

# 微机保护用软件测试平台的开发

庄恒建, 刘万顺, 焦邵华, 郑涛

(华北电力大学北京四方研究所, 北京 100085)

**摘要:** 利用集成开发环境 VC6.0 及微软基类库 MFC 开发了一种用于保护开发的软件测试平台,可以在一般的 PC 机上模拟硬件保护装置进行定时采样、AD 转换和启动判别,为各种实验数据和研究人员编写的保护算法提供链接,进行算法的研究,其特点是可以对保护的执行过程有比较直观及时的了解。为微机保护新原理的研究和装置的开发提供了快速便捷的工具。

**关键词:** 软件测试平台; 微机保护; VC6.0

**中图分类号:** TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)17-0046-04

## 0 引言

继电保护是一门实践性很强的学科,所研究出来的任何新原理、新算法都必须经过大量的验证,证明其确实可行之后,才允许投放到系统中去。在现阶段,研究人员验证新的保护原理,一般有两种途径:一是利用单片机或者工控机作为核心做出保护装置,采用汇编语言或者 C 语言编制相应的软件,通过动模实验来验证保护算法的性能;二是利用电力系统故障仿真软件仿真系统的各种故障状态的暂态过程,以其所得的数据去测试、分析原理的正确性。然而,上述做法对于保护新原理的研究而言,却存在这样一个问题:中间过程不清晰,不便于分析、寻找问题。

在实验过程中保护装置只是一个黑匣子,通过相关设备给它输入一定的交流信号,装置经过定时采样、AD 转换、启动判别,通过由保护算法决定的数学运算和逻辑判断,最终输出能够看到的开关量。由此知道保护装置是否正确动作,但具体的软件执行过程并不知道,中间变量的具体值也不清楚。显然,这不利于对具体的保护算法进行分析。利用数字仿真软件产生的数据进行测试、分析也如此。为此,希望寻求一种简单易用的工具,不仅可以模拟保护算法执行的全过程,同时在这个过程中还可以即时显示一些希望看到的中间变量,从而能够加快新原理的研究和开发。

在计算机技术尤其是软件开发工具快速发展的今天,用软件代替硬件实现相应功能已经成为可能。基于这种可能和实际需要,运用高级语言的集成开

发环境 VC 6.0,开发出了一种完全基于软件的微机保护测试平台(以后简称平台):RTP(Relay Test Platform)。

## 1 平台的开发

### 1.1 平台的整体设计原则

开发保护用软件测试平台的目的在于:解决上面所提到的问题,使得研究人员能够对保护算法的执行过程有清晰的了解。

有了测试平台后,可以使得保护新原理的研究与硬件装置的开发同步进行。先在测试平台中编写故障处理程序,用所收集的故障录波数据对算法进行分析、评定,在保护原理研究完成之后,可以直接将其算法移植到保护装置中,再进行后续实验,加快了研究的进程,提高了研究的效率。

我们在 VC++ 6.0 集成开发环境下,利用 MFC(微软基类库,集成了一般软件开发常用的类),采用面向对象的编程方法,对平台进行了设计和开发。

作为一个整体,不管是程序的主体还是动态链接库部分,以下两个方面是一致的:

1) 统一的文件格式(.rtp)。不同来源的仿真数据经过文件格式转换得到一致的 rtp 文件,这样,在后续的文件读写和采样过程中,面对的文件格式就只有有一种,而与数据来源无关了。

1) 统一的数据结构。以变压器(两卷变)保护为例,每个采样点的数据(两侧共 16 个电压、电流)用一个类 CFitData 来表示。而整个采样数据区则是由 MFC 自带的数组类 CArray 定义的一个整数个周波长度的数组,数组的每个元素则是类 CFitData 的一个实例,数组的长度可以随着每周波采样点数的不同而变化。文件转换和文件读写中用到的数据



