

DSP在继电器试验数据高速采集中的应用

杜太行,姚春莲,陆俭国

(河北工业大学电气信息学院,天津 300130)

摘要: 继电器分断时电路中会产生频率很高、幅值很大的过电压,采用一般的检测设备很难测出其动态波形,本文介绍一种基于DSP(数字信号处理器)的高速数据采集系统,对继电器分断时的过电压进行采集,绘出过电压动态波形。

关键词: 继电器; 过电压; DSP

中图分类号: TM58 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2001)07-0017-04

1 引言

继电器作为基础电器元件,广泛应用于机械、电子、航天航空、铁道、邮电、电力等行业。其使用寿命直接影响到使用它的电器设备的可靠性。继电器试验是检验继电器性能、质量的重要手段,通过继电器的试验不但可以得到包括电寿命在内的许多重要指标,而且对找出继电器失效的原因有很大的帮助。因此,继电器的试验方法、标准以及试验装置的研究一直是电器学术界研究的重要问题之一。每年召开一次的IEEE电接触会议、国际继电器年会等国际会议以及国内的有关会议上都有一些涉及继电器试验方法和试验装置的文章,总体来看该方面的研究尚在起步阶段,具有十分广阔的发展前景。

测试技术是电器试验的组成部分,从80年代至今,低压电器试验中计算机测试技术发展非常迅速。许多研究单位、生产厂家在试验室乃至生产线上使用计算机及电子技术作为低压电器的测试手段。计算机控制的试验设备具有许多常规设备所不具备的优势。它可以改变试验过程中的试验条件;更加接近于实际应用情况;可记忆试验次数,判断和记录试品失效的类型、次数以及失效发生的全过程,有利于分析产品的缺陷;可以准确显示试品的参数及通断过程的动态曲线,便于了解整个动作过程。因此,有理由相信计算机测试装置必将替代常规的试验装置。

2 过电压及其测量方法

继电器的电寿命、通断能力等试验都必须测量触头两端的电压及回路电流信号,并显示波形。国内外绝大多数电器测试机构、制造厂的试验室中均采用光线示波器。由于示波器振子采用机械悬丝结构,所以其所能测量的电信号的频率不能太高,无

法正确测量及显示触头断开时的过电压信号,而过电压信号与继电器触头间的燃弧过程密切相关。触头之间的燃弧如不能迅速熄灭,会使触头烧损或烧毁,造成短路甚至引起爆炸而发生火灾。因此,准确地测量过电压的全部过程是非常重要的。由于过电压信号的频率在50kHz左右,对过电压信号的捕捉需要使用高速数据采集装置。目前荷兰开展了电器试验数据高速采集与处理技术中的研究,并生产了试验装置。但其价格超过100万人民币,十分昂贵。如何能够生产出一种价廉物美的高速数据采集卡,成为我国电器测试机构与制造厂的试验室进行技术改造的当务之急。

继电器分断时过电压信号的采集可以在继电器电寿命试验中进行,在电寿命试验的开始、中间、结尾三个不同的时段对过电压信号采集。本项目中对过电压的采集,是通过自行研制的继电器电寿命计算机检测与控制装置,再配上自行研制的高速数据采集卡进行的。带有高速数据采集卡的继电器电寿命试验装置主回路电路原理如图1所示。

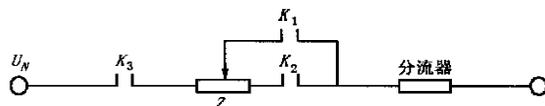


图1 试验装置主回路

该设计的目的是为了满足不同试品的接通和分断条件,其中 Z 为电阻和电感组成的模拟负载,它是可调的,用来调节功率因数和负载电流,通过 K_1 、 K_2 的切换得到 $6I_N$ 或 I_N ; K_3 是试品触点;通过分流器检测电流。

控制所使用的计算机选用研华586 133M工控机;接口板选用数据采集系统作为A/D采样板,采样点包括 U_N 、被试品触点间电压 U_C 、回路电流 I_L ,PCL720/3为数字量输出板,通过固态继电器控制

K_1 、 K_2 、 K_3 的通断,如图2。图2中试品线圈前的整流桥的作用是使计算机既可以控制直流线圈,也可以控制交流线圈。

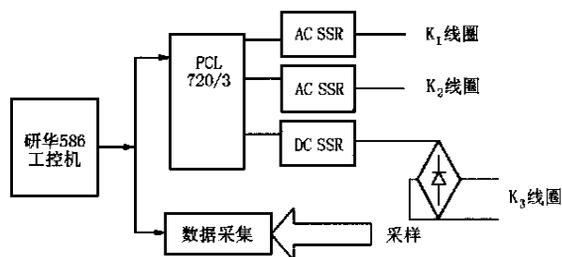


图2 计算机控制电路图

其中数据采集部分由两部分组成,包括工频信号采集部分和高速信号采集部分:

(1)以PCL818数据采集卡为基础的工频信号采样卡。

采用PCL818数据采集卡为基础的工频数据采集卡采集电源电压 U_N 、回路电流 I_L 和在不需过电压信号时的继电器触头两端电压 U_C 。这些信号为频率为50Hz/60Hz的工频信号,采样频率为1kHz。计算机通过PCL818数据采集卡采集这些电信号,并实时绘制波形曲线,使用户了解电源电压、回路电流波形,以及继电器闭合与分断时的触头两端的电压波形。通过对采样数据的处理计算电源电压、电网频率、回路电流、功率因数以及触点间电压降的数值。

(2)以DSP为核心的高速数据采集卡。

目前DSP应用十分广泛,如移动电话、空调、自动控制设备等,DSP的抗干扰问题基本得到了解决,而且在价格上DSP已经从最初期的几百美元降到了几十美元,从性能价格比上适合应用于继电器的过电压测试。

采用以DSP为核心的高速数据采集卡采集继电器触点间的过电压信号。继电器分断时触头间产生的过电压信号的频率比较高,其频率在50kHz左右。为了准确描述过电压过程的每一个细节,要求高速数据采集卡的采样频率在1MHz以上。本项目中的高速数据采集卡的采集频率为1.5MHz,满足上述要求。

3 高速数据采集系统的硬件组成

本装置中自行设计的高速数据采集卡,本身就是一个以DSP为核心的最小系统,作为计算机的下位机完成继电器分断时的过电压信号的检测任务。

因此,对该系统有以下技术要求:

(1)高速数据采集功能。为了准确采集继电器分断时的过电压信号,要求采集系统具有一定的采集速度。

(2)高速缓存数据功能。为了解决高速采集与数据存储之间的速度匹配问题,系统中需要扩充高速缓存器。另外,为了完整、准确地扑捉到过电压的全部过程,高速缓存应该具有一定的空间。

(3)与计算机的接口。系统作为计算机的下位机,由计算机来控制对继电器触头间的过电压进行检测。并将采集到过电压数据存入系统的高速缓存器中。当计算机发出传数据的指令时,系统将数据传给计算机。这些功能的实现需要系统与计算机之间的接口技术。

综合以上技术要求,高速数据采集系统主要包括: DSP程序与数据处理器;高速存储器,高速A/D,以及并行通信接口。其原理如图3所示。这样数据采集系统可以作为PC机的一个扩展板直接插在计算机的ISA总线槽中来使用。

3.1 TMS320C240 DSP

TI公司的TMS320系列DSP由定点、浮点、多处理器数字信号处理器组成,TMS320 DSP的结构被专门设计为实时信号处理。并行多数据总线、多地址总线的总线结构,处理速度高。

其中TMS320C240 DSP芯片的管脚数为132个,与同类产品相比比较容易布线,适于工业上使用。C240 DSP基本指令执行周期为50ns,指令执行时是四级流水线的形式,几条指令的取指、译码、执行是并行的,DSP的片内有16K EEPROM程序存储器可以用来存储程序,这样就不必再外扩程序存储器,可以通过仿真系统将程序固化到程序存储器中,TMS320C240 DSP有汇编和C语言两种编程方式,指令丰富,DSP的开发方式也越来越成熟,调试程序时可以用在线仿真的方式,从仿真窗口中,可以直接看到程序的运行情况,以及片上的存储器的结果,减少了开发时间,C240 DSP具有28针可独立编程的I/O口以便进行外围扩展。

3.2 高速存储器

为了解决高速采集与数据存储之间的速度匹配问题,高速数据采集系统扩充了高速缓存器。为了准确完整地保存过电压的全过程,高速缓存器需要一定的空间。继电器分断时的过电压全过程大约需经1ms左右的时间,采样频率为1.5MHz时至少需要2K以上的存储器。另外,计算机发出分断信号

