



文章编号:1671-251X(2015)12-0055-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.12.014

王海潮. 矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置的研究[J]. 工矿自动化, 2015, 41(12): 55-58.

# 矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置的研究

王海潮<sup>1,2</sup>

(1. 煤炭科学技术研究院有限公司 检测分院, 北京 100013;

2. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室, 北京 100013)

**摘要:**介绍了一种矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置。该装置以触摸屏作为指令输入和电压指示窗口,以 Modbus-RTU 作为通信方式,用单片机控制交流固态继电器实现不同交流电压之间的阶跃功能。127 V 电压等级带载试验结果表明,该装置能够安全、可靠地进行电压阶跃试验,最大带载电流不低于 5 A,阶跃时间不超过 50 ms。

**关键词:**矿用电源;源效应试验;电压阶跃试验;触摸屏;交流固态继电器

中图分类号:TD61

文献标志码:A

网络出版时间:2015-12-04 15:42

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20151204.1542.014.html>

Research of AC voltage step experiment instrument for mine-used power supply testing

WANG Haichao<sup>1,2</sup>

(1. Test Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;

2. State Key Laboratory of Coal Mining and Clean Utilization, Beijing 100013, China)

**Abstract:** An AC voltage step experiment instrument for mine-used power supply testing was introduced. The instrument uses touch screen as window of command input and voltage indicator, Modbus-RTU as communication protocol, and single chip microcomputer to control AC solid-state relay to realize step among different voltages. Load test result shows that under 127 V voltage level, the instrument can do step voltage experiment safely and reliably, with the max load current of more than 5 A and step time of less than 50 ms.

**Key words:** mine-used power supply; source effect experiment; voltage step experiment; touch screen; AC solid-state relay

## 0 引言

由于井下大型设备较多,用电量时常波动,导致交流电压不稳定,直接影响矿用电源输入(供电)电压,造成矿用电源性能不稳。为保证井下设备安全可靠工作,矿用电源必须满足 MT/T 408—1995《煤矿用直流稳压电源》要求。MT/T 408—1995 第 5.2.3 条的源效应试验模拟了井下交流电压波动,并

规定了电源的技术性能。目前,该试验所需的交流电压阶跃装置并无理想的试验仪器,主要有 2 种解决方案:① 应用可编程交流电源产生所需电压变化;② 采用调压器手动调整电压。方案①中,可编程交流电源能够输出满足用户要求的电压、电流、频率、谐波含量以及相应变化曲线,但用于电压阶跃试验中存在大量功能冗余,且设备购置费用高,功率容量有限,因此很少被采用。方案②是目前采用较多

收稿日期:2015-10-10;修回日期:2015-11-02;责任编辑:李明。

基金项目:煤炭科学技术研究院科技发展基金项目(2014CX22);煤炭科学技术研究院检测分院科技发展基金项目(2015JC07)。

作者简介:王海潮(1984—),男,河北唐山人,工程师,硕士,现主要从事防爆电气检验及电磁兼容技术的研究工作,E-mail:whchao2007@126.com。

的方案,但存在 2 个弊端:手动调节电压周期(时间)过长,无法达到阶跃要求;手动调节调压器无法保证电压的精确性。

本文介绍一种矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置,以有效降低煤矿井下用直流电源以及自带电源的其他矿用设备的检验工作成本,提高工作质量和检验能力。

1 装置结构

矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置可满足 MT/T 408—1995《煤矿用直流稳压电源》第 4.4.1.3 条、第 5.1.2.2.4 条的技术要求,并用于第 5.2.3 条源效应试验,对 36,127,220,380 V 等交流电压等级进行电压阶跃,即每一源电压从规定的最小值 75%  $U_e$  到标称值  $U_e$ ,再到最大值 110%  $U_e$ 。进行阶跃变化或反之。该装置主要包括触摸屏人机交互模块、单片机控制模块、阶跃电压发生电路等,如图 1 所示。

