

高压开关脉冲电源接触电阻测试仪的设计

陈 闯, 李 威, 程 冬, 伍洪云

(中国矿业大学机电工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:为了提高测量高压开关接触电阻的精度,文章提出了一种采用脉冲电源方式测量高压开关接触电阻的方法,分析了高压开关接触电阻的测量原理,详细介绍了以嵌入式LPC2378处理器为核心的高压开关接触电阻测试仪的硬件、软件设计。实际应用表明,该高压开关接触电阻测试仪测量精度高、稳定性好、携带方便。

关键词:高压开关;接触电阻;测试仪;脉冲电源;ARM;LPC2378

中图分类号:TM934.1 **文献标识码:**B

Design of a Contact Resistance Testing Instrument of High-voltage Switch with Pulse Power Supply

CHEN Chuang, LI Wei, CHENG Dong, WU Hong-yun

(School of Mechatronic Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract: In order to improve testing precision of contact resistance of high-voltage switch, the paper proposed a method which used pulse power supply mode to measure contact resistance of high-voltage switch. It analyzed measurement principle of the contact resistance of high-voltage switch, introduced hardware and software design of the contact resistance testing instrument of high-voltage switch which took embedded LPC2378 processor as core in details. The actual application showed that the testing instrument has many advantages such as high precision, good stabilization, easy to carrying.

Key words: high-voltage switch, contact resistance, testing instrument, pulse power supply, ARM, LPC2378

0 引言

高压开关主要是用于关合及开断正常的或有故障的电路,也可以用来隔离高压电源,它是保证电力

系统安全运行的重要设备。由于高压开关在电力系统中肩负着控制和保护的双重任务,其性能的可靠性程度将对电力系统的安全运行起着至关重要的作用,所以对高压开关的各个参数指标的可靠性进行评估十分必要,其中导电回路电阻即接触电阻是这些参数中最重要的参数之一。高压开关的触头接触面经过多次的开断、关合电流后逐渐被电磨损,导致接触电阻增大,这对高压开关的开断和导电性能

收稿日期:2009-05-06

作者简介:陈闯(1984-),男,中国矿业大学机电工程学院在读硕士研究生,研究方向为测试计量技术及仪器。E-mail:chch1028@163.com

都会产生非常不利的影响。而通过测量接触电阻值可以估计出触头的磨损程度和回路的接触状况。

接触电阻一般是微欧级的小电阻。目前最常用的接触电阻测量方法是恒定电压降法,即向高压开关通入 100 A 以上的恒定大电流,测量高压开关两端的电压降,根据欧姆定律计算出高压开关的接触电阻值。然而,在长时间通入恒定大电流时,容易使触头过度发热和加速氧化,从而引起接触电阻测量值的附加误差,而且通常使用的大电流发生器体积和重量都比较大(一般在几千克到十几千克左右),不利于携带和现场测试使用。因此,设计一种既能保证在接触电阻上引起的附加电阻非常小,又能够减小测试仪器的体积和重量的新型电源工作方式,有着重要的现实意义。

笔者采用脉冲电源测量接触电阻、智能化嵌入式系统采集和处理数据的方法,设计出一种在精确度和稳定性都满足要求的前提下便于携带和现场使用的高压开关接触电阻测试仪。

1 高压开关接触电阻测试仪原理

脉冲电源接触电阻测量方法即采用脉冲电源对电容充电,然后该充电电容对串联的二阶电路进行放电,产生的冲击电流即为脉冲电源的脉冲输出电流,测量原理框图如图 1 所示(虚线框内为脉冲电源部分)。测量过程主要分为充电过程、放电过程、数据采集处理过程(数据采集是在放电过程中完成的)以及结果显示。

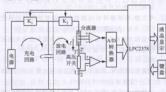


图1 脉冲电源接触电阻测量原理框图

图1中,首先由LPC2378控制充电回路继电器开关 K_1 闭合,放电回路可控硅开关 K_2 断开,使得可控电源给电容器 C 充电,充电完成后,LPC2378控制充电回路继电器开关 K_1 断开,放电回路可控硅开关 K_2 闭合,此时电容器 C 放电产生一个冲击电流至高压开关和分流器,同时LPC2378通过A/D转换器连续采集分流器两端电压和高压开关两端电压,并通过软件编程来判断放电电流是否达到峰值。

峰值电压是通过采集高压开关两端的电压得到的,峰值电流是通过采集分流器两端的峰值电压除以分流器电阻得到的,这样,就可得到高压开关接触电阻两端的电压和通过的电流,进而得到高压开关的接触电阻值。

电流、电压信号采集部分均使用了四端子接线技术,使用2对测试夹测量高压开关两端电压,电流引线接在导电杆外侧(图1中2和2点处),电压引线接在导电杆内侧(图1中1和1点处),测量放电回路电流时,采用具有4个端子的标准电阻——分流器,分流器中2个大的端子是电流端子,与被测高压开关串联,2个小的端子是电压端子,通过采集这2个小的端子之间的电压信号可确定放电回路的电流。采用四端子接线技术可有效地消除引线电阻和测试夹接触电阻的影响,提高测量精度。

