

直流稳压电源的纹波测量问题

徐焕蓉

(中国电子科技集团公司第二十研究所 计量中心, 陕西 西安 710068)

摘要: 介绍了直流稳定电源的纹波产生原因以及测量方法。对纹波测量时, 选用不同的测量标准, 最后测量的结果不同。

关键词: 纹波; 谐波; 直流电源

中图分类号: TM 932

文献标识码: B

文章编号: 1002- 6061 (2008) 05- 0067- 03

1 问题的提出

在一次直流电源的验收测量中, 其纹波测量结果超出说明书指标要求, 但其出厂报告给出的结果却是满足指标要求。经过两次对直流电压源的测量方法及使用标准对比和原因分析得出各自所用测量标准仪器不同而产生的两种测量结果。两种标准仪器测出的结果为什么会有这么大的差异呢?

2 直流稳定电源的工作原理

直流稳定电源按不同的角度有不同的分类, 按调整元件的工作状态可分为线性电源和开关电源两大类。直流稳压电源一般是由变压、整流、滤波和稳压四部份电路组成的, 如图 1所示。

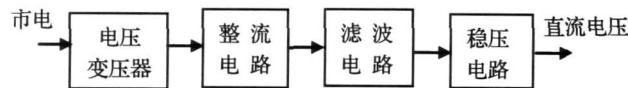


图 1

220 V交流输入电压经过变压、整流后变为单方向脉动的直流电。而整流后的电压还有很大的交流成分, 经过滤波器后, 电压波形变成比较平滑的直流电压。但这个直流电压往往会受到电网电压波动和负载电流变化的影响而难以保证电压稳定, 因此在加上稳压电路才能获得稳定的直流电压。

区分工作电路中的线性电源和开关电源就在于其工作状态, 工作在线性区的为线性电源, 工作在开关状态的为开关电源。从结构图中来看, 也就是稳压电路部分不同。对于线性电路而言, 有串联电路稳压电路和并联稳压电路两种电路。由于并联稳压电路的效

率低, 尤其在负载电流小时, 流过限流电阻的电流绝大部分都由调整管承担。所以通常用串联稳压电路进行稳压, 结构框图如图 2所示。它利用一个反馈原理组成一个自动调整系统, 根据负载或电网电压的变化, 用调整管直接调节输出电压的变化。

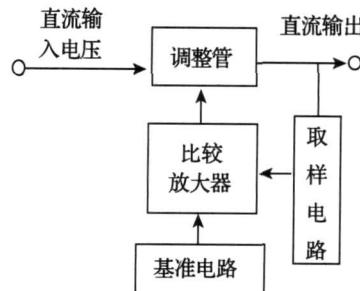


图 2

开关电源是通过直流变换器 (DC / DC 变换器) 来调整输出电压的变化, 结构框图如图 3所示。DC / DC 变换器包含逆变器和二次整流、滤波部分。逆变器将直流转换成 20~200 kHz 的高频矩形波, 通过高频变压器将电压变到所需要的值, 然后通过电源中的二次整流、滤波后所得的直流电压送至输出端。输出端直流电压的稳定, 是由采样电压和基准电压比较、放

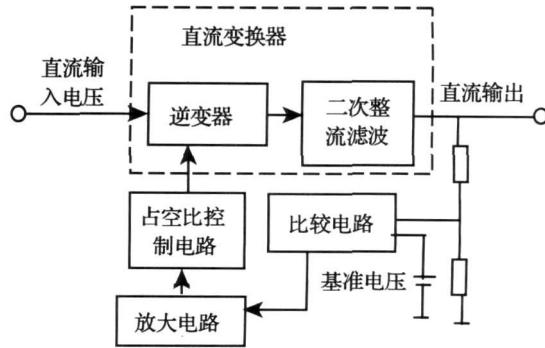


图 3

收稿日期: 2008-04-15

作者简介: 徐焕蓉 (1974-), 女, 工程师, 主要从事电学仪器计量及计量方法研究。

大后，通过控制电路改变逆变器输出矩形波电压的占空比来调节输入电压，从而使输出电压保持稳定。

3 纹波的产生原因

在所有影响量和影响保持恒定的情况下，在规定的频带内输出量对其平均值的周期和随机偏差，可以用均方根值或峰峰值表示。其中输出量中周期和随机偏差的周期部分，通常与输出电源频率或内部产生的变换频率有关的谐波，称为纹波。它是直流电源所特有的指标。

