

高压隔离开关触指压力的测试

蒋平¹, 李晶²

(1. 四川省电力公司, 四川 成都 610041; 2. 四川电力试验研究院, 四川 成都 610072)

摘要:通过高压隔离开关触指压力仪器的开发,使触指压力的现场测试得以实施,减少了由于触指压力不符合要求引发的高压隔离开关过热故障缺陷,完善了高压隔离开关的测试项目。

关键词:隔离开关;触指压力;现场测试

Abstract: Based on the development of the contact pressure testing equipment for high voltage disconnector, the field test of contact pressure can be carried out. This testing can reduce over-heat failure of disconnector caused by the contact pressure and complete the testing project of high voltage disconnector.

Key words: disconnector; contact pressure; field test

中图分类号: TM835 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)06-0026-03

高压隔离开关被广泛地用于电力系统,是电网运行设备中数量最多、最易失修的一次高压输变电设备,同时也是故障最多的一类输变电设备。其中由于触指压力不符合要求引发的高压隔离开关过热故障缺陷,更比比皆是。这是因为,隔离开关触指压力降低(触指压簧弹性减弱),主回路接触电阻就会增大,引起触头发热,触头发热后接触面氧化造成接触电阻进一步增大,触头发热更厉害,形成恶性循环,严重时发生熔焊产生拉弧,引发事故。为此,国家电网生[2006]57号《交流高压隔离开关和接地开关评价标准》4(4)条将高压隔离开关触指压力测试列为了预防性试验项目;国家电网公司在《十八项电网重大反事故措施》11.12.2条、华中电网有限公司《预防高压开关设备事故措施》12.2条和《四川省电力公司反事故措施实施细则》6.12.2条中,均要求新安装或检修后的高压隔离开关开展触指压力测试。但由于没有专用测量工具和有效的测试方法,全国各地在高压隔离开关实际安装、检修及预试工作中,并没能开展起来,文件精神和要求也没有得到落实。

1 现场用测试仪的开发

1.1 测试对象的选择

由于 GW4、GW5和 GW7是装运数量最多的隔离开关,其中 GW4型高压隔离开关又是电力系统中用量最大的型号,根据四川省 2007年隔离开关统计,在

110 kV和 220 kV电压等级中仅 GW4型及其改进型就占四川系统全部隔离开关数量的 73.2%。根据电力生产检修和安装单位的急迫要求,经反复论证和对国外先进元器件的查询、确认,由于 GW4、GW5、GW7及相应改进型号的系列高压隔离开关其带触指的触头结构是相同的,区别仅在于对应触指开口的宽度不同。为此根据这一特点,研制开发了 GW、GW5和 GW7型高压隔离开关触指压力测试仪。

1.2 测试仪的构成与测试方法

高压隔离开关触指压力测试仪由柔性薄膜式压力传感器、动触头模拟调节器和测量显示器等组成。动触头模拟调节器由手柄托、柄杆、插入位置指示滑标、动触头宽度调节、压力传动滑块、滑块滑槽、滑块限位挡板组装而成。宽度调节根据游标卡尺测量结果,旋转模拟动触头的铜螺栓改变插入滑块深度,使



图 1 高压隔离开关触指压力测试仪的构成

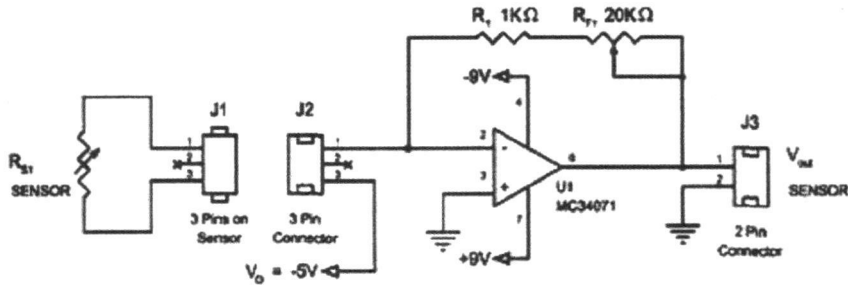


图 2 柔性薄膜式压力传感器的应用电路

其达到动触头宽度完成调节。将调节好的模拟动触头插入隔离开关动、静触头实际合闸位置(事先由柄杆上的动触头插入位置指示滑标确定),隔离开关任一对触指压力通过压力传动滑块传递到柔性薄膜式压力传感器上,由数字测量显示器直接读取压力数值。

