

微型型继电保护测试仪的设计

李胜利

(中国人民武装警察部队学院, 河北 廊坊 065000)

摘要: 介绍了一种微型型继电保护测试仪的设计与开发, 该测试仪由 PC 机和继电保护测试仪两部分组成, PC 机通过软件实施对测试仪的操作和控制, 继电保护测试仪是该系统的核心部件, 用于生成并放大波形, 获取触点动作信号后传给计算机进行处理。软件基于 Windows 平台, 采用面向对象的编程技术编制而成, 具有界面友好、易于使用等优点, 通过适当提高测试软件线程的优先级, 采用高精度的时间控制函数, 其精度能够满足测试要求。

关键词: 继电保护; 测试仪; Windows 平台

中图分类号: TM774 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)19-0068-03

0 概述

随着微型型继电保护装置的推广使用, 对其测试装置提出了更高的要求。早期基于 DOS 系统的测试装置由于功能少、操作复杂、软件不便升级等因素已不能满足工程技术人员的需求, 为此设计和开发了基于 Windows 系统的微型型继电保护测试系统。测试软件分为常规测试、特殊测试、阻抗测试、功率测试、故障模拟和误差修正五大模块共计 24 个测试界面, 能满足机电型、整流型、集成电路型和微型等各類保护继电器和保护系统的测试要求。

1 硬件设计

微型型继电保护测试系统由 PC 机和继电保护测试仪两部分组成。PC 机用于运行继电保护测试仪的配套软件, 通过该软件实施对测试仪的操作和控制, 包括正常测试流程和故障时的保护操作。PC 机通过并行口和测试仪相连接, 通过串口和微型打印机相连接, 微型打印机也位于测试仪内, 用于打印简单测试报告。

继电保护测试仪是该系统的核心部件, 主要由输入输出接口单元、波形生成部分、数模转换单元、放大输出单元、开入量检测和故障检测单元组成, 见图 1。输入输出接口单元既用于与 PC 机进行对话也是整个测试仪的控制部分。测试仪控制软件生成的波形数据存储在随机存储器 RAM 中, 因大部分测试过程中需要不停变换波形数据, 故每路随机存储器均由 A 组 RAM 和 B 组 RAM 两组组成, 当测试仪用其中一组存储器合成波形时, 计算机同时向另

一组存储器发送数据, 如此反复直至试验结束。波形数据由波形合成器生成试验所需的波形, 经数模变换后送往各自的放大单元, 即三相电压放大器、三相电流放大器、 $3U_0$ 电压放大器和直流电压放大器, 放大后即可输出用于测试。测试仪共设有 8 个开入端和相应的开入量检测单元, 系统可自动识别继电器的常开、常闭触点, 通过该单元可把保护继电器的动作信号, 如空触点、低电压电位等变换成 TTL 电平信号经 I/O 接口传给计算机进行处理。

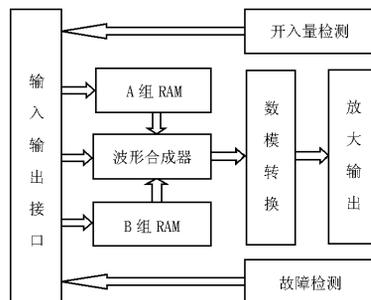


图 1 继电保护测试仪原理图

Fig 1 Schematic diagram of the test instrument

无论被测试的单体继电器、微机保护设备、整屏成套保护装置, 还是继电保护测试仪本身都应该在测试过程中保证不被损坏。为此, 本系统设计了软硬件相配合的多种保护功能。除电器设备常规的电压输出短路、电流输出开路 and 仪器过热等自我保护功能外, 系统还有完善的自检、自保护功能, 系统能自检发现异常并迅速切断功放电源, 给出相应提示信息, 据此可改正接线或其它方面存在的问题。除此之外, 还设有速停保护功能, 当测试过程中使用者发现不正常情况出现时, 可手动关闭功放电源以免