引起电源输出纹波的因素比较多，由以上的原理方框图可以分析下原因：电网的交流电压经过整流、滤波后所剩余的纹波；比较放大级器件本身的噪声及输入端引入的干扰信号；大电流输出电源中电阻信号输出至比较放大电路输入端的连线引入的干扰信号等。

在线性电源中，纹波的输出频率与交流电源的频率有关，是交流电源的一倍或者几倍。在开关电源电路中，除了以上原因引入的纹波外，DC/DC变换器中的二次滤波器不能完全滤除高频开关引入的高频噪声。一般开关电源的纹波比线性电源的纹波要大，频率要高。

早期的电子管电路用电池进行供电，这种电源的纹波噪声和外界干扰小，工作比较稳定，但电池必须定期进行更换。现在只有在一些要求比较高的仪器中，才能用到电池供电电源。

纹波在实际应用中的危害很大，较强的纹波会产生浪涌电压或电流，有可能烧毁用电设备。要使纹波足够小，必须准确地测出纹波的大小。

4 纹波的测量

直流电源纹波测量是直流电源计量检定的一部分。纹波可以用有效值或峰-峰值表示，也可以用纹波系数表示。有效值或峰-峰值可以直接用测量标准测出，纹波系数 γ 可以按下式计算得出

$$\gamma = \frac{U_{ms}}{U_m} \times 100\%$$

式中： U_{ms} 表示稳压电源的纹波电压有效值； U_m 为稳压电源输出电压的最大额定值。

一般情况下，直流电源的检定在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的室内进行，湿度应小于80%，周围没有任何对测量有影响的机械震动及电磁干扰，所有的标准仪器及被检电源应在以上的检定环境下放置24 h以上。

测量直流电源纹波时，要求在加载时测量，所加负载要使输出电流大于额定输出电流的80%以上。对纹波的测量接线图如图4所示。

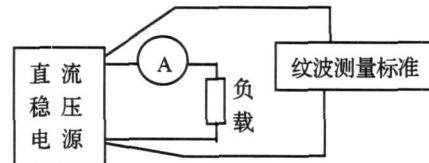


图4

图4中所用负载应为纹波和噪声（PARD）指标低的负载，如果负载中含有容性或感性成分，就有可能产生谐波并叠回在直流源的输出端，对直流电源纹波测量带来影响。对线性电源一般选用的负载为滑线电阻器，当电源纹波比较大时也可用电子负载。当选用滑线电阻器时，要根据电源的带载能力选择合适的电阻值，并且其所耐电流应大于所测电源输出电流大小。如选用电子负载，除了电子负载的功率及输入电流都要大于或等于电源的输出功率或者输出电流外，更主要的是电子负载的PARD参数要低于被测纹波的5~10倍。在测量纹波时，电子负载可选用恒阻态或恒流态，一般选用恒流态。不论哪种状态，都要注意电子负载的正负端输入，如果接错，会造成电子负载的损坏。

除了负载的选择，测量标准的选择对纹波测量的准确性来说也是至关重要的。对于大多国产直流稳压电源，在技术指标中，只给纹波的有效值或者峰峰值，而对测量带宽没有提出要求。但国外许多直流稳压电源，在纹波这项指标中，不但给出了纹波的有效值，还给出了纹波的峰峰值及测量标准的最小带宽，一般为20 MHz。在JJG(航天)6-1999《直流稳压电源》检定规程中，在纹波的测量中对标准仪器的频宽提出了要求，一般都为20 MHz。

根据所测结果要求的不同，选用不同的测量标准。对于纹波峰-峰值的测量一般选用带宽为20 MHz或以上的示波器；对于有效值测量，可以选用真有效值交流数字电压表或高频毫伏表。在使用交流数字电压表时，要注意其频带大小，不同频带有可能会有不同的测量结果。

