

基于 W78E516B 的模拟高压断路器研制

张小波¹, 张天成²

(1. 华中科技大学 电气工程学院, 湖北 武汉 430074;
2. 武汉中元华电科技有限公司, 湖北 武汉 430079)

摘要: 介绍了高压断路器的原理和动作过程。从软、硬件两个方面详细介绍了以 W78E516B 单片机为核心的模拟高压断路器的设计原理和实现方法。模拟高压断路器系统的硬件主要由单片机控制系统、复杂可编程逻辑器件 CPLD (Complex Programmable Logic Device)、功率驱动模块及液晶显示器等组成; 软件分为菜单处理和试验模式两大部分, 经实际测试系统逻辑功能完全达到预期设计。

关键词: 模拟高压断路器; 单片机; 复杂可编程逻辑器件

中图分类号: TM 561

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2005)05-0061-03

模拟高压断路器模拟断路器的工作过程, 接收控制信号, 并给出相应的状态信号, 是继电保护检修和试验中的重要设备。

1 高压断路器工作原理和动作过程

高压断路器通常是直流操作的电磁操动机构^[1~6], 简化的高压断路器控制回路见图 1。SA 为手动跳合闸开关; SA 5-8 为手动合闸开关, SA 6-7 为手动跳闸开关。KM₀ 和 KM₁ 分别为自动装置自动跳、合闸触点。YR 为跳闸线圈, KO 为合闸接触器线圈, 中间还引入了断路器的辅助触点 QF。QF 触点在断路器的操动机构中, 与断路器的传动轴联动。它有两种触点: 一种为动合(常开)触点, 其位置与断路器主触点的位置是一致的; 另一种为动断(常闭)触点, 其位置与断路器主触点的位置是相反的。因此, 在合闸回路中引入 QF₁ 的动断(常闭)触点, 在未进行合闸操作之前它是闭合的, 此时只要将 SA 的手柄转致“合闸”位置, 触点 5-8 接通, 合闸接触器线圈 KO 中有电流通过, 接触器的触点 KO₁ 和 KO₂ 闭合, 将合闸线圈 YO 回路接通, 断路器合闸。当断路器合闸过程完成时, 与断路器传动轴一起联动的辅助触点 QF₁ 立即断开, 自动地切断合闸接触器线圈中的电流。同理, 在跳闸回路中则引入了 QF₂ 的动合(常开)触点, 手动控制开关 SA 的触点在 6-7 触点。

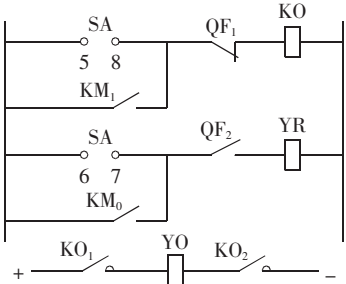


图 1 断路器控制回路图

Fig.1 The control circuitry of breaker

2 模拟高压断路器的功能要求

根据多种高压断路器的技术特点, 要求模拟装置应具有以下基本功能:

- a. 模拟高压断路器装置的跳、合闸电流, 可从 0.25 ~ 2.5 A, 以 0.25 A 步进可调;
- b. 模拟高压断路器装置的跳、合闸时间, 从 10 ~ 250 ms, 以 10 ms 步进可调;
- c. 模拟高压断路器装置的跳、合闸逻辑, 即可分别设置单相、多相合闸和跳闸方式, 既能进行手动跳、合闸, 又能由继电保护与自动装置实现自动跳、合闸;
- d. 在跳、合闸操作完成后, 应能自动切断跳、合闸脉冲电流, 断路器失灵时, 保持跳合闸回路中的电流 2 s, 以便保护装置检测到高压断路器失灵;
- e. 指示高压断路器合闸与分闸的状态;
- f. 模拟高压断路器装置的辅助触点输出。

3 系统硬件设计

模拟高压断路器系统的硬件主要由单片机控制系统、复杂可编程逻辑器件 CPLD (Complex Programmable Logic Device) 及液晶显示器、功率驱动等模块组成。

