

断路器合闸电阻的数字检测装置

张蓬鹤, 王宇, 陈轩恕, 周晓惠

(武汉高压研究所华电公司, 湖北 武汉 430074)

A Digital Instrument for Measuring Closing Resistor of Circuit Breaker

ZHANG Peng-he, WANG Yu, CHEN Xuan-shu, ZHOU Xiao-hui

(Huadian Company, Wuhan High Voltage Research Institute, Wuhan 430074, China)

摘要: 通过对断路器主触头与辅助触头的动作情况进行分析, 提出了一种不用拆开合闸电阻与主触头的连接线就可以测量合闸电阻的方法, 而且可以同时测出合闸电阻的提前合闸时间。

关键词: 断路器; 合闸电阻; 合闸时间

中图分类号: TM561 **文献标识码:** B

Abstract: The closing resistor can be measured through analyzing the operation condition of main and auxiliary contacts inside the circuit breaker, instead of disassembling the connection between the closing resistor and the main contact. Moreover, the advancing closing time of the closing resistor can be obtained at the same time.

Key words: circuit breaker; closing resistor; closing time

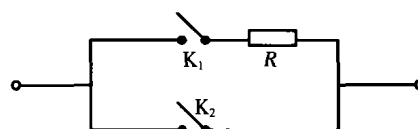
1 引言

高压断路器安装合闸电阻(有时也被称为并联电阻)的主要作用就是为了限制操作过电压^[1], 提高开关设备的开断能力^[2]、降低线路重合闸过电压等干扰。DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》8.1.1条对于SF₆断路器的试验项目中规定要测量合闸电阻值和合闸电阻的投入时间; 8.2.1条和8.5.1条则分别规定, 对于多油断路器、少油断路器和空气断路器, 要测量灭弧室的并联电阻值, 其值要符合制造厂规定, 所以对于断路器合闸电阻的检测有必要引起重视。而以往测量合闸电阻时, 需要解开合闸电阻与主触头的连接线^[3], 笔者则提出一种新型的合闸电阻测量方法, 该方法不仅能轻松地测量出合闸电阻值, 还可一并测出断路器合闸电阻的提前合闸时间。

2 主断口与辅助断口的配合情况分析

断路器的主触头与辅助触头要在一定的时序配合下动作, GB1984-1989《高压交流断路器》的附录F2.4.1.1中规定: 当断路器装有并联分闸电阻单元

时, 应记录电阻投入的时间; 同时F2.4.1.2规定: 在断路器合闸和分闸操作时, 应确定每一类(关合和开断)控制触头和辅助触头的操作相对于主触头操作的时序^[4]。一般情况下, 断路器主触头与辅助触头的动作配合须满足以下要求: 在断路器做合闸动作时, 带有合闸电阻的辅助触头要比主触头提前一段时间(该时间大约在7~11ms之间)接通, 即断路器合闸时的动作顺序为: 首先辅助触头闭合, 然后主触头闭合^[5], 见图1。



K₁——辅助触头 K₂——主触头 R——合闸电阻
图1 辅助触头与主触头并联连接原理图

3 合闸电阻的测量方法

3.1 模拟信号采样

测量时, 首先在断路器的断口(图2中的A点, B点)上施加12V的直流电压。为了方便时间信号采样, 最好把一片高速光电隔离器(TLP521-2芯片)串接于断口。由于在测量电阻时需要计算电流信号, 故还需在断口上串接一个准确度为0.1%的纯电阻(图2中R₁)。

另外, 即使在停电检修时, 户外的高压断路器也存在着很大的杂散电容, 极有可能产生相当强的静电干扰测量信号, 故在设计时一定要考虑电磁兼容问题, 一般情况下可在断口两端(图2中的A

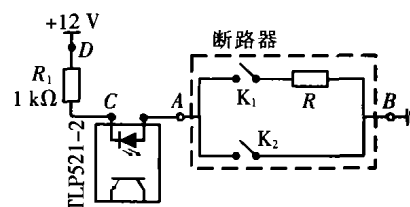


图2 测量合闸电阻的模拟信号采样原理图

点、B点)串接大容量的电容(30 μF左右)。测量信号从C点取出,当断路器处于分闸状态时,整个电路处于开路状态,则C点电压 V_{C1} 就是整个电路的直流电压,即是D点电压;当断路器处于合闸状态时(K_1 与 K_2 都闭合),A点与B点之间处于短路状态,则此时C点电压 V_{C3} 就是光电隔离器两端的电压;当断路器的 K_1 闭合、 K_2 断开时,等效电路见图3。

