

一种宽范围高精度的灯具电气性能测试装置

目前灯具市场迅速发展，灯具的电气性能参数（电压、电流、频率、功率因数等）的测试范围也越来越宽，电气性能参数的测量精度要求也越来越高，导致传统的单套灯具电气性能参数测试装置无法适应宽范围高精度的灯具电气性能参数测试，从而设计了一种宽范围高精度的灯具电气性能参数的测试装置。该测试装置用于研究LED灯具、金卤灯和钠灯等典型户内外灯具的电气性能参数及市场灯具的交流 and 直流电气性能参数。

丁屹峰 韩帅 赵宇彤 曹佳桐 刘谦/国网北京市电力公司电力科学研究院

0 引言

随着灯具市场的迅速发展，灯具的电气性能参数（电压、电流、频率及功率因数等）的测试范围也越来越宽，电气性能参数的测量精度要求也越来越高^[1]，导致传统的单套灯具电气性能参数测试装置无法适应宽范围高精度的灯具电气性能参数测试^[2]，从而需要多套灯具电气性能参数测试装置共同测试各种灯具的电气性能参数，使灯具电气性能参数测试变得非常复杂^[3]。本测试装置提出一种宽范围高精度的灯具电气性能参数的测试装置及方法，用于研究LED灯具、金卤灯和钠灯等典型户内外灯具的电气性能参数及市场灯具的交流 and 直流电气性能参数。

1 灯具电气性能参数测试装置系统简介

测试装置由线性稳压电源、霍尔电流传感器、光电电压传感器、采集卡和PC电脑等组成。灯具电气性能参数测试

装置系统总框图如图1所示。

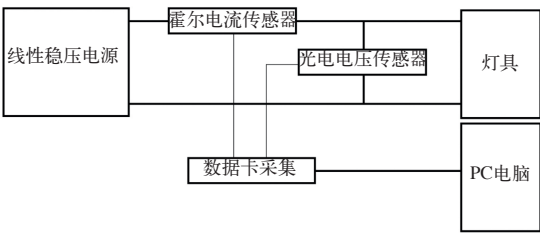


图1 灯具电气性能参数测试装置系统总框图

1.1 测试装置供电电源系统介绍

高精度交流稳压电源是测试装置的重要组成部分，因而要求其稳压精度高、纹波小且失真小，要求具有电压调节范围大、频率可调等功能。目前交流稳压电源的稳压方式大致有三种：一为机械调压稳压式。即用电子电路控制步进电机调节调压器来稳压，这种稳压电源结构简单、功率可大可小，但响应速度慢、稳压精度低，只能输出与市电频率一样的电压；二为脉冲调宽（PWM）逆变稳压式，这种方式输出功率范围宽、效率低、可靠性高、响应速度快且频率可变，但纹波大，波形失真大；三为线性放大逆变稳压式，该方式稳压精度高、响应快、失真小且频率可调，但效率较低^[4]。由上述三种交流稳压方式可知，第一、二种都难以满足该测试装置交流稳压电源的要求。逆变式交流稳压的工作原理如下：其线性放大逆变式交流稳压器的原理图如图2所示，由正弦振荡器产生高稳定、低失真正弦波信号 V_x ，并在模拟乘法器中与稳压调幅直流信号 V_y 相乘，以得到正弦波信号 V_s 。该 V_s 信号由功率放大器放大后即可输出所需功率的交流正弦波 V_o 。为了稳压，电路将对输出电压 V_o 进行取样，并经精密整流滤波后变成直流信号，然后再与基



丁屹峰/高级工程师

关键词/Keywords

灯具 ·
电气性能参数 ·

准电压进行比较并进行误差放大,以得到稳压调幅直流信号 V_y 。当由于某种原因使输出电压 V_o 升高时,对 V_o 整流滤波和误差放大后的直流信号 V_y 将变小,模拟乘法器输出的正弦信号 $V_s=kV_xV_y$ 随之变小,从而功率放大器的输出电压 V_o 变小而 V_o 保持稳定。线性放大式稳压电源的频率通过正弦波发生器芯片调节并实现自动稳定频率。

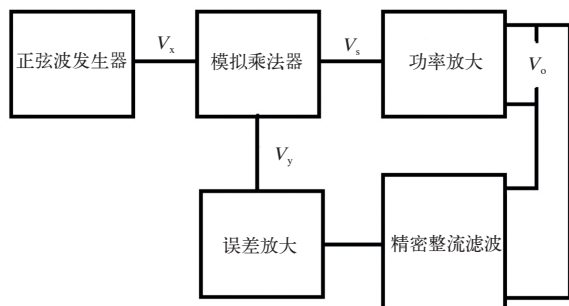


图2 线性放大逆变式交流稳压器的原理图

1.2 数据测量采集系统

1) 光电电压传感器技术参数。

准确度等级：0.2；线性范围：0~120%；
输入频响：±DC/20 Hz~10 kHz；隔离耐压：≥
DC/2.5 kV (1 min)；温度漂移： $160 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ；响
应时间：15 μs 。

2) 霍尔电流传感器技术参数。

测量额定电流: 0~20 A; 准确度: $\pm 1\%F_s$; 线性度: 0.5%; 失调电压: $\pm 0.5\%F_s$; 响应时: 50 μs 。

3) 数据采集卡技术参数。

最高采样速度250 k次/秒;分辨率16位;模拟量输入阻抗1 M Ω ;记录数据长度仅受计算机的硬盘限制;A/D综合误差1LSB;数据传输和供电直接用USB口。

1.3 PC电脑测量软件

1.3.1 软件结构

软件设计是电气性能参数测试装置波形记录分析系统的核心。在系统的软件设计中,首先考虑到的是数据采集模块的可更换性。随着测控技术的发展,数据采集模块更新也很迅速。如何保持数据采集模块的可更换性是软件设计时必须要考虑到的问题。本记录分析系统将与数据采集模块相关的代码集成在一个ActiveX控件中。这样在数据采集模块发生更换时,只需将ActiveX控件作相应的修改,主体程序不动,系统即可正常运行。在程序主体设计中,采用软件结构理论中的管道与