2 高压开关接触电阻测试仪的设计

为了提高测量精度和仪器的抗干扰能力,该测试仪在硬件上选用的是飞利浦公司生产的ARM7核的工业级32位处理器LPC2378。LPC2378具有512KB的片内FLASH,最高频率可达72MHz;在软件上采用平滑滤波方法,以消除部分受干扰的数据。

2.1 硬件结构

该测试仪的硬件电路主要分为2个部分:一是脉冲电源部分,主要包括充、放电回路和可控硅及继电器等;二是以LPC2378为中心的数据采集部分,主要包括信号调理、A/D转换、信号隔离、人机接口等电路。

(1) 脉冲电源部分

如图2所示,220V交流电先经过隔离变压器进入到 J_1 两端,然后经二极管 D_1 进行半波整流,通过LPC2378的P2.1口控制继电器开关 K_1 对电解电容 C_1 进行充电,二极管 D_2 用来限制 C_1 放电电流的方向,防止 C_1 被反向充电。电阻 R_1 为充电限流电阻。充电过程中,继电器开关 K_1 闭合,可控硅开关 K_2 断开,当 C_1 两端电压达到所需的电压值时,通过A/D转换器不断检测分压电阻 R_2 两端电压以判断充电是否完成。断开继电器开关 K_1 ,闭合可控硅开关 K_2 ,则 C_1 便开始对后面的电路进行放电。放电开始的同时进行分流器和被测高压开关两端电压信号的采集任务。

(2) 数据采集部分

由于分流器两端电压信号为毫伏级,为减少测

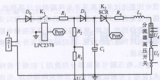


图2 高压开关接触电阻测试仪的脉冲电源电路图

量误差,选用INA114仪用放大器,INA114具有高输入阻抗、低输出阻抗、低温漂、高共模抑制能力、低失调电压、高稳定增益等特点。A/D转换器选用12位的逐次逼近型MCP3204,MCP3204具有4个通道,可分别检测分压电阻 R_1 两端电压、分流器两端电压和高压开关两端电压,采样速率达100 kbit/s,信号隔离采用常用的TLP512隔离芯片。人机接口电路选用HG240128液晶显示模块,该模块支持字符显示,带温度补偿自动调解背光,抗干扰性较强,有 240×128 个点,可直观显示测量结果。

2.2 软件设计

由于在短时间内连续采集数据,还要处理采集的数据,判断电流、电压峰值,所以软件设计是该测试仪的一个重要部分,其主要程序流程如图3所示。



图3 高压开关接触电阻测试仪主程序流程图

主程序的功能主要是进行脉冲电源的充放电控制,调用各子程序模块并进行数据处理得出所要测量的高压开关接触电阻阻值。

(1) 初始化,包括CPU的输入、输出端口初始化、液晶显示初始化以及定时器初始化等。

(2) 采集信号;不断采集分流器、高压开关(断路器)两端电压,进行A/D转换后送入CPU,由于要判断电流峰值,所以放电过程中要连续采集20次分流器两端电压,采集次数主要与CPU频率和A/D转换频率有关,采集次数越多,结果越精确。采集的数据暂时存储以供数据处理用。

(3) 处理数据;对采集的数据进行平滑滤波处理,然后进行数据转换处理,最后得到放电回路中的峰值电流和峰值电流时刻高压开关两端电压值,进而得到高压开关接触电阻阻值。

(4) LCD显示结果;主要调用显示器程序将检测到的电流值绘制成曲线以及显示接触电阻阻值。

3 高压开关接触电阻测试仪的技术性能指标

供电电压:AC 220 V;

测试对象:高压开关、接触器等开关器件的接触电阻;

测量范围:1~5 000 $\mu\Omega$;

测试电流(峰值):1 00~500 A;

分辨率:1 $\mu\Omega$;

准确度:0.2%。

4 结语

本文采用脉冲电源,结合嵌入式系统在数据采集和数据处理中的速度优势,设计出一种在精确度和稳定性都满足要求的前提下,便于携带和现场使用的高压开关接触电阻测试仪。实际应用表明,该测试仪在测量精度和稳定性上比采用传统测量方法有了较大的提高,且体积小、重量轻,给现场测试带来了方便,有较好的应用推广价值。

参考文献:

- [1] 李 莹,李志刚,陆俊国.接触电阻新型测量方法的研究[J].电气开关,1997(6):26-33.
- [2] 牛文静.断路器导电回路接触电阻智能测试的研究[D].大连:大连理工大学,2004.
- [3] 西安四方机电有限责任公司.一种测量微欧级电阻的装置及方法[P].中国专利,101021557A,2007-08-22.
- [4] 刘希宽,刘福刚,郭淑平.断路器接触电阻分析与总结[J].一重技术,2006(1):68-69.
- [5] 马胜利,贺苗苗.基于ARM的嵌入式网络化远程监测系统的设计[J].工矿自动化,2007(5):108-109.
- [6] MICHAEL S. Model-based Diagnosis—A New Method for Online Condition Assessment of High Voltage Circuit Breakers [J].IEEE PWRD, 2000, 15(2):585-590.
- [7] 徐国政.高压开关(断路器)原理和应用[M].北京:清华大学出版社,2002:240.
- [8] 黄文峰.智能高精度微电阻测试仪[M].北京:现代电子技术,1997:20-22.