

JZC-200MB 继电器测试系统的设计

蒋先刚

(华东交通大学交通信息工程与控制研究所,江西 南昌 330013)

摘要: 介绍基于 Windows和数据采集卡的电磁继电器测试系统设计的基本原理和技术,通过高精度 JZC - 200MB 系列继电器测试系统的设计实例,讲述高精确定时及测试数据处理的软件设计技术。

关键词: 继电器; 高精确定时; 测试

中图分类号: TP316.8; TM58 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2005)03-0051-04

0 概述

继电器在工程设备中的主要作用是能用较弱的信号控制较大电流电路的接通和断开并提供一定的时序控制。电磁式继电器是机械和电气结合的电子元件,其断态的高绝缘电阻和通态的低导通电阻使得其具有特殊的电气性能,它们在航天、铁路、家电等军用及民用电子设备中得到了广泛的应用。电磁继电器的性能受其结构、材料和生产工艺的影响而表现出一定的变化范围,在一些重要仪器安置继电器之前,必须对其进行有效的测试和筛选。对于一些性能要求不太严格的民用继电器的测试,可以采用普通专用仪器进行批量测试,而对于一些高精度仪器所使用的继电器的测试和筛选,则必须采用基于计算机的测试系统,因为这些继电器的吸合时间和释放时间的测试精度都是微秒级的,而触点接触电阻的记录也是毫欧级的,同时多线圈多触点的继电器性能的测试还要测试微秒级的动作时序。基于计算机的继电器测试系统一般包括三种类型:基于单片机的、基于 DOS操作系统的和基于 Windows操作系统的。

本文介绍的 JZC-200MB 系列继电器测试系统基于 Windows 98/Windows 2000 操作系统,其软件开发平台为 Delphi 6.0,数据库为 Paradox,数据库引擎为 Borland 公司的 BDE,硬件为 AD 采集卡 AC6115和自行设计的测试仪。

1 JZC-200MB 继电器测试系统的作用与构成

JZC-200MB 继电器测试系统用于测试该系列的 006型、012型和 027型三种超小型密封直流电磁继电器。系统包括微机和测试仪两部分,它们之间通过采集卡 AC6115来传递 A/D、D/A 和 I/O 信号。

JZC-200MB 继电器测试系统的主界面如图 1 所示,在继电器测试指标框中选择待测继电器的技术指标。该系统主要测试上述三种继电器的四类指标。它们分别是:线圈参数,包括线圈额定电压、线圈电流、线圈电阻、吸合电压和释放电压;动作时间,包括吸合时间和释放时间;常闭电阻,包括 7 - 5触点电阻和 2 - 4触点电阻;常开电阻,包括 7 - 1触点电阻和 2 - 8触点电阻。该系统的测试指标包括:线圈电压,测试精度 0.1V。线圈电流,测试精度 1mA。线圈电阻,测试精度 1Ω。吸合电压,测试精度 0.1V。释放电压,测试精度 0.05V。动作时间,测试精度 0.02ms。触点接触电阻,测试精度 0.1mΩ。

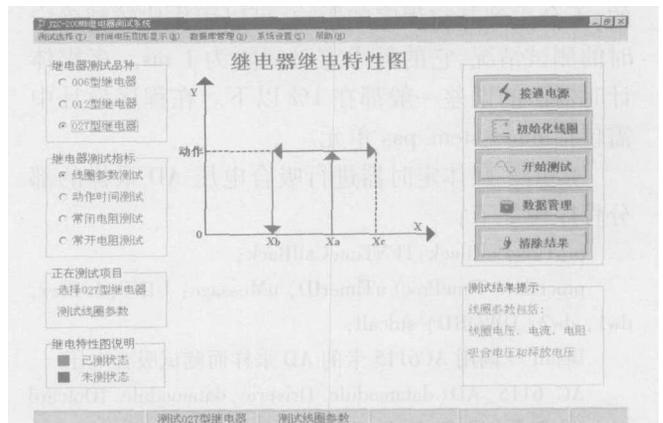


图 1 JZC-200MB 继电器测试系统的主界面

Fig 1 Main interface of JZC-200MB relay test system

主界面右方五个按钮的功能大致为:点击“接通电源”则系统电源接通,同时该按钮显示为“断开电源”,再次点击该按钮则系统的电源关闭;点击“线圈初始化”则对待测继电器线圈进行初始化,注意:只有经过初始化的继电器才可以进行下面的测试;点击“开始测试”按钮则根据所选测试继电器品种和测试指标进行测试;点击“清除结果”按钮则此次测试结束,将板卡和各种数据变量初始化并进入