过滤设计方法, 本系统软件结构如图3所示。

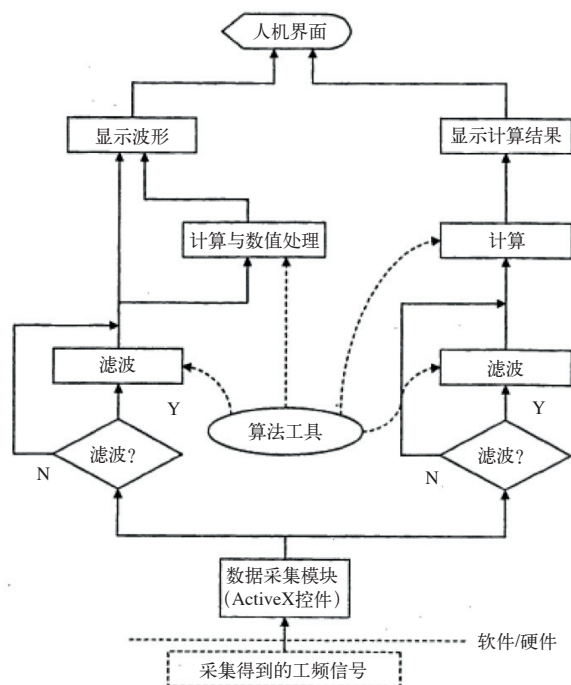


图3 软件结构图

1.3.2 基于隶属度函数的滤波算法设计

在电气性能测试装置波形分析系统的设计中,波形去噪是一个重要的环节^[5]。由于信号在采集和传输过程中不可避免地会叠加量化噪声、外界电磁干扰等,当工作环境比较恶劣时,这方面的影响会特别严重。混叠在信号中的噪声会降低测量结果的精度。因此在系统设计中,必须加上滤波环节。目前,工频测量中比较常用的滤波算法有中值和均值滤波。这两种滤波算法简单方便,易于编程实现,但都各有缺点,如中值滤波较难处理大面积的噪声污染,而均值滤波则较难处理奇异点的情况。因此,本系统采用了基于隶属度函数的滤波去噪算法。采集得到的数字信号序列的每一点,与其左右邻域的6个点,可以构成一个13点序列,其中黑点为中心点,圆圈为邻域点。引入一个可以容纳7点的滑动窗口,依次滑过这个序列,可以形成7种掩模,如图4所示。

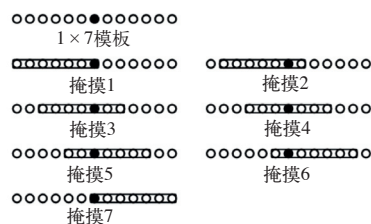


图4 掩模的选择

隶属度函数是模糊理论中的概念，用来判断某元素与所在集合的隶属程度，在这里建立的模糊规则为：若中心点的值最接近于所在掩模内的所有点的加权平均值，则此点隶属于掩模；并且在滤波时，应当以所属掩模内所有点的加权平均值代替中心点的值。基于上述考虑，设计滤波算法如下：

- 1) 首先计算每一点与左右相邻点均值的差值。
- 2) 再根据上面的差值计算出各点的归一化的加权值 W_k 。
- 3) 计算中心点 f 点所在的7个掩模所在点的加权平均值 U_m 。
- 4) 计算该13点序列中所有点的最大最小值 $X_{\max}$ 与 $U_{\min}$ 。
- 5) 计算中心点 f 对于7个掩模的隶属度为 $g_m = 1 - [| U_m - X(i) | / (X_{\max} - U_{\min})]$
- 6) 求出最大的 g_m ，并用 U_m 代替 $X(i)$ 的值。
- 7) 对于采样信号中每一点都进行上述处理，从而完成滤波的过程。

1.3.3 软件功能

本电气性能测试装置波形分析系统运用计算机图形学技术，将采集到的信号做相应的处理，动态显示出时域波形、频域波形和功率图谱等，能够实时计算出信号的电压、电流的峰值、真有效值、各次谐波、波形畸变因数、有功功率和无功功率等相关参数，并能够实现波形的存储

等功能。

2 结束语

通过本灯具电气性能参数的测试装置系统的设计，解决不同灯具测试系统不统一、测量精度低及无法自动生成测试报告的问题。该系统已经在实际工程中得到应用，效果良好。

参考文献

[1] 张仁豫，陈昌渔，王昌长. 高电压实验技术（第三版）. 北京：清华大学出版社，2009.

[2] 鄢素云，王毅. 双向工频通信中的信号传输特性分析[J]. 北京交通大学学报，2005，29(5).

[3] 高丽丽，徐克宝，栾兆学. 基于网络化虚拟仪器的设备状态监测系统的研究[J]. 煤炭工程，2009(12).

[4] 程顺. 虚拟仪器技术发展趋势[J]. 肇庆学院学报，2004，25(5).

[5] 梁志国，孙璟宇. 波形测量中的基本问题讨论[J]. 计量技术，2004(12).

作者简介

丁屹峰（1971-），男，博士研究生，高级工程师，主要研究方向为照明技术及定制电力。

（收稿日期：2015-12-10）**EA**
（编辑：崔文静）