3.1 W78E516B 简介

W78E516B 是 Winbond 公司的全静态增强型 51 单片机^[7], 最高工作频率 40 MHz, 64 kByte 在系统可编程 FLASH EPROM, 支持在应用中编程, 512 Byte 片内 RAM, 64 kByte 的外部程序存储器空间和 64 kByte 外部数据存储器空间。4 个 8 位双向端口, 1 个 4 位多功能可编程端口。

3.2 CPLD 可编程逻辑设计

由于本系统需要实现大量输入/输出的控制逻辑以及译码、缓冲和锁存等功能, 因此选用 CPLD 实现。CPLD 使用 lattice 公司的高密度在系统可编程逻辑芯片 ISPLSI048E^[8], 它有 128 个引脚, 其中包括 96 个 I/O 引脚, 12 个专用输入引脚, 3 个时钟引脚, 含有 288 个寄存器, 集成密度为 8 000 个 PLD 等

效门,工作频率达 100 MHz 以上。

3.3 系统硬件结构

由于系统的输入/输出为强电,为了增强抗干扰性,使用光耦把输入/输出部分与控制部分完全隔离。系统的整体设计框图见图 2。

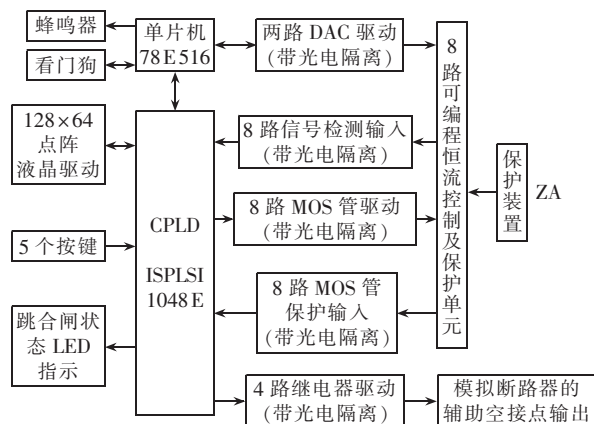


图 2 系统整体设计框图

Fig.2 The overall design of system

看门狗电路采用含有上电复位,电源电压过低复位电路的 X 5045,其带有的 512 Byte EEPROM 存储器用来保存系统的设置参数。数/模转换器使用 DAC 7571,与单片机之间用 IIC 串行方式通信。如图 2 所示。

在 CPLD 中完成系统大部分 I/O 的译码、缓冲和锁存,在控制 MOS 管的开启时,在 CPLD 中设置了密匙控制,避免因程序跑飞造成的误写入控制启动,其控制顺序:先向地址 PassWordADR1 写入密匙 1,

再向地址 PassWordADR 2 写入密匙 2,再向地址 PassWordADR 3 写入密匙 3,然后写入控制数据。4 次写入控制过程必须连续,任意一步出错或顺序不对都将闭锁本次控制操作。此外,为了增强系统的可靠性,在 CPLD 中采用了硬件逻辑实现 MOS 管的过流保护,当 MOS 管过流信号输入,CPLD 立即关断 MOS 管,并向单片机发出中断,然后单片机用软件处理 MOS 管过电流。

系统的人机交互是通过图形 LCD 和键盘实现。LCD 选用 LG128642-BMDWH6V,128×64 点阵,蓝底白字显示。此液晶模块使用 2 片 KS 0108 驱动芯片,分为左右 2 个 64×64 的点阵区域,此两区域可以分别控制。本系统共使用了 6 个按键,分别定义为手动跳闸、手动合闸、确定、取消、加(与菜单翻页功能复用)、减(与菜单翻页功能复用)。

