考核被测直流稳流电源的该项参数是否符合要求。本文主要讨论如何准确测量实验室用直流稳流电源(以下简称直流稳流电源)的纹波。

1 稳流电源纹波电流的来源及表示方法

直流稳流电源根据工作原理可分为线性电源和开关电源。其纹波电流的主要来源^[2]为:

1) 输入低频纹波, 其频率与电源的整流方式有关, 一般为供电电源的一倍或几倍, 这是线性电源纹波电流的主要来源;

2) 由高频功率开关变换电路产生的开关高频纹波;

3) 功率器件开关过程中寄生电容和电感谐振而形成产生超高频谐振噪声, 频率一般为 1 ~ 10 MHz;

4) 由功率器件与散热器间、变压器原副边之间寄生电容以及导线上、变压器与机壳之间存在着寄生电感或寄生电容, 因此当有一定的电压作用在功率器件上时, 就会产生共模纹波噪声;

5) 闭环调节控制设计不当会引起调节器的振荡或自激产生附加纹波, 此类纹波没有固定的频率。

纹波可以用有效值或峰峰值表示, 其表示形式可以是绝对量(单位 mA), 也可以是相对量(也称为纹波系数)^[3]。

收稿日期: 2014-07-25; **修回日期:** 2014-10-21

作者简介: 伍平英(1970-), 女, 高级工程师, 从事电磁计量工作, 研究方向为电源和大电流输出设备的校准与测试。

2 电压信号测量法

稳流电源的纹波是电流信号,一般在 10 mA 以下,测量带宽最低要求为 1 MHz。普通的交流毫安表不能满足要求,因为它的测量带宽为 50 Hz ~ 10 kHz;而交流电压信号的测量带宽最高可到 20 MHz,因此需要将其转换成电压信号进行测试,称为电压信号测量法。

2.1 测量原理及方法

电压信号测量法的原理框图见图 1,将被测电源的输出电流通过直流电流电压转换器变换为电压,然后用示波器或交流毫伏表测量电流电压转换器两端的电压值,按式(1)或(2)计算被测电源的纹波电流值。

$$I_{p-p} = U_{p-p}/R \quad (1)$$

或

$$I_{rms} = U_{rms}/R \quad (2)$$

式中: I_{p-p} 为被测电源的纹波电流峰-峰值, A; U_{p-p} 为用示波器测得的直流电流电压转换器的交流电压峰-峰值, V; R 为直流电流电压转换器对应的电阻值, Ω ; I_{rms} 为被测电源的纹波电流有效值, A; U_{rms} 为用交流毫伏表测得直流电流电压转换器的交流电压有效值, V。

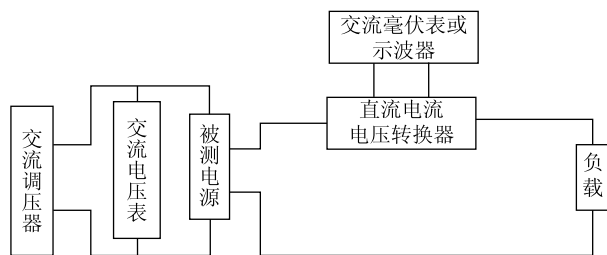


图 1 电压信号测量法原理框图

2.2 测量设备的选取原则及使用

根据电源的纹波来源可知,线性电源的纹波电流主要来源是输入低频纹波,频率不高,可选用带宽为 1 MHz 交流毫伏表测量;开关电源的纹波频率带有高频成份,其频率可高达 10 MHz,可选用带宽限制为 20 MHz 的示波器^[4]。表 1 给出了分别用交流毫伏表和示波器对线性电源和开关电源的纹波进行测试的结果,从表 1 中可以看出,示波器的带宽大于 1 MHz,如果用示波器测量线性电源的纹波容易引入外界高频干扰,使测量的数据偏大;而对于开关电源,因为它的纹波有高频成份,但所使用的交流毫伏表的带宽小于 1 MHz,高频信号无法测得,所以测得的数值偏小,无

法准确反映出被测电源的纹波电流。

表 1 不同设备测得两种电源的纹波电流值 mA

电源种类	纹波电流有效值 (GVT-427 型交流毫 伏表,带宽 1 MHz)	纹波电流峰-峰值 (HDO4022 型示波器, 带宽 20 MHz)
线性电源	3	25
开关电源	4	15

2.2.1 交流毫伏表的选取

交流毫伏表分为数字式和指针式,指针式的响应速度快,一般建议采用指针式,其分辨力至少要达到 10 μ V;如果采用数字式的,则采样速率一定要快,带宽要符合要求,否则测量结果偏小,不能准确反映被测量的值。

2.2.2 示波器的正确使用

示波器在测量纹波时需要注意以下几点:

1) 电压探头使用 1:1 探头;

2) 带宽限制选择 20 MHz^[5];

3) 去除示波器探头上的夹子与地线,使用接地环,或用铜线绕在示波器的接地端,尽量减少示波器地线与探针的距离;