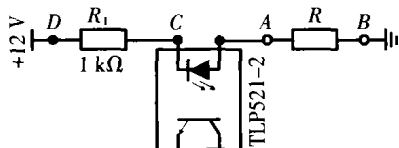


图3 辅助触头闭合时的等效电路图

此时测量的C点电压 V_{C2} 为合闸电阻的电压与光电隔离器两端电压,由于二极管管压降在导通时基本保持不变,故合闸电阻两端电压: $V_R = V_{C2} - V_{C3}$; 整个电路的电流为: $I = (V_{C1} - V_{C2}) / R_1$ 。于是推导出: $R = (V_{C2} - V_{C3}) / [(V_{C1} - V_{C2}) / R_1]$, 当 $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ 时, $R = (V_{C2} - V_{C3}) / (V_{C1} - V_{C2})$ 。

3.2 时间信号采样

在图2中,将C点的电压引入比较器,比较器的电压分别设为11,1V,比较器的输出接到一个两输入的与门,见图4。

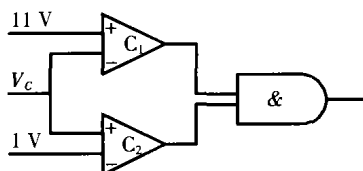


图4 测量合闸电阻的时间信号采样原理图

当断路器处于分闸状态时,整个电路处于开路状态,则C点电压 V_{C1} 应该为12V,比较器 C_1 输出低电平, C_2 输出高电平,与门输出低电平;当断路器处于合闸状态时(K_1 与 K_2 都闭合),则此时C点电压就是光电隔离器的导通电压,约为0.7V, C_1 输出高电平, C_2 与门输出低电平;当断路器的 K_1 闭合、 K_2 断开时,C点电压应该在1~11V之间, C_1 、 C_2 及与门均输出高电平,时序图见图5。则根据逻辑与门输出的电平信号就可以判断出辅助触头提前合闸的时间和主触头的合闸时间,图5中E点就是辅助触头合闸时间,F点就是主触头的合闸时间。

3.3 软件程序

由于断路器的合闸时间相当短,故在测量时,逻辑器件、比较器件、光电隔离器、A/D转换器都需要



图5 时间信号采样时序图

选择快速芯片,而对于光电隔离器还需要注意其在导通区内的线性度。

另外要想保证数据处理的高效性,最好采用高速数字信号处理器作为该电子电路的微处理器,可考虑采用16-bit定点DSP TMS320F206器件。该器件的功耗低,内部采用了改进的哈佛结构,有高度并行32-bit算术逻辑单元、16×16-bit并行硬件乘法器、高度专业化的指令集,特别适合于信号处理^[6]。TMS320F206的用户可以用汇编语言或C语言进行源程序的编写,而C语言开发出的系统易于维护,可靠性高,可移植性好^[7],故最好用C语言来编写测量断路器合闸电阻的软件开发程序,可以参考图6给出的软件流程图来设计测量软件。整套测试软件(包括前文提出的硬件开发思路)已成功地应用在“GK-H+高压开关测试仪”上,目前该测试仪已经在湖北省内使用,并且得到了用户的好评。

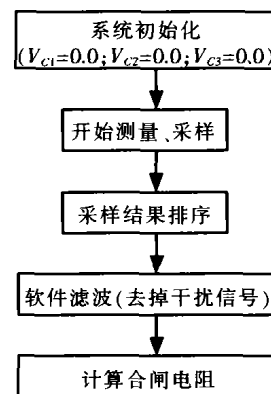


图6 软件流程图

4 结语

目前,国内外还没有专门的断路器合闸电阻测量装置,仅有瑞典Programma公司的TM1600/MA61开关测试仪能测量合闸电阻^[8],但其价格相当高,故国产的断路器合闸电阻数字检测装置存在着很大的市场,而最重要的是该装置可以大大缩短检修断路器的时间,节约人力物力。

参考文献:

- [1] 林 虔. 电气试验工[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1998.
- [2] 陈化钢, 潘金奎, 吴跃华. 高低压开关电器故障诊断与处理[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2002.
- [3] 王章启, 顾竟鸿. 配电自动化开关设备[M]. 北京: 水利水电出版社, 1985.
- [4] 陈化钢. 电力设备预防性实验方法及诊断技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [5] 赵 诚. 带有低值并联电阻的断路器主断口的恢复电压[J]. 高压电器, 2002, 38(4): 45-47.
- [6] 李 刚. TMS320F206DSP结构、原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [7] 朱铭铭, 赵 勇, 甘 泉. DSP应用系统设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000.
- [8] M Okamoto, M Sato. Analytical Prediction of Transient Breakdown Characteristics of SF₆ Gas Circuit Breaker[J]. IEEE Trans. PWDR, 1989, 4(3): 1731-1737.

作者简介:张蓬鹤(1978-),女,黑龙江人,硕士研究生,工程师,主要从事电力仪器仪表的开发以及电力系统电参量的测试与研究。