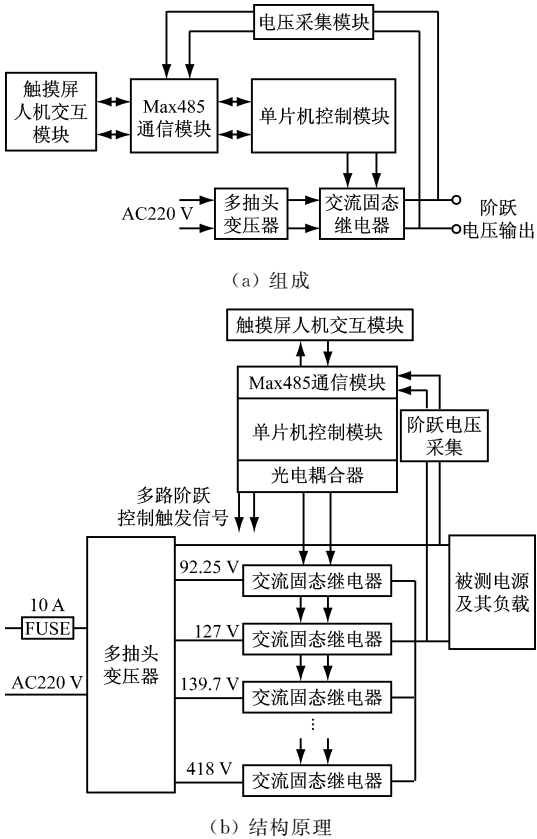


图 1 矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置

2 装置硬件设计

2.1 触摸屏人机交互模块

触摸屏人机交互模块采用 TPC7062KX 型触摸屏设计。该触摸屏是以嵌入式低功耗 CPU 为核心

(ARM CPU,主频为 400 MHz)的高性能嵌入式一体化触摸屏,采用高亮度 TFT 液晶显示屏(分辨率为  $800 \times 480$ )、四线电阻式触摸屏(分辨率为  $1\,024 \times 1\,024$ )。触摸屏通过 Max485 通信模块与单片机控制模块通信,实现操作信号的指令输入及阶跃电压等参数的输出显示。图 2 为触摸屏操作界面。

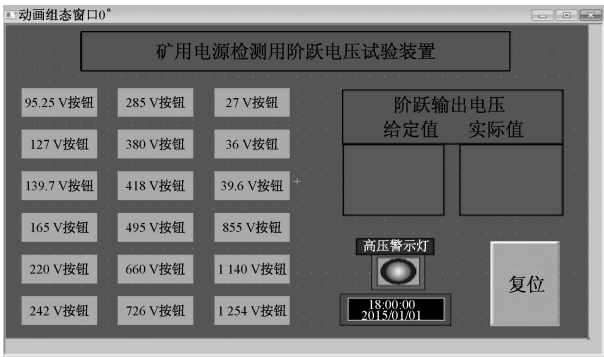


图 2 触摸屏操作界面

2.2 单片机控制模块

单片机控制模块用于控制交流固态继电器的通断,实现多抽头变压器输出切换,从而达到电压阶跃目的。该模块电路如图 3 所示。

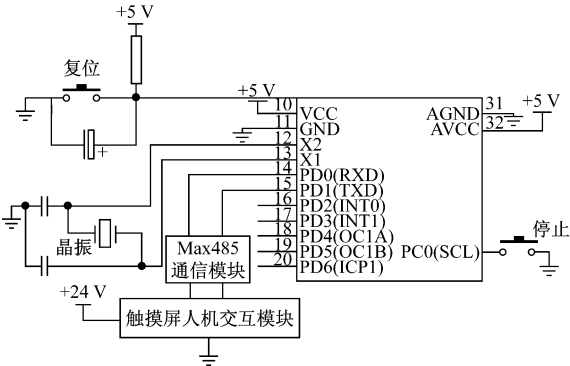


图 3 单片机控制模块电路

2.3 阶跃电压输出回路

电压阶跃输出回路由交流固态继电器与多抽头变压器构成,如图 4 所示。交流固态继电器驱动感

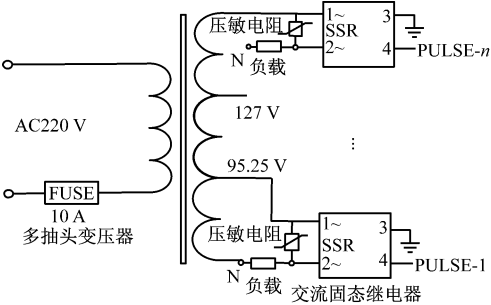


图 4 电压阶跃输出回路

性负载时,在电源接通与断开瞬间会产生较高的浪涌电压。为了防止交流固态继电器因过电压导致延时关断,甚至关断失败而导致误动作,在交流固态继电器输出端并接1只压敏电阻。压敏电阻的标称工作电压按固态继电器工作电压有效值的1.7~1.9倍选取。

多抽头变压器容量为15 kVA,输入额定电压为220 V,输出电压包括27,36,39.6,95.25,127,139.7,165,220,242,285,380,418,495,660,726,855,1 140,1 254 V共18路。

2.4 阶跃电压采集电路

阶跃电压采集电路如图5所示。阶跃电压经过信号采集变压器输入到整流桥转换为脉动的直流信号,然后进入单片机控制模块进行处理,最后被送至触摸屏进行实时显示。为避免采集信号过电压而损坏单片机,在输出侧增加了5.1 V稳压管进行保护。