下一个新的继电器的测试;若要进入数据库管理模块,则可点击“数据管理”按钮就可以了。它还提供相应的继电器测试报告的打印功能。

2 JZC-200MB 继电器测试系统的软件设计

2.1 测试系统的定时器的设计

软件系统中的定时功能的合理设计对于提高测试系统的设计效率和测试结果的精确性具有很大的决定作用,而对于精确到微秒级的需测试吸合和释放时间的继电器测试系统,其精确定时的软件功能的设计更是保证测试精度的关键一环。

2.1.1 Delphi提供的 TTimer控件的使用

Delphi提供的 TTimer定时控件在对定时精度要求不高的场合是一个最佳的选择。它与 Sleep()函数的配合,主要用于测试曲线的动态显示,DA输出时序的波形控制等。但由于 Windows是一个多任务的操作系统, TTimer定时控件是通过调用 API的定时器,其精度都会受到其它很多因素的干扰,它的时间最小只能精确到 55ms,一般它的误差都在 5%~10%,故不能用于精确定时。

2.1.2 多媒体计时器和高性能频率计数器的使用

高精度定时器是数据采集和实时控制必不可少的手段。由于多媒体定时器是在独立的线程中运行的,不会受到其它程序的影响,可以用作比较精确定时的测试情况,它的最小定时间隔为 1ms。多媒体计时器法的误差一般都在 1%以下。在程序设计中需包括 mmSystem.pas单元。

应用多媒体定时器进行吸合电压 AD采样的部分程序段如下:

```

proTimeCalBack: TFNTimeCalBack;
procedure TimeProc (uTimerD, uMessage: UNT; dwUser,
dw1, dw2: DWORD) stdcall;
Begin //调用 AC6115卡的 AD采样而测试吸合电压
AC_6115_AD (datamodule Driverio, datamodule Dofcard
[1], 80, 2, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
DrawVoltage, 2048);
End;
```

多媒体定时器同时也是产生独立线程事件的函数,因此它基本不受系统其它程序、线程和消息的干扰,能提供较高的时间测试精度。

而通过 QueryPerformanceCounter()和 QueryPerformanceFrequency()函数的应用可以获得系统的高性能频率计数器在 1ms内的震动次数,并由此得到更加精确的定时器。用高性能频率记数法比较适合某些耗时十分短的测试过程,同时它在理论上可以

达到微秒级别。采用高性能频率记数法的误差都在 1%以下。

当然,时间事件一般要越短越好,如小于 10ms,合格的民用和军用继电器的吸合时间一般都不大于 10ms,不然的话系统时间很难保持同步和协调。对于大多数测试系统这个时间段内有足够的余地来完成读取端口,储存数据,简单计算和绘制线条。这个时间段内应尽量减少可视化操作和大量的数据计算,其 A/D板卡尽量选择具有 FIFO功能的。

2.1.3 数据采集卡上计数器 and 定时器的使用

通过硬件的计数和定时功能来测定时间是最为精确的测时方法。AC6115提供一个 16位多功能计数器,它能完成计数、测频、脉冲宽度测量等功能,测量时间为 1~65535 μ s。通过设置计数器的值为 2和定时器初值,并在自行设计的测试电路中设置送吸合电压和触头联通时输入方波上升沿脉冲而读取定时器数据就可测出吸合和释放时间,用这种方法的缺点是增加了电路设计的复杂性。

2.1.4 AC6115采集函数的定时器与独占线程定时器控件的合理配合

基于单片机的测试系统具有非常良好的精确计时功能,但其操作方便性和数据处理能力比较差。DOS操作系统是一个单任务单线程的操作系统,比较适合需非常精确定时的测试系统的操作平台,但在这个平台下设计的程序操作复杂,数据共享能力差。Windows是一个多任务多线程的操作系统,一般来说,它不适合作这样操作平台。为了正确地反映测试时间的精确性,必须在短时间内限制多任务。设计的定时器必须控制整个计算机的消息和资源并在它的时间事件后再将控制权交给操作系统和主程序。现在有许多已开发的时间定时器控件可下载。网上免费提供的 Z_Timer定时控件能提供 100 μ s的定时间隔,且精确度达到 0.015ms,并提供控件的源程序供使用者继续完善。该控件的可靠性和独立线程功能也非常好。这给良好用户界面的多任务 Windows操作系统提供一个软件方法高精度定时的途径。在该系统的设计中通过该定时器的使用,节省了一定量的硬件电路设计。我们主要应用这个控件的短时独立线程的功能,在它的时间事件发生过程中短时停止其它程序、线程和消息的运行和发布,而在这个时间事件中快速测试吸合电压和释放电压等。

