文章编号:1671 - 8127(2010)05 - 0049 - 04

高压断路器机械特性测试仪的硬件开发

王钊利
(中国船舶重工集团第 715 研究所,浙江 杭州 310012)

摘　要:本系统采用对瞬时信号反应灵敏的霍尔电流传感器,检测操动机构中合、分闸线圈的电流信号和高精度直线位移传感器测量动触头的行程信号,并将机械位移信号转化成同步的电压信号输出. 信号处理部分以 TI 公司的 TMS320F2812 为核心,设计了外围硬件电路.

关键词:机械特性;高压断路器;电磁兼容;DSP
中图分类号:TM561.2　　**文献标识码**:A

高压断路器是电力系统中的重要设备之一,其机械特性直接关系到断路器的电气性能. 以真空断路器为例,据国内外资料统计,在多种真空断路器的故障中,机械故障达 70% - 90%,目前国内与高压断路器的机械特性测试有关的单位,一致倾向于购买进口的测试仪器,如瑞典的保加玛(PROGRAM)、日本的横河和德国的 KoCos 公司生产的测试仪. 国外的综合型测试系统虽然功能强大,但其昂贵的价格令国内一般用户很难拥有. 为此,我们研制了具有断路器程序控制及性能测试功能的便携式程控测试仪.

1　系统概述

断路器机械特性测试仪硬件原理框图如图 1 所示. 设计以 DSP TMS320F2812 为核心,扩展了外围硬件接口电路. 系统采用对瞬时信号反应灵敏的霍尔电流传感器来检测断路器机械操动机构中合、分闸线圈电流的信号,采用直流高精度直线位移传感器测量动触头的行程,将触头的机械位移转换成同步变化的电压信号输出. 信号经滤波放大电路调理后,由外部的 A/D 转器进行模数转换,结合主回路电流信号进行必要的

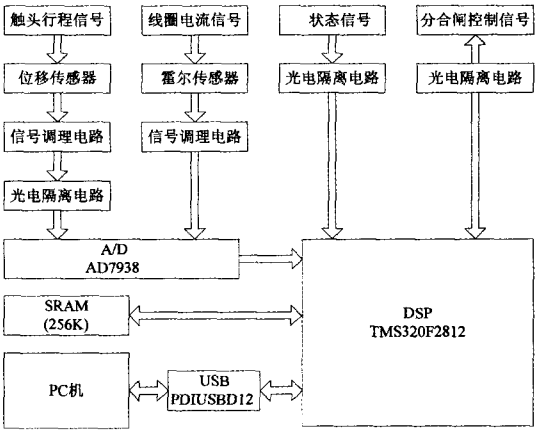

图 1　硬件原理框图

计算,然后得出断路器的合(分)闸时间、合(分)闸平均速度、触头行程、开距、超程等机械特性参数[1]47 - 49.

2　数字信号处理器

TMS320F2812 是 TI 公司的 32 位定点 DSP,其频率高达 150 MHz,器件上集成了多种外设,并提供了 128 K的 Flash 和 18 K 的 SARAM[2]1816 - 1823.

收稿日期:2010 - 06 - 07
作者简介:王钊利(1981—),男,河南商丘人,中国船舶重工集团第 715 研究所,硕士研究生,主要从事测控仪器研究。

3　模拟信号输入模块

模拟信号的输入通道主要包括合(分)闸线圈电流信号的调理、动触头行程信号的调理[3].

3.1　合(分)闸线圈电流信号的采样

本设计断路器操作起动时刻根据合、分闸线圈中电流的有无而定,对线圈电流信号的在线监测为真空断路器合、分闸时间起始的精确计算提供必要的前提条件. 针对弹簧操动机构真空断路器及检测信号的瞬时性,装置选用了对信号反应非常迅速的磁补偿式霍尔电流传感器,可以测量任意波形的电流,输出端能真实地反映输入端电流的波形参数. 将断路器合、分闸线圈引线穿过霍尔电流传感器测量孔径,很方便地取得电流信号记录.