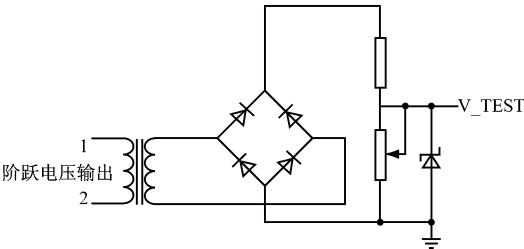


图5 阶跃电压采集电路

3 装置软件设计

装置软件部分包括触摸屏操作界面程序、控制逻辑程序及通信程序。主程序流程如图6所示。

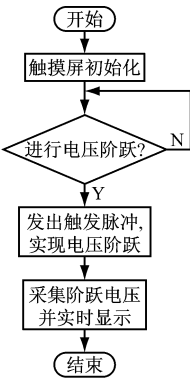


图6 装置主程序流程

上位机(触摸屏人机交互模块)与下位机(单片机控制模块)之间采用Max485通信接口和Modbus-RTU通信协议,通信波特率为9 600 bit/s,数据格式为10位异步通信方式,即1个起始位,8个数据位,1个停止位,无奇偶校验位。

4 装置带载试验

装置带载试验以127 V电压等级为例,采用大功率(500 W)可调电阻作为装置负载,通过调整阻值来改变电流,实现在127 V额定电压时输出1,2,3,4,5 A电流,并进行75% $U_e$ → $U_e$ →110% $U_e$ → $U_e$ →75% $U_e$ ,即95.25 V→127 V→139.7 V→127 V→95.25 V之间的电压阶跃。采用2台数字多用表分别测量装置输出电流和阶跃电压,试验数据见表1,试验波形如图7所示。

表1 装置带载试验数据

| 序号 | 测量指标   | 阶跃电压设定值/V |        |        |        |       |
|----|--------|-----------|--------|--------|--------|-------|
|    |        | 95.25     | 127    | 139.7  | 127    | 95.25 |
| 1  | 阶跃电压/V | 97.72     | 127.24 | 139.91 | 127.21 | 97.11 |
|    | 电流/A   | 0.76      | 1.09   | 1.16   | 1.09   | 0.75  |
| 2  | 阶跃电压/V | 95.87     | 127.81 | 139.54 | 127.92 | 95.16 |
|    | 电流/A   | 1.56      | 2.08   | 2.23   | 2.09   | 1.53  |
| 3  | 阶跃电压/V | 96.05     | 127.92 | 139.58 | 127.70 | 95.91 |
|    | 电流/A   | 2.34      | 3.07   | 3.34   | 3.06   | 2.33  |
| 4  | 阶跃电压/V | 95.89     | 127.75 | 141.76 | 127.19 | 95.29 |
|    | 电流/A   | 3.03      | 4.04   | 4.39   | 4.03   | 3.01  |
| 5  | 阶跃电压/V | 94.97     | 127.23 | 139.66 | 127.31 | 95.29 |
|    | 电流/A   | 3.77      | 5.05   | 5.35   | 5.04   | 3.81  |

从表1可看出,该装置在127 V电压等级下,其最大带载能力约为5 A。从图7可看出,127 V→139.7 V切换时间约为30 ms,满足MT/T 408—1995第5.2.3条源效应试验要求。

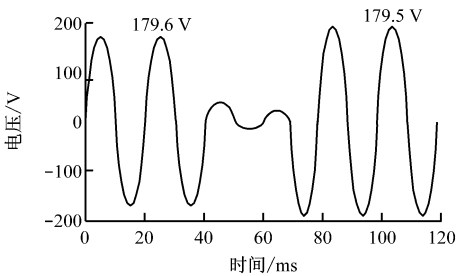


图7 装置带载试验中127 V→139.7 V电压切换波形

5 结语

矿用电源检验用交流电压阶跃试验装置通过与多抽头变压器的配合实现了127,380 V等电压等级的最小值75% $U_e$ →标称值 $U_e$ →最大值110% $U_e$ →标称值 $U_e$ →最小值75% $U_e$ 的阶跃变化。127 V电压等级带载试验结果表明,该装置能够安全、可靠地进行电压阶跃,在127 V额定电压下,最大带载电流不低于5 A,阶跃时间不超过50 ms。

参考文献：

[1] 刘彬,韩进. 基于单片机的液晶显示触摸屏控制设计[J]. 液晶与显示,2010,25(2):240-244.

[2] MT/T 408—1995 煤矿用直流稳压电源[S].

[3] 刘凤新,郭仪. 基于 MODBUS 协议的科氏流量计二次仪表设计[J]. 计量技术,2006(7):9-12.

[4] 温建明,鲁五一,袁庆国. 基于 MODBUS 协议的触摸屏与单片机通信的实现[J]. 起重运输机械,2008(7):39-42.

[5] 王兆安,黄峻. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[6] 童诗白,华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社,2001.