AC6115的 A/D采样函数为:

```

int AC_6115_AD (HANDLE port, unsigned long board_id, int
ad_timer, int start_ch,
```

```

int end_ch, int ps, int trigger_sl, int clk_sl, int trigger_pol,
int clk_pol, int sam_mode,
int dif, unsigned long * Data, int Size)
函数中的各变量解释如下:
port:驱动句柄
board_id:要操作的 AC6115插卡 D由 AC_6115_N II获得
int ad_timer, //10 - 65536, 4M的时基,每个数表示
0.25 μs的时间长度
start_ch, //0 - 7,采样起始通道号
end_ch, //0 - 7,采样停止通道号
ps, //表示模拟输入的电压范围,用 0 - 3分别表示 0 -
5 V, 0 - 10 V, ±5 V ±10 V
trigger_sl, //触发方式选择,用 0/1分别表示软件 硬件
触发, 0 - 软件 1 - 硬件
clk_sl, //采样时钟的选择, 0 - 使用内部时钟 1 - 使用
外部时钟
trigger_pol, //触发极性选择 0 - 上升沿触发 1 - 下降沿
触发
clk_pol, //时钟极性选择 0 - 上升沿 1 - 下降沿
sam_mode, //采样方式选择 0 - 普通采样模式 1 -
采样 保持模式
dif, //模拟输入选择 0 - 单端模式, 1 - 差分模式
(信号 +、信号 -, 信号地),
* Data, //回传的数据缓冲,数据类型是无符号长指针
Size/回传的数据的长度
该函数返回值为: 0 - 表示采样正确; 11 - 表示参数有
误。

```

应用该定时控件的事件的测试吸合电压和释放电压的子程序如下:

```

Procedure TMainForm.DrawTimerTimer(Sender: TObject);
begin //该定时器保证该测试工作为唯一的线程在运行
  Datamodule Hdll := LoadLibrary('acpci.dll');
  if Datamodule Hdll <> NULL then
  begin
    if (int(Datamodule Hdll) < 31) then Showmessage
(动态链接库调用失败!)
    else
    begin //测试 AC5115板卡是否存在
      if (AC_OpenDriver = NULL) then Showmessage( AC
_OpenDriver不存在!)
    else
      Datamodule Driverio := AC_OpenDriver();
    end; end; //板卡转换时间为 0.25 * 80 = 20 μs,测试
2 - 5的 4个通道。

```

```

AC_6115_AD (Datamodule Driverio, Datamodule Dofcard
[1], 80, 2, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, DrawAllTime, 2048); //全
部数据为 2048,每通道测有 2048/4 = 512个数据,

```

```

DrawTimer Enabled: = false; //一共监测的电压波形的
时间为 512 * 20 = 10240 μs

```

```

VoltageTimeFormShowButton(Sender); //显示测试得到
的 10240 μs内触点的电压曲线

```

```

end; //由后向前计算电压的突变点数,注意回跳时间
也包括在内,每一点表示 20 μs。

```

2.2 吸合电压和释放电压的测试

继电器的吸合电压和释放电压的测试方法有两种,一种是直流法,一种是脉冲法。考虑到软件设计的方便性,我们采用直流法,即绕组电压是渐变上升或下降的。通过 DA 输出加在绕组上的电压波形如图 2。而用 AD 采集相关线圈和触头的电压和导通动作,当继电器吸合就记录下吸合电压值并让 DA 以这个值保持 0.1 s,然后升到额定电压后保持 0.1 s,再以斜线的方式降压,并用 AD 记录继电器触头释放的电压值,并继续降压归零。

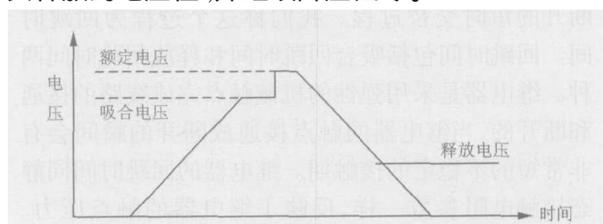


图 2 继电器绕组加电波形图

Fig 2 Graded voltage drove on relay coil

AC6115的 DA 输出函数如下:

```

int AC_6115_DA (HANDLE port, unsigned long board_id, un-
signed long chn, unsigned long da_data)

```

函数中的各变量解释如下:

```

port:驱动句柄
board_id:要操作的 AC6115插卡 D
da_mode0: DA0输出的电压范围选择 (0, 1); 0: 0 - 10V /
1: ±10 V
da_mode1: DA1输出的电压范围选择 (0, 1); 0: 10V / 1:
±10 V
chn:选择的 D/A 输出通道 (0, 1),共两个通道
da_data: D/A 输出的数据 (0 - 4095)