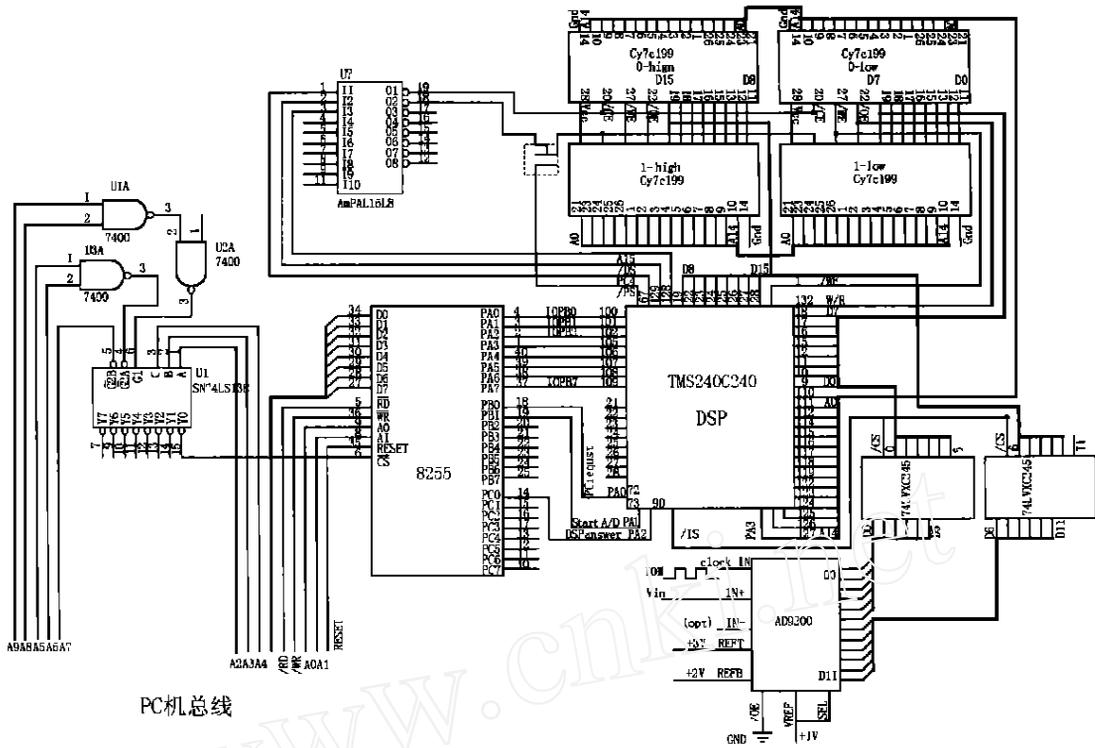


图3 高速数据采集板原理图

后,大约10ms后试品才分断,因此,为了能够捕到过电压信号需要更宽的检测时间范围。为此高速采集系统上共扩充64K的高速存储器,用来保存过电压信号的采集数据,时间范围大约为45ms,存储器选用CY7C19915NS,它是高性能的CMOS静态RAM,它的存取速率是15ns,用来存储继电器动断时所采得的过电压数据。地址采用DSP的15根地址线,片选信号由PC4和DS译码来得到。

3.3 DSP与计算机并行接口

DSP与PC机之间需要传递的信息有:

- 计算机启动DSP开始采样;
- 计算机请求DSP传递采样数据;
- DSP向计算机发送数据。

为提高数据通信的可靠性,计算机通过8255与DSP通信,8255PA口与DSPIOPB口联接作为数据通道,8255PB1作为A/D启动请求信号,PB0作为传数请求信号,PC0作为DSP应答信号,通信采用应答方式。以传数为例见图4。计算机通过PB0发出请求信号,DSP接收到信号后将数据送到IOPB口并通过PA2发响应信号,计算机收到响应信号后读取数据并将清除请求信号。DSP检测到无请求信号后清除响应信号,至此完成了一个字节的传送。上述操作循环执行,即可完成全部数据的通信工作。

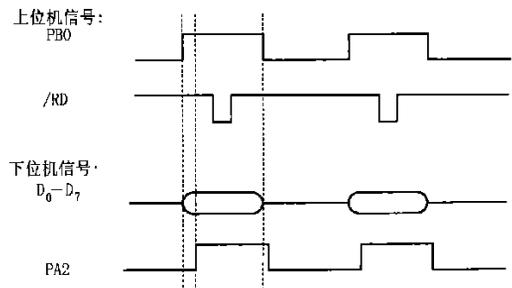


图4 PC-DSP传数通信控制信号图

3.4 高速A/D

系统要求高速采样的频率为1.5MHz,即对应的A/D转换的速率应小于1μs,为此选用AD9200A/D芯片,它是一片10位20MHz的芯片,它的精度与转换速率能满足继电器过电压测试的要求,而且它内部具有高带宽的采样保持电路,这样可以省去外围的采样保持电路,AD9200允许两种模拟量输入方式,即单端与差分,可以适合用户不同的要求,本次测试采用单端输入方式,而且它的数字量输出可以和TTL与CMOS两种逻辑兼容,这样使得AD9200的数字量输出能通过74F245芯片直接连到DSP的数据总线上。74F245芯片的片选信号来自DSP的IS信号,DSP通过读I/O空间将A/D转换的数字量读