口函数,需要时可以修改 10 个基于不同算法的函数,在 Rtp.exe 中可以任意选择 10 个中的一种算法进行测试。

4) 程序主体

Rtp.exe 是程序的主体部分,用它连接以上所述的文件格式统一、启动判据和故障处理 3 个动态链接库,最终实现对保护新原理的测试。在这里主要用到了 Windows 中的定时器,在此先作一个简单介绍:

定时器:在 MFC 中,所有 CWnd 的子类都可以用 SetTimer() 函数设定固定时间间隔的定时器,这为实现保护的采样功能提供了帮助。设置好定时器后,程序就按照设好的时间间隔调用 OnTimer() 函数,在这个函数里作采样和启动判别的工作。经过设计,用户可以选择不同速度的定时器,以满足不同的需要。

Rtp.exe 的主要作用是:定时从统一格式的数据文件中读取数据,每次一个采样点,并存放到采样数据区中。在每个采样间隔,调用 Start.dll 中的启动判据进行判断,经确认启动之后从 Relay.dll 中调用研究人员选定的故障处理程序。流程如图 3 所示。

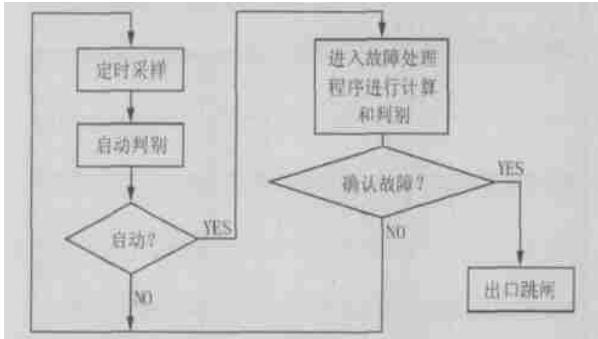


图 3 采样处理部分的流程图

Fig. 3 Flow chart of sample processing

需要说明的是,定值整定是保护的一项必备功能,而在本文中,启动判据和保护算法是由用户在 DLL 中改写的,所以,整定值由用户在编写相应的程序时确定。

1.3 平台特点

1) 能够完全模拟装置的运作过程

通过定时器的使用和主体程序的流程设计,可以做到定时采样、AD 转换、启动判别、故障处理。完全实现了一台硬件装置在测试算法方面的功能。

2) 容易维护,扩充功能

由于采用了动态链接库技术,使得功能模块化,部分修改不会影响到整体,减小了部分错误对全局的影响;同时,通过修改 DLL 中的函数,可以根据需

要改变某些功能。

2 平台应用

目前,平台已经被应用到变压器保护新原理开发项目中,下面就以其中的一次实验为例来介绍操作的过程。



图 4 采样处理操作面板

Fig. 4 Operation panel of sample processing

软件的开发采用了多文档结构,可以同时打开多份录波数据形成的文件。图 4 是已经打开的一个文件,这是采样处理的标签页。在采样之前,先在“定时器选择”组合框中选择采样速度,在“算法选择”组合框中选择一个保护算法,然后点击“开始采样”按钮,采样数据被存储到概述中所述的采样数据区,而采样数据区的每个采样点的序号、时间和采样数据都可以在列表控件中看到。在未启动的每个采样间隔,都要进行启动判别,确认启动后进入故障处理程序,调用保护算法。左下角的方框显示状态,绿色表示正常,黄色表示启动,红色表示确认为故障。列表控件的“启动突变量”一列显示了故障前每个采样间隔的突变量的大小。“中间变量”一列显示保护算法中的一些中间变量,这些中间变量是由特定的算法决定的,所以也是从动态链接库 Relay.dll 传过来的,用户在编写保护算法的过程中可以自己决定要显示哪些中间变量。