1.3 应用电路原理

柔性薄膜式压力传感器应用电路原理如图 2 所示。在无负载情况下,输出为 0 V;在负载 445N 时,输出是 4.2 V,输出电压与负载具有高度线性关系。输出电压—负载关系如图 3 所示。

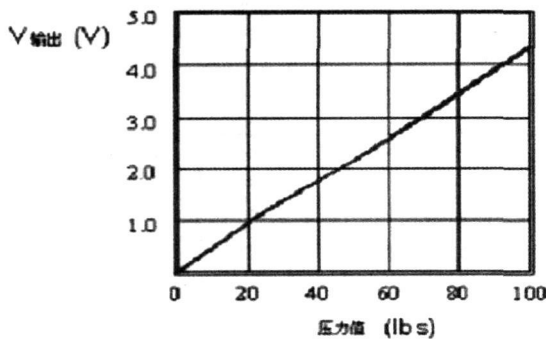


图 3 输出电压—负载关系

高压隔离开关触指压力测试仪原理图如图 4 所示,选用的 CPU 为 TI 公司 16 位单片机 MSP430F2013。

1.4 测量与校准

由高压隔离开关触指压力测试仪原理图 4 得到

$$R_x = V_{IN2} \times R_{13} / (V_{CC} - V_{IN2}) \quad (1)$$

$$V_{CC} = V_{IN1} \times (R_{14} + R_{20}) / R_{20} \quad (2)$$

$$P = a/RX + b = a \times (V_{CC} - V_{IN2}) / (V_{IN2} \times R_{13}) + b \quad (3)$$

由式 (3) 得知,测量的压力值 P,必须要得到 V_{IN1} 、 V_{IN2} 测量值。测量 V_{IN1} 、 V_{IN2} 使用 MSP430F2013 内部 16 位 A/D, A/D 的采样频率 4 096 k。准确度:1LSB 内部可编程放大器 PGA,有 1~32 倍的程控增益,保证了 0~50 kg 范围内测量准确性。

为了保证测量的稳定性,测量电路中的分压电阻

及测量电阻采用的均是准确度为 0.1%,温度系数为 $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 的器件。

高压隔离开关触指压力测试仪的校准,即公式 (3) 中的系数 a、b 确定,是由在标准砝码产生的标准压力下,将标准砝码重量代入以下公式计算得到。

$$P_1 = a/RX1 + b \quad (4)$$

$$P_2 = a/RX2 + b \quad (5)$$

式中, P_1 、 P_2 为标准砝码压力; $RX1$ 、 $RX2$ 为压力传感器的测量值。

1.5 技术特点

1.5.1 采用柔性薄膜式压力传感器

柔性薄膜式压力传感器属于压阻效应型压力传感器,具有以下优点:①压力与电阻变化具有高度线性关系;②传感器本体非常薄 (0.127 mm) 且具有可挠性,属于薄片式感测元件。柔性薄膜式压力传感器外观如图 6 所示,主要感测区位于前端大小为直径 9.53 mm 的圆形区域。

1.5.2 触头模拟调节装置

高压隔离开关由于动、静触头接触面小,加之 GW4、GW5、GW7 等系列插入式的触指为多对组成,如同时进行全部触指的测量,同样会掩盖个别压力偏小的触指,所以动触头模拟装置可单独进行任一对触指压力的测量。

1.5.3 避免压力传递的误差

隔离开关处于合闸位置时,静触指与动触头接触处为正向压力,若经过拐臂或其他非沿接触面(接近线的一个面)法线方向进行测量,必将引入非线性误差。另外如压力传递因材质或结构原因,在不同压力下产生不同的形变,其误差的修正也是非常困难的。采用的柔性薄膜式压力传感器仅 0.127 mm 厚(超薄),压力传递采用刚性材料滑块,使各元件间为紧密结合,压力为正向传递且传递过程各器件均无变形和预压间隙,解决了其他方式触指压力测量中结构器