4) 直接与被测电源的测试端连接;如果示波器的探头不是直接接触被测端,应用双绞线,或者 50 Ω 同轴电缆方式测量^[2]。

3 负载的选取

做纹波电流测试时,负载的选择相当重要。直流稳流源实际使用中的负载有纯电阻性、感性和容性三种情况,负载不同所测得的纹波电流也有差异。而稳流源的说明书上给出的纹波电流指标一般是指在纯电阻负载下测得的。实验室有电子负载和纯电阻性负载可选,如果用电子负载,需注意电子负载自身的噪声应小于被测电源的 5 ~ 10 倍^[1],否则测得的数据偏大,容易造成误判。但有的电子负载并没有给出自身的噪声,因此根据工作经验,建议测量线性电源的纹波时,用纯电阻性负载;测量开关电源的纹波时,可以用电子负载,但在测得的数据超差时应换成纯电阻负载再试一次,根据结果再做判断。表 2 给出了线性电源和开关电源在纯电阻负载和电子负载下测得的纹波电流值,可以看出在电子负载下测得的值明显偏大。

表 2 不同类型的负载对测量结果的影响 mA		
电源及纹波电流值	纯电阻负载	电子负载
线性电源的纹波电流有效值 (GVT-427 型交流毫伏表, 带宽 1 MHz)	3	5.5
开关电源的纹波电流峰-峰值 (HDO4022 型示波器, 带宽 20 MHz)	25	35

4 结 论

在测量稳流电源纹波电流的过程中, 测量设备的选取和设置很重要, 而外界干扰对测量结果的影响也是不可忽视的。所以选择合适的测量设备, 采用正确

的测量方法, 并在实际工作中积累经验是我们能够获得较为准确的测量结果的前提。

参 考 文 献

[1] 徐焕蓉. 直流稳压电源的纹波测量问题[J]. 计测技术, 2008, 28(5): 67-69.

[2] 李树民, 褚雨歆. 直流稳定电源纹波的测量方法与研究[J]. 电源技术应用, 2011(10): 30-36.

[3] 中国航天工业总公司. JJG(航天)6-1999 直流稳压电源检定规程[S], 北京: 中国计量出版社, 1999.

[4] 同金, 马煜峰. 直流电源输出的纹波和噪声测量[J]. 电子测试, 2010(2): 88-91.

[5] 曾秀云, 熊邦宏. 关于测量直流电源纹波的探讨[J]. 中国科技纵横, 2011(13): 415-416.



《化学分析计量》2014 年第 6 期目次

标准物质

氮气中六氟化硫气体标准物质的研制

分析测试

HPLC 法同时测定白花蛇舌草中对香豆酸和熊果酸的含量

超高效液相色谱串联质谱法测定婴儿奶粉中的维生素 B12

酚酞喹在辣根过氧化物酶发光检测中的应用

盐酸吡哆辛在聚烟酸修饰电极上的电化学行为及测定

固相萃取-气相色谱-串联质谱法测定塑料食品包装材料中 3 种抗氧化剂的残留量

芍药汤活血有效部位在大鼠体内整体吸收规律的 HPLC 指纹图谱研究

高效液相色谱法测定强化食品中维生素 C 的含量

在线固相萃取-液相色谱法测定水中 3 种微囊藻毒素

光谱联合电泳法研究双酚 A 与肿瘤相关 DNA 的相互作用

微波消解-ICP-OES 法测定陶土中铅和镉含量

差示扫描量热法测定比沙可啶的纯度

紫尿酸-Fe(Ⅲ)分光光度法测定盐酸羟胺

气相色谱-质谱法测定白酒中的邻苯二甲酸酯类热抽取法测定

钴块中氢含量

微波消解-石墨炉原子吸收法测定药食两用中药材中的铅

顶空毛细管气相色谱法测定吡虫啉中的丁酮

顶空气相色谱法同时测定饮用水中苯系物和溴代苯、对氟溴苯

ICP-AES 法测定稀土硅铁球化剂和孕育剂中钙、镁、铝、锰、镧、铈

电感耦合等离子体发射光谱法测定磷石膏中的水溶性五氧化二磷

气相色谱法测定工作场所空气中的毒死蜱

ICP-AES 法测量铍钴铜合金中主元素铍、钴的含量

X 射线荧光光谱法测定灰岩中 14 种主微量元素

紫外可见分光光度法快速测定苯硫酚

计量技术

液相色谱仪检定规程 JJG 705-2014 解读

仪器设备

岛津 AA-7000 系列原子吸收仪自动进样器混合口功能的应用

样品处理

超声波提取含羞草种子中总黄酮工艺条件优化研究

综述

大气本底温室气体测量标准物质研究进展

气相色谱-串联质谱在食品农药残留检测中的应用进展

《宇航计测技术》2014 年第 6 期目次

光电自准直仪自适应光源设计方法研究

电子经纬仪测量系统交会测量误差分析

四轴飞行器姿态监控系统设计

动基座条件下舰载机快速传递对准方法研究

冷镜式露点仪测量精度影响因素分析

基于模糊 PID 控制的燃气调压系统设计

某系留气球抗风性能仿真分析

一种高集成高可靠位移、压差信号变送器设计

Pierce 振荡电路调谐特性分析及在飞行器频综加速度效应补偿中的应用

某型无人机半实物仿真系统设计与实现

改善高频宽压控品振频率温度稳定性方法

SINS/GNSS 组合导航系统可视化仿真

基于数字技术的高精度守时系统

基于 CPLD 的雷达信号发生器设计

基于蓝牙 4.0 的接近度分类室内定位算法

基于 LabWindows/CVI 的数字量变换装置测试软件设计

基于贝叶斯网络工况分类的民机引气系统异常检测

舰载无人机飞行安全性评估方法研究

计量校准测试实验室综合管理系统的设计与实现

计量工作保障型号任务完成型号任务促进计量技术发展