入到存储器中。

4 软件设计

软件包括以 DSP 为核心的高速数据采集系统的软件系统和作为上位机的计算机软件系统。

4.1 DSP 的软件系统设计

下位机采用 DSP 的汇编语言编程,主要是根据上位机发出的 A/D 转换的要求,通过高速 A/D 转换器,完成继电器电寿命试验中的高速数据采集,也即过电压信号的采集,将采集的结果存入高速存储器中,再根据上位机的传送数据请求,将采集的数据通过 8255 接口传入至 PC 机中,并且自动记录上一次传送数据的地址,在上位机没有任何请求时,DSP 就循环检测 I/O 口等待请求。

4.2 计算机软件设计

上位机采用 C 语言编程,主要任务是电寿命试验,控制高速数据采集以及数据通信。通过修改中断 8H 实现 1ms 的定时中断,为方便用户使用高速数据采集系统,我们将其驱动程序编写成 int 55H 的中断服务程序,在 AUTOEXEC.BAT 文件中加入该程序名,每次启动计算机,该程序自动运行修改 int 55H 中断矢量并驻留内存。用户通过调用 int 55H 即可实现对高速数据采集板的控制。如:

1) DSP 复位。

```
AH = 3 ;int 55H
```

2) 启动 A/D

```
AH = 2 ;int 55H
```

3) 传送数据

```
AH = 1 ;int 55H
```

```
AL = XX ;(XX 代表需传送的数据长度单位 K)
```

```
ES = 目标数据块段地址
```

```
DX = 目标数据块偏移地址
```

```
int 55H
```

其中传送数据时分几次将 64K 数据传送。

DSP 自动记忆上次传送的结束位置。

5 结论

应用高速数据采集系统所采集到的过电压波形如图 5 所示。

从这次测试中,我们可以得到过电压的一些基本参数,如电压幅值在 1000V 左右,电压频率在 20kHz 左右。波形随被测试品的变化,幅值和频率都会有所变化。

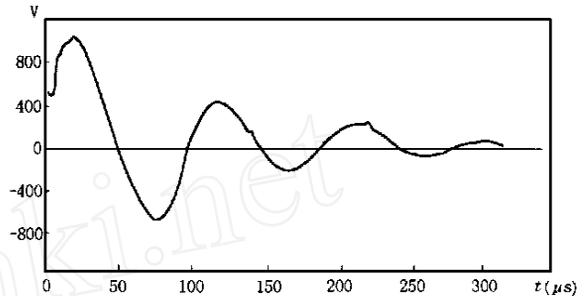


图 5 继电器分断时的过电压波形

以 DSP 为核心的高速数据采集板不仅适用于继电器分断时的过电压信号进行测试,其他有触点电器均适用。另外它还可以检测诸如触点回跳、同步差等项目的测试。具有一定的通用性,适用范围广。

参考文献:

- [1] TMS320C24X DSP Controllers Reference Set, Volume 1: CPU, System, and Instruction Set; Volume 2: Peripheral Library and Specific Devices. TEXAS INSTRUMENTS, 1999.
- [2] Jiaomin Liu. Study on Arc Moving Image with High Frame Rate CCD. Proceedings of the IEEE Holm Conference on Electrical Contacts, October 1998, USA.
- [3] 王其平. 电器电弧理论. 北京:机械工业出版社, 1998.

收稿日期: 2000-12-08; 改回日期: 2001-03-20

作者简介: 杜太行(1963-),男,副教授,硕士,在读博士,研究方向为继电器可靠性测试。

High speed data acquisition technology based on DSP for relay testing

DU Tai-hang, YAO Chun-lian, LU Jian-guo

(Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: When the relay turning off, it produces high frequency and large amplitude over voltage signals. It is very difficult to test the dynamic waveform of the over voltage signal for common test instruments. In the paper, a kind of high-speed data acquisition system based on DSP (Digital Signal Processing) is introduced, in which the over-voltage signals produced while relay turning off are collected and the dynamic waveforms are drawn.

Keywords: relay; over-voltage; DSP