研究选用磁补偿式霍尔电流传感器 DT5 - P,测量规范 -5A -5A,输入/输出电流比为 500: 1,测量孔径为 Φ10. 以合闸线圈电路(如图 2 所示)为例:断路器合闸线圈的直流模拟信号 I_1(约为 0 - 3A)经过的霍尔电流传感器 DT5 - P 变换成 0 - 60mA 电流信号 I_2,I_2 经过匹配电阻 R1(为 30Ω)和 VRF 滑动电阻(1kΩ),再经上拉电阻 R3 连接上拉 +3V 电压如图 3,转换成 A/D 能接受的 0 - 3V 电压信号 Uo,经 A/D 转换成数字量输入 DSP.

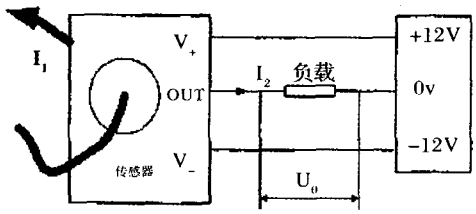

图 2　霍尔电流传感器接线图

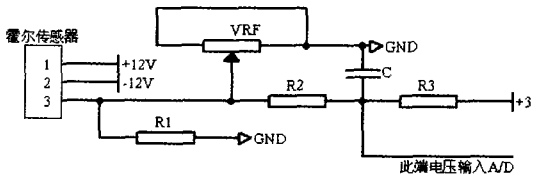

图 3　合闸线圈电流信号调理电路

3.2　动触头行程信号的测量

测试触头行程信号时,一般主要用行程传感器、角度传感器. 根据不同的接法可采用不同的传感器. 以下均以变阻器式位移传感器为例进行说明.

传感器两端接 3V 电压,断路器触头运动时带动位移传感器滑杆运动,输出电压为 0 - 3V. 输出电压通过采样通路(如图 4)进入 A/D,采样通路里有一个跟随器可以增加电路的带负载能力. 电阻 Ru3 和运放 LM324 将电压信号转化为电流信号,这样可以用线性光耦 LOC211 将通路进行光电隔离,LOC211 可以将电流按 1: 1 进行隔离,线性度好. 经光耦隔离过的电流通过电阻 Ru4 和电位器 VR3 结合运放 TLC2264 把电流信号恢复为电压信号进入 A/D.

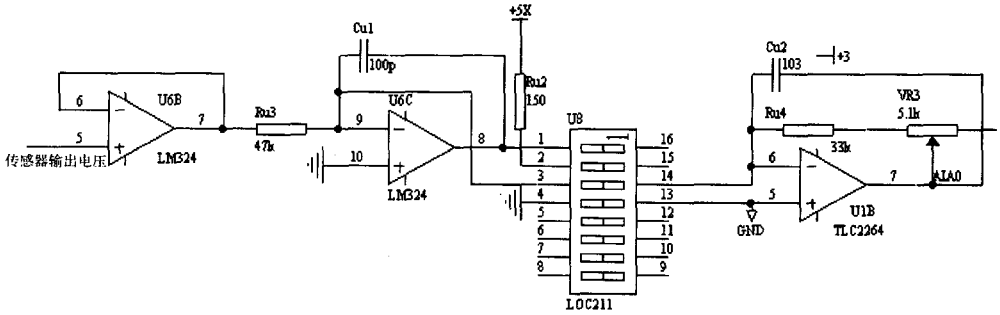

图 4　位移传感器通道调理电路

4　A/D 转换

A/D 转换部分采用了外置的 AD7938 作为转换器[4],它是逐次逼近式 12 位 A/D 转换器,有 8 路通道,转换频率是 1.5 MSPS,基准电压是 2.5 V,输入电压 2.7 - 5.25 V,时钟频率 25 MSPS. 本设计共采集 5 路模拟信号如图 5,采用同时转换方式,单极性输入,并行输出. VIN3 - VIN7(其中 VIN3 和 VIN4 分别是合、分闸线圈电流模拟信号输入通道,VIN5 - VIN7 是行程信号输入通道)为传感器采集信号的模拟输入通道. 信号

的频率约为0-100 Hz,根据采样定理,研究选取每个通道的采样频率为40000 Hz对信号进行采样,同时也能满足数据的处理需要.利用DSP自身带有的定时器进行软件编程,可以达到实时时钟的功能.本设计用DSP的EV模块产生25 M的PWM方波做为时钟输入.