5 不同结果原因分析

用不同频宽的数字电压表来测量稳压电源的纹波，有什么不同呢？我们通过实验进行比较。用F45表、HP34401A及HP3458A三种不同频宽的数字多用表的交流电压对多功能校准源5720A的1V/1MHz输出信号进行测量，测量结果如表1所示。

表 1

型号	测量带宽 /kHz	测量结果 /V
F45	100	0.6053
H P34401A	300	0.7082
H P3458A	1000	1.0123

以频宽最窄的 F45 表进行分析, F45 表的交流电压测量频率为 100 kHz 测量纹波时, 对于 100 kHz 以后的高频成分衰减很多, 这样测量结果就比实际输出的值要小许多了。从以上分析来看, 纹波电压的频率小于 100 kHz 而开关电源中由于高频开关的使用, 一般频率有可能为 100 kHz。当然, 在其它的电源电路中, 如果所用的元器件质量比较差, 在电路中也有可能产生高频振荡并产生谐波叠加在稳压电路的输入端, 并伴随直流电压一起输出, 而这个高频成分也有可能高于 100 kHz。

再看看我们所测量的电源, 它属于开关电源, 其高频成分很多, 而厂家只选用 F45 表进行纹波有效值测量显然是不合适的。当然, 对于线性电源, 由于频

率比较低, 无论用 F45 表还是别的频带更高的标准测量, 测量数据的差异就不是很明显了。

6 结束语

在对直流稳压电源纹波的测量中, 除了要选低 PARD 的纯阻性负载或电子负载外, 还要选择对应的测量标准, 测量标准必须要有足够宽的频带。不同带宽的标准会有不同的测量结果。标准选好了, 才能准确地测出直流电源的输出纹波, 这样, 才能有利于改善电源电路, 使电源的纹波减小。

参 考 文 献

- [1] 吴润宇, 轩荫华, 等. 稳定电源 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1984.
- [2] 薛学明, 王志宏. 稳定电源及其电路实例 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1990.
- [3] 国防科工委科技与质量司组织编写. 电磁学计量 [M]. 北京: 原子能出版社, 2003.
- [4] JJG(航天)6-1999 直流稳定电源检定规程 [S].

德图公司召开湿度产品发布会

国际领先的环境测量仪器制造商德图 (Testo) 公司于 2008 年 10 月 17 日在北京召了湿度产品发布会, 全面地介绍了德图的全系列湿度产品。

德图的温湿度产品包括在线温湿度变送器、露点变送器、露点开关以及几十种便携式温湿度仪、露点仪、温湿度记录仪、湿度发生器等。

发布会上, 产品经理吴保东详细介绍了德图湿度传感器原理以及在全球完成的循环测试情况。同时他宣布了新推出的产品温湿度变送器 Testo6621, Testo6651, Testo6681。此三款产品采用国际电子测量尖端技术和国际标准 (ILAC/PTB/NIST), 与传统仪器相比, 是更加稳定的温湿度变送器。除了在实际应用中的优势, Testo6681 还实现了检测技术领域的突破, 将应用最广的标准工业总线 PROFIBUS 用于温湿度测量领域。发布会上, 中国 PROFIBUS 用户组织 (CPO) 主席唐济扬教授介绍了 PROFIBUS 在工业上的应用, 以及德图湿度变送器配置的 PROFIBUS 的功用。

德图湿度传感器是高质量湿度测量变送器的核心, 防结霜结构并具有防污能力又允许湿气透过的上层电极、独特防腐设计的双支杆连接、随温度变化而改变绝缘性的绝缘层等独特的专利设计造就了其卓越的精度和长期稳定性。德图湿度测量是使用 Testo 独特设计的电容式原理, 当环境湿气进入检测传感器后, 内建的聚和体随环境湿度变化, 电容值随变化的湿度而改变, 从而完成湿度的测量。传感器完全暴露在空气中以达到最快的反应时间。

作为技术领先的拥有 50 多年历史的德国环境仪器厂商, 德图拥有近千种产品, 包括在线变送器以及手持式仪表。其中在线产品包括温湿度变送器、压力露点变送器、风速变送器、差压变送器、压缩空气流量计等。应用领域包括洁净室、电子厂、半导体厂、制药厂、医院、烟草、食品、汽车喷涂、楼宇、暖通空调、仓储等。