3.4 功率部分设计

功率部分用来模拟流过断路器线圈的电流。在输入 220 V 的直流电压时,最大模拟电流 2.5 A,并延时一定时间后关断。

功率部分共有 8 路:4 路合闸信号输入、4 路跳闸信号输入,其原理基本相同。合闸信号、跳闸信号的电流控制分别使用 1 个 DAC。下面以 A 相跳闸输入(见图 3)为例简单介绍其原理。输入电流信号经过电阻 R_1 ,再经过 3 个二极管 $V_{D1\sim3}$,MOS 管 V_T 和取样电阻 R_4 。在 V_{D1} , V_{D2} 上取得电压后至输入光耦,检测输入信号并送到 CPLD。模/数转换器的输出电压经过缓冲后,接入运放的正输入端。 V_T 的驱动电压(+15 V)经过 R_5 , R_6 后,加到 V_T 的栅极。

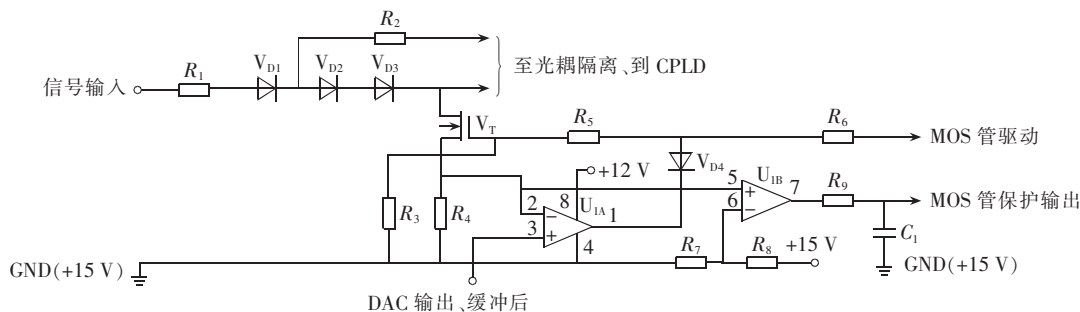


图 3 A 相跳闸信号输入原理图

Fig.3 The principle diagram of phase A trip signal input

由运放 U_{1A} , MOS 管 V_T , R_4 , R_5 和 V_{D4} 构成可以设置的恒流源控制电路,采用负反馈控制原理:当 V_T 的电流增大,则电阻 R_4 上的电压增大, U_{1A} 的负输入端的电压也增大,由于 U_{1A} 的正输入端电压不变,则运放的输出电压降低,致使 V_T 的栅极电压降低,其等效电阻变大,流过的电流减小, R_4 上的电压降低,直至与运放的正输入端电压相等。由此可知:改变运放的正输入端的电压,就可以设置输入电流大小,因此采用 DAC 输出控制电压,可以很方便地由软件设置输入电流的大小。

4 软件设计

软件主要分为两大部分:菜单处理、试验模式。菜单处理部分实现功能:键盘检测、菜单变换、选择参数输入。试验模式部分实现功能:检测到输入信号后,根据相应的动作要求延时规定的时间后动作,并立即关断 MOS 管。

当进入试验模式后,开 T0 中断,打开 8 个 MOS 管。系统循环检测信号输入,当检测到有信号输入时,则根据跳、合闸动作对此通道或者此组通道定时

倒计时器赋初值;并确定是做跳闸试验还是合闸试验,对相应的 MOS 管驱动作出处理。T0 定时器产生中断周期为 1 ms 的中断。在 T0 中断程序中,根据 8 个 MOS 管的倒计时定时器的数值,进行相应的处理。处理流程:每个输入通道都设置 1 个倒计时的计数器,只要此计数器的值不为零,则每 1 ms 减 1,直至为零。减到 2 时,根据跳合闸状态动作继电器,当在失灵状态下,此 MOS 管还要延时 2 s 后断开,让保护装置检测到断路器失灵并动作失灵断路器。减到 1 时,关断此 MOS 管,并打开与此管对应的 MOS 管,例如关闭 A 跳 MOS 管时,打开 A 合 MOS 管。试验模式信号处理流程图见图 4。