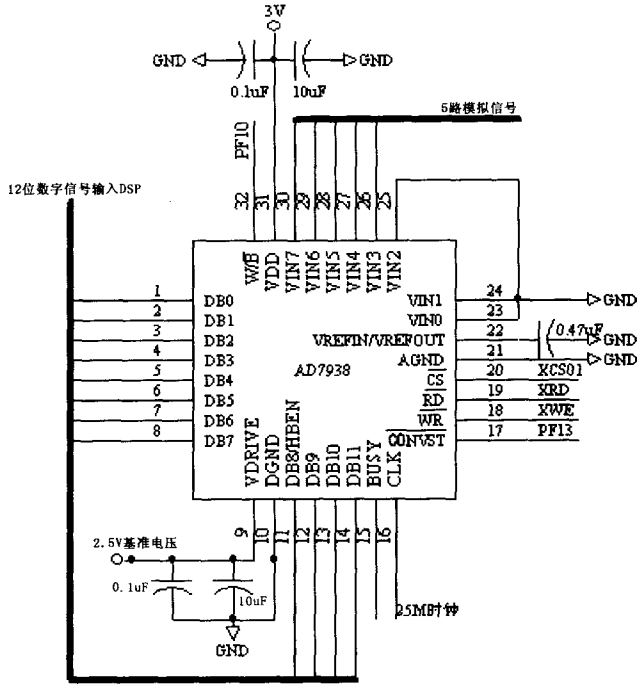

图5 AD7938原理图

5 开关量信号的采集

开关量信号的调理电路如图6所示.电阻起限流作用,使进入发光二极管的电流限制在mA级.二极管起保护光耦的作用.光电耦合器可以实现现场开关量与CPU总线之间的完全隔离,因为在光电耦合器里,信息传送介质为光,但输入和输出都是电信号,因此光电耦合器可实现CPU与现场的光电隔离,去掉它们之间公共地的电气联系.加上光电耦输入和输出之间分布电容极少,一般为0.5-1pF,而绝缘电阻又非常大,通常在1011-1013 Ω之间,所以隔离效果比较好,现场侧的电磁干扰很难到达CPU总线上.

设断路器某相触头处于合闸状态,其相应断口触点闭合,与地接通,行成回路.+12V电压使光电隔离器TLP521工作,光敏三极管导通,输出端输出低电平"0",输入DSP I/O的信号为低电平;反之,发光二极管无电不发光,光敏三极管截止,输出端输出高电平"1",因此输入到DSP的信号为高电平.

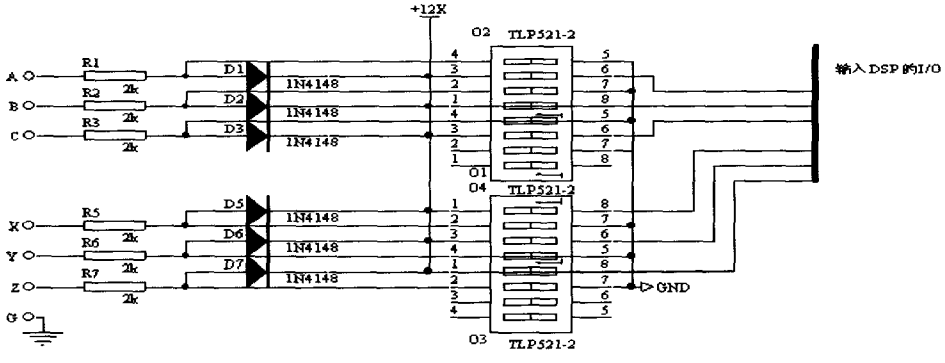

图6 开关量信号的调理电路

6　开关量的输出

开关量的输出就是发出命令去控制断路器,使断路器能进行合、分闸操作. 由于控制命令直接影响断路器的运行,所以控制电路必须有很高的可靠性和实时性. 本系统开关量输出电路原理图如图 7. 图中光耦 TLP521 -2 的作用与开关量输入电路中是相同的,都是起到 CPU 与现场的电气隔离作用,防止电磁干扰的作用.