可见,Rtp 为研究人员提供了选择数据和算法的操作界面,使得用户可以根据需要进行选择。可以形象地表示为图 5。

3 结论

从上面所述的 RTP 的功能来看,保护测试平台很好地实现了硬件保护装置的各项功能,用软件在

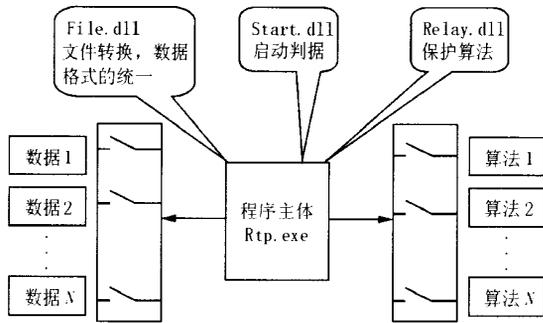


图5 链接平台整体示意图

Fig. 5 Schematic diagram of RTP

Windows 环境下即可实现用选定的录波数据验证选定的保护算法,一旦保护算法编写完成,故障处理程序成形,只需选择数据和算法,根据需要点击几下鼠标,几分钟内就可以完成对算法的测试,根据界面显示可以很直观地得到分析结果。而且可以清晰地看到各个中间变量,做到对保护的流程心中有数。

方便快捷,可靠性高,中间过程清晰,能够图形化显示,可以根据需要扩展功能,满足多种需要。

#### 参考文献:

- [1] 侯俊杰(HOU Junjie). 深入浅出 MFC(第二版)(Mastery of MFC, Second Edition) [M]. 武汉:华中理工科技大学出版社(Wuhan: Huazhong University of Science and Technology), 2001.
- [2] Kruglanski D J. VC++ 技术内幕(第四版)(Inside Visual C++, Fourth Edition). 潘爱民,译(PAN Ai-min, Trans). 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 1999.

收稿日期: 2003-12-10; 修回日期: 2004-02-02

#### 作者简介:

庄恒建(1979-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统微机保护; E-mail: jobroad@163.com

刘万顺(1941-),男,教授,博士生导师,IEEE高级会员,研究方向为电力系统仿真、电力系统微机保护等。

### Development of software test platform applied for computer protection

ZHUANG Heng-jian, LIU Wan-shun, JIAO Shao-hua, ZHENG Tao

(Sifang Institute, North China Electric Power University, Beijing 100085, China)

**Abstract:** The software test platform applied for computer protection is developed based on integrated developing environment and Microsoft Foundation Class. The proposed platform can be used to simulate protection device and provide an interface linking recording data with relay algorithm developed by researcher. This paper provides an effective tool for researchers of computer protection as well.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China(No. 52077012).

**Key words:** software test platform; computer protection; VC6.0

(上接第 45 页 continued from page 45)

- [2] 谭会生,张昌凡(TAN Hui-sheng, ZHANG Chang-fan). EDA 技术及应用(EDA Technique and Application) [M]. 西安:西安电子科技大学出版社(Xi'an: Xidian University Press), 2001.
- [3] 李晓波(LI Xiao-bo). 智能化真空磁力起动器的研究(硕士学位论文)(Study of Intelligentized Vacuum Magnetic Starter, Thesis) [D]. 徐州:中国矿业大学(Xuzhou: China University of Mine Technology), 2001.

收稿日期: 2003-12-24; 修回日期: 2004-03-23

#### 作者简介:

张鑫(1979-),男,硕士研究生,主要研究 CHLD、继电保护及智能电气; E-mail: zhangxin1979@vip.163.com

李娜(1979-),女,硕士研究生,主要研究 CHLD、继电保护及智能电气;

宗剑(1973-),男,硕士研究生,主要研究继电保护及智能电气。

### Design of motor protection based on CPLD

ZHANG Xin, LI Na, ZONG Jian, MOU Longhua

(Institute of Information & Electrical Engineering, China University of Mine Technology, Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** With the development of Complex Programmable Logic Device (CPLD) based on the EDA technique, many single-chip systems have been replaced by CPLD for its high speed and high reliability. This paper gives a detailed research in using VHDL language and Graphic editor to design motor protection device on CPLD. The major difficulties in this design include clock matching, hardware delay, and conflict between resource and speed. Software emulator and delay evaluation can simulate hardware working, which is beneficial to deal with those difficulties.

**Key words:** motor protection; CPLD; design