```

该函数返回值为: 0表示操作成功; 10表示参数错误。

如按时间段输出不同等级电压波形的源程序如下,电压到吸合和额定值的保值阶段由 AD 测试得到并恒定 DA 输出一段时间达到:

```

begin // Time_Count控制电压波形输出的区间的步
长,不同区间输出不同的电压值
if (Datamodule Time_Count <= 20) then
  Datamodule OutV := Datamodule OutV + 1;
Else begin

```

```

if (Datamodule Time_Count >= 80) then
begin Datamodule OutV := Datamodule OutV + 3; end
else Datamodule OutV := Datamodule OutV + 5;
end;
AC_6115_DA_MODE (Datamodule Driverio, Datamodule
DofCard[1], 0, 0);
//DA输出 0通道,使用 0 - 10 V输出
AC_6115_DA (Datamodule Driverio, Datamodule DofCard
[1], 0, Datamodule OutV);
End //具体输出到线圈上的电压值还需配合电路板上的
比较器电路来调整

```

2.3 其它测试技术问题的讨论

2.3.1 回跳时间的测试

通过分析测试到的吸合时间或释放时间与电压的数据和曲线,就会发现吸合或释放过程的电压曲线在发生跳跃前有一个震动过程,即触头的接通和断开的短时交替过程。我们称这个过程为回跳时间。回跳时间包括吸合回跳时间和释放回跳时间两种。继电器是采用弹性的机械触点完成线路的接通和断开的,当继电器的触点接通或断开的瞬间会有非常短的不稳定的接触期。继电器的回跳时间同静态接触电阻参数一样,反映了继电器的触点压力。当继电器的触点压力减少时,其回跳的时间会变长。而随着接触点压力的减少,其触点间的静态接触电阻也会变大。经测试的继电器的接触电阻值和测试的吸合时间或释放时间与电压的关系曲线具体地反映着这些关系。我们也可以从这些数据和曲线关系中判断测试结果的正确性和被测试继电器的老化和疲劳程度。

2.3.2 转换时间逻辑关系的确定

测试系统不但要测试继电器线圈的电压和触点电阻,对于多组触点的继电器,还要测试它的吸合和释放的时间顺序。转换时间包括吸合转换时间和释放转换时间。对吸合转换时间而言,继电器在吸合过程中,静合点断开时间与动合点吸合时间之差称为吸合转换时间。转换时间是保证继电器触点的先断后通的一个重要参数,在多线圈多触点的继电器中,应该在最后一组静合点断开后,才能有动合点闭

合。如果在一组触点中出现先通后断的情况,既所谓的三点连通,就会在使用过程中造成比较严重的后果,如导致电源的瞬时短路或信号的瞬时短路。由于转换时间的测试需要对多组触点同时测试,因此,在购买 AD 板卡时需采用具备并行采样模式的 AD 卡,这样更能反映实际的电路状态触点运动时序,保证继电器触点满足合理的逻辑联通关系。

3 结束语

基于 Windows 和 AD 板卡的继电器测试系统具有良好的用户界面,设计者可以使系统设计工作的重点由硬件转向软件。经该系统检测的继电器的参数比较实际地反映了其产品性能,测试结果可靠。实践证明,通过设计不同情况下的定时器函数,充分利用系统的软硬件资源,可以达到精确定时和精确测时的目的。

参考文献:

- [1] 张用. 继电器电路逻辑设计 [M]. 天津:天津科学技术出版社, 1989.
ZHANG Yong Logical Circuit Design of Relay [M]. Tianjin: Tianjin Science & Technology Press, 1989.
- [2] Perry P. 多媒体开发指南 [M]. 陈向群, 等译. 北京:清华大学出版社, 1995.
Perry P. Guideline of Multi-media Development [M]. CHEN Xiang-qun, et al Trans Beijing: Qinghua University Press, 1995.
- [3] Pacheco S T X. Delphi 5 开发人员指南 [M]. 任旭钧, 译. 北京:机械工业出版社, 2000.
Pacheco S T X. Guideline of Delphi 5 Developer [M]. REN Xu-jun, Trans Beijing: China Machine Press, 2000.

收稿日期: 2004-05-25; 修回日期: 2004-06-17

作者简介:

蒋先刚 (1958 -), 男, 汉族, 教授, 硕士生导师, 主要研究领域为机械、电气 CAD/CAM、SCADA 系统和计算机图形学。E-mail: jxg_2@163.net

Design of JZC-200MB relay measuring system

JIANg Xian-gang

(Institute of Information and Control Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper introduces common principles and techniques of electromagnetic relay measurement system based on Windows and AD card. Taking JZC-200MB series relay test system as an example, it details the software programming techniques of accurately timing and acquired data processing.

Key words: relay; accurately timing; measurement