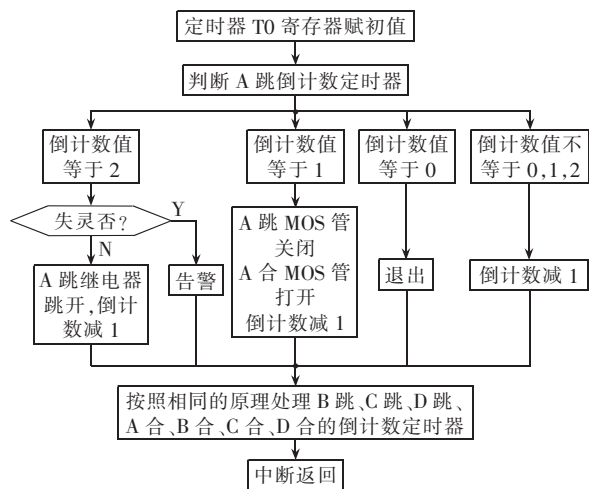


图 4 定时器 T0 中断处理流程图

Fig.4 The flowchart of T0 interruption program

5 结论

本系统经实际测试,逻辑功能完全达到预期设计。时间精度: <0.1 ms, 电流控制精度: <5 %。

当电力系统中运行的电气设备停电检修时,使用此模拟断路器代替高压断路器做继电保护试验,可减少开关动作次数,延长断路器使用寿命,缩短调试时间,提高试验工作效率,避免整组试验时断路器反复分合带来的不便。

参考文献:

- [1] 熊信银. 电力系统工程基础[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2003.
- [2] 李娟,焦邵华. 一种基于 DSP 的高压断路器状态在线监测装置[J]. 电力自动化设备,2004,24(8): 44 - 47.
LI Juan, JIAO Shao-hua. Online monitoring device for high voltage circuit breaker based on DSP[J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2004, 24(8): 44 - 47.
- [3] 常广,王毅. 高压断路器机械状态在线监测装置的研究[J]. 高压电器,2003,39(2): 44 - 46.
CHANG Guang, WANG Yi. An on-line mechanical condition monitoring device for high voltage circuit breakers[J]. **High Voltage Apparatus**, 2003, 39(2): 44 - 46.
- [4] 郭贤珊,李仲夫,陈轩恕. 断路器操动机构在线监测参数的选择[J]. 高压电器,2002,38(1): 24 - 26, 30.
GUO Xian-shan, LI Zhong-fu, CHEN Xuan-shu. Selection on-line monitoring parameters of circuit breaker's operating mechanism[J]. **High Voltage Apparatus**, 2002, 38(1): 24 - 26, 30.
- [5] 许兆风,马燕峰,盛兆俊. 一种实用的断路器模拟装置设计[J]. 电力自动化设备,2003,23(5): 49 - 50.
XU Zhao-feng, MA Yan-feng, SHENG Zhao-jun. Design of applied breaker simulation equipment[J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2003, 23(5): 49 - 50.
- [6] 陈春,乔巍,叶芃生. 基于单片机的智能型低压断路器[J]. 电力自动化设备,2003,23(2): 49 - 51.
CHEN Chun, QIAO Wei, YE Peng-sheng. Intelligent low voltage tripper based on micro-controller[J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2003, 23(2): 49 - 51.
- [7] W78E516B Data Sheets[EB/OL]. <http://www.winbond.com>, 2000 - 12.
- [8] ispLSI1048E Data Sheets[EB/OL]. <http://www.Lattice.com>, 2002 - 02.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

张小波(1971 -),男,重庆人,博士,从事电力系统及自动化的研究;

张天成(1981 -),男,湖北随州人,助理工程师,从事电力系统及自动化的研究(E-mail: Power_zhang@etang.com)。

Design and implementation of high voltage breaker simulator based on W78E516B

ZHANG Xiao-bo¹, ZHANG Tian-cheng²

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. Wuhan Zhongyuan Huadian Science & Technology Co., Ltd., Wuhan 430079, China)

Abstract: The principle and operating process of high voltage breaker are introduced. The design and implementation of high voltage breaker simulator based on W78E516B are detailed from both hardware and software. The system hardware consists of single-chip microcomputer control system, CPLD(Complex Programmable Logic Device), power drive module and liquid crystal display. The software includes menu processing and experimentation. The test shows that the system logic functions meet the expected design specifications.

Key words: high voltage breaker simulator; single-chip microcomputer; CPLD