造成不必要的损失。

2 软件设计

软件是测试系统的“灵魂”，它不仅关系到测试结果的准确与否，还和整个系统的易用性息息相关，另外还有部分保护功能是通过软件来实施的。本系统所以采用 Windows 操作系统代替过去常用的 DOS 系统，正是考虑到系统的易操作性。因为继电保护测试系统的测试人员大都不是计算机专家，这对软件的可操作性和健壮性提出了更高的要求。由于本测试软件较为复杂，由二十几个测试单元组成，这里仅讨论几个关键技术，如多线程技术、测试时序和时间的控制与测量。

2.1 多线程技术

前已述及，在测试过程中不仅要保证测试结果的准确，还要保证测试仪在任何情况下都不应被损坏。测试过程可能只有几秒钟，也可能持续数分钟，测试电压电流也大小不一，对于大型整屏成套保护装置，其情况就更为复杂。再加上测试人员本身的素质不一，因此难免测试过程中出现各种问题甚至错误。这就要求测试过程要随时能够停止，为此在硬件本身已采取了一些措施，但其精度一般不够且具有滞后性。因此测试软件采用两个线程，一个线程为测试线程，用于正常的测试流程，主要任务是计算测试所需的各种数据并发送给测试仪；另一线程为监控线程，其主要任务有两个，一是跟踪继电器的反应情况，并根据继电器的反应调整时序或计算测试结果；二是监控各参数是否超出应有的限度，比如是否有过压过流等情况。若出现问题或测试结束及时停止测试仪的运行以免造成不必要的损失。

设置线程的方法是先在程序的开头定义线程，例如：

```

CW InThread * pThread; //定义线程 pThread

```

在测试开始前设置线程的优先级并激活线程，语句为：

```

pThread = AfxBeginThread (XunJianFunc, GetSafeHwnd(), THREAD_PRIORITY);

```

然后适时地挂起线程和恢复线程的运行，方法为：

```

pThread -> SuspendThread(); //挂起线程
pThread -> ResumeThread(); //恢复线程

```

其中 AfxBeginThread() 函数的最后一个参数是该线程的优先级，是本软件的关键所在。因为 DOS 操作系统是独占式操作系统，即若某一程序运行后

便获得计算机的全部资源直至程序结束。而 Windows 则是多任务操作系统，可以同时执行两个或两个以上的应用程序，这种多任务是靠进程和线程来完成的，线程是 Windows 系统的调度单位。运行规则是若各线程具有同等的优先级，其平均分配 CPU 时间，这样测试精度就无法得到保证。处理方法是适当提高测试软件的线程优先级。需要说明的是不能提高太多，否则 Windows 系统就无法正常运行甚至崩溃。

2.2 典型时序图

使用本测试仪的步骤为：先按说明将待测设备与测试仪正确接线，随之在参数设置窗口填入合适的参数值，然后点击“参数确认”按钮，点击后系统将检查各输入数据的合理性，确认无误后便会计算实验所需的初始数据，然后便可点击“开始实验”进行实验。为简化实验步骤，提高效率，绝大多数模块均为自动测试。少数模块，如差动实验，为满足灵活性的要求也设置了手动实验，用户可根据自己的情况灵活选用。整组实验的故障时序较为复杂，如图 2 所示。从故障类型来看，分为瞬时性故障和永久性故障。若为瞬时性故障，重合闸后故障不再存在；若为永久性故障，重合闸后故障继续存在，重合闸后的故障相别与故障是否转换有关。若不发生转换性故障，重合闸后的故障相别与断路器跳闸前的故障相别相同，若发生转换性故障，则重合闸后的故障相别为转换性故障的相别。