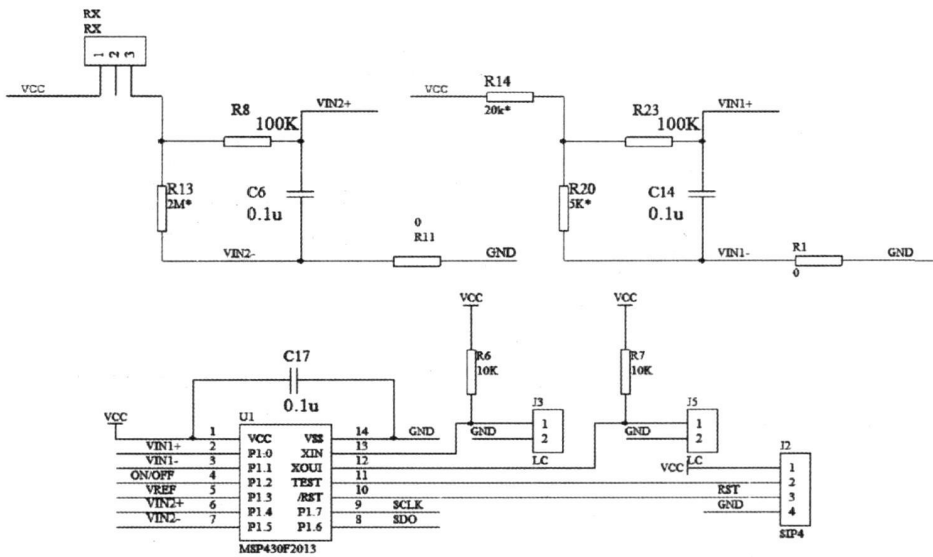


图 4 触指压力测试仪原理图

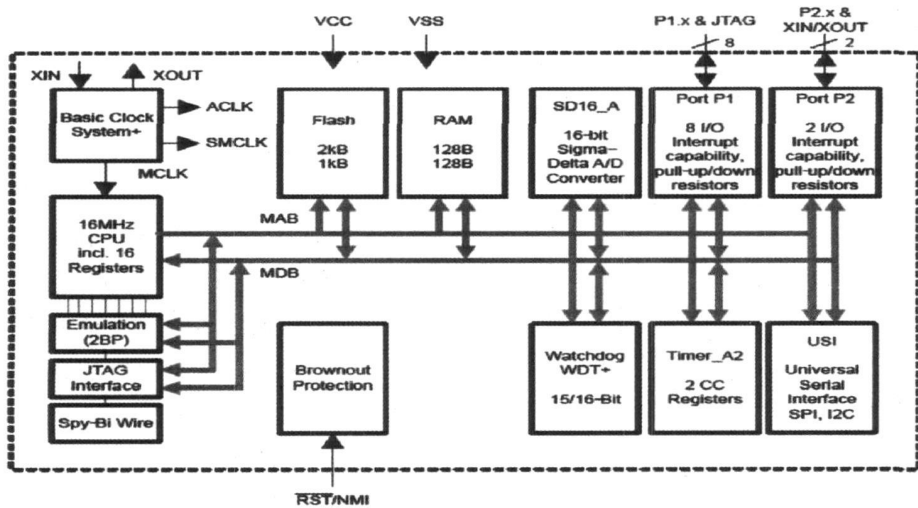


图 5 MSP430F2013 的内部结构图



图 6 传感器外观图

件发生变形引起的测量误差。

1.5.4 低功耗和微型化

由于该传感器的低功耗和低电压驱动,内置 7 号电池不需外接电源,彻底抛弃了其他传感器所需的高功率电源和庞大的外围辅助电路,使整体得以实现轻型化和微型化。触头模拟调节器装置长度 22 cm,重量 0.5 kg 单手柄操作,即使处在检修架上等高空,一人也可轻松完成测试,是测量户外 GW4、GW5、GW7 及相应系列相同触指结构的高压隔离开关触指压力专用测试仪器。

2 结束语

通过所述测试仪器及方法的实施,使国家电网公司在电网重大反事故措施中,关于开展高压隔离开关触头接触压力测试的要求,在实际安装检修工作中可以得到落实,为完善高压隔离开关测试项目创造了条件,对保证高压隔离开关设备正常和保障电网安全运行具有重要意义。随着对贯彻执行国家电网生[2006]57号《交流高压隔离开关和接地开关评价标准》、《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》和《四川省电力公司反事故措施实施细则》力度的加大和深入,安装调试单位和各运行维护单位将逐步开展高压隔离开关触指压力的测试。

(收稿日期:2009-07-24)