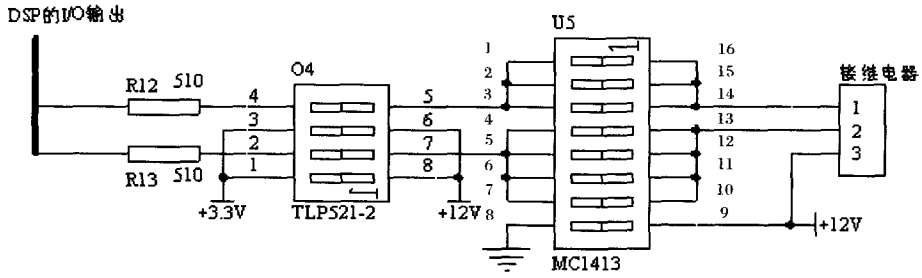

图 7　开关量的输出调理电路

当 DSP 的 I/O 输出都为"0",光耦 TLP521 -2 导通,控制 MC1413 使继电器线圈带电;当监控主机发合闸命令时,RC3 与 RC4 同时输出高电平,光耦导通,合闸继电器的线圈带电,继电器常开节点闭合,高压真空配电装置的电动机旋转,机构进行合闸运动. 同理,当发出分闸命令时,RC3 与 RC4 同时输出高电平,光耦导通,分闸继电器的线圈带电,常开触点闭合,机构进行分闸运动.

7　结论

研究表明,基于 DSP 的高压断路器测试装置的研制及其硬件设计,真空断路器机械特性在线监测装置、监测系统运行稳定,测试方法简单易行,测试元件经济实用,运行可靠、安装方便,使用寿命长,测量结果准确度较高. 但本文只对高压断路器的合、分闸线圈电流和动触头行程进行了实际的测量,然而,真空断路器机械特性的测试还有许多工作要做,例如:(1)本特性参数判断断路器是否合格,但对不合格的产品在判断故障原因、指导检修的专家系统方面还需完善. (2)应用各种传感技术和信号处理技术,设计开发具有数字化、硬件标准化、软件中文组态的测试仪. (3)设计出上位机下位机合为一体的一体化装置,方便现场操作,降低产品成本.

参考文献:

[1]陈　勇. 断路器机械特性及参数检测装置[J]. 组合机床与自动化加工技术,2005,(11):47 - 49.

[2]Runde M,Ottesen GE,Skyberg B,et al. Vibration Analysis for Diagnostic Testing of Circuit Breakers[J]. IEEE Trans. on Power Delivery,1996,11(4):1816 - 1823.

[3]苏奎峰. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京:电子工业出版社,2005.

[4]谢利旭,杨永友,董浩斌. 自动切换转换通道的 A/D 转换器 AD7938 及其应用[J]. 现代电子技术,2005,(18):78.

[责任编辑　冯喜忠]

Hardware Development of Mechanical Characteristic Testing Machine of the High Voltage Switch

WANG Zhao - li

(*715th Research Institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Hangzhou* 310012, *China*)

Abstract: The Hall current sensor that sensitive to instantaneous signal is used to monitor the current signal of close (open) coil in the operating mechanism; Linear variable differential transformer displacement transducer of DC (direct current) with a higher accuracy, is adopted to measure mechanical displacement signal of movable contact, and converts it into the synchronous voltage signalIn this system a single chip microprocessor TMS320F2812 made by Texas Instruments Company, is regarded as the core in whole system, and the peripheral hardware interface circuits are designed.

Key words: mechanical characteristic; high voltage switch; electromagnetic compatibility; DSP