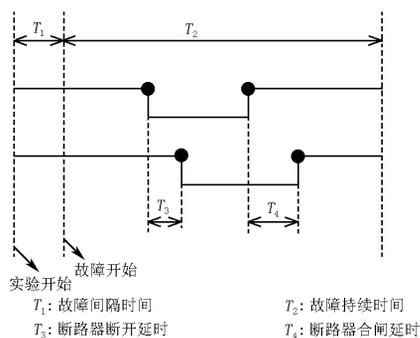


图 2 故障时序图

Fig 2 Fault time sequence

2.3 时间控制与测量

本系统中时间的控制和测量应用较多，精度也要求不一。主要有两种情况，其一为时间的显示，在多数模块实验开始后，均设有一个时钟实时显示实验经历的时间，这种对时间的控制要求精度较低；另一情况为时间的精确测量，在绝大多数模块中都要测量时间值，比如动作时间和返回时间等。测试仪

控制软件采用 Visual C++ 编译而成, VC 中也提供了多种对时间控制的函数, 软件中用了两种。一是利用 Windows 的 WM—TIMER 消息映射来进行简单的时间控制, 用于时间显示, 方法为首先影射 WM—TIMER 消息并利用 SetTimer(1, 1000, NULL) 语句设置时间间隔, 这里时间间隔设为 1 000 ms, 然后再响应消息函数 OnTimer(UNT nEvent) { }, 最后当不需要时使用 KillTimer() 使系统不再响应 WM—TIMER 消息。软件中时间的精确测量采用 QueryPerformanceFrequency() 函数和 QueryPerformanceCounter() 函数。方法为首先定义三个变量,

```
__int64 frequency, time1, time2;
```

然后获得机器内部计时器的时钟频率

```
QueryPerformanceFrequency ( (LARGE_INTEGER *) &frequency );
```

开始时首先获得一个值,

```
QueryPerformanceCounter ( (LARGE_INTEGER *) &time1 );
```

需要测量时再获得另一值 time2, 然后利用下式计算:

$$time = (float) (Time2 - Time1) / frequency;$$

time 即为执行以上两语句时经历的时间

3 结论

微型继电器保护测试仪的软件基于 Windows 操作系统, 采用面向对象的编程方法编制而成, 优点是界面友好, 易于学习和操作, 便于根据用户需求扩展测试模块。本系统经中国计量研究科学院测试表明, 其精度符合电力部继电器保护微型实验装置技术条件的规定, 具有一定的科学性和先进性。

参考文献:

- [1] 微型继电器保护测试仪开发文档 [Z]. 2002 Development Document of Test Instrument for Microcomputer Based Relay Protection [Z]. 2002
- [2] 侯捷. 深入浅出 MFC [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 2004.
HOU Jie. Inside MFC [M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2004.

收稿日期: 2006-04-03

作者简介:

李胜利 (1975 -), 男, 硕士研究生, 主要从事计算机应用与软件开发工作。E-mail: wjxyls@163.com

Design of the test instrument for microcomputer-based relay protection

LI Sheng-li

(Chinese People's Armed Police Force Academy, Langfang 065000, China)

Abstract: The design and development of a test instrument for microcomputer-based relay protection are introduced. The instrument consists of one PC and one test device of relay protection. The PC manipulates and controls the test device by running aligned software. Core part of the system in the test device is used to generate, enlarge wave and transfer actuating signals to PC after receiving it. Based on Windows, the software of the instrument is programmed with object-oriented technique. It has friendly interface and is used easily. The precision can meet the demands of relay protection by properly increasing priority of the test thread and using high precision function of time control.

Key words: relay protection; test instrument; Windows platform

(上接第 67 页 continued from page 67)

Multi-terminal HVDC transmission technology and its development

YUAN Xu-feng^{1,2}, CHENG Shi-jie¹

(1. College of Electric and Electronics Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. College of Electric Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract: Operation principle of the multi-terminal HVDC (MTDC) transmission technology and its application situation are analyzed in this paper. Theoretical researches on the MTDC transmission system, including its mathematic modeling, the control scheme, the power flow, the DC modulation, the stability, and the MTDC based on voltage source converter, are all summarized. Trends of research about the MTDC transmission system are also described. It is believed that MTDC transmission technology will become another useful alternative for the interconnection of the regional power systems in China.

Key words: multi-terminal HVDC; VSC; hybrid MTDC