

实时多任务牵引变电所微机保护工具软件包的研究

赵丽平, 李群湛, 陈小川

(西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

摘要: 微机保护装置是保证变电所安全正常运行的重要环节。讨论了面向综合自动化技术发展形势下, 牵引变电所微机保护工具软件包的独有特点及主要功能, 同时探讨了 Win9X/NT 操作系统下, 使用其特有的多任务多线程技术编制工具软件包的方法。该软件包不仅能作为微机保护装置的人机界面, 实时监测变电所的运行状态, 为保护测控装置提供定值整定、功能调试和报告转存, 而且兼具对微机保护测控装置的试验和动态仿真等功能。实践表明本软件包功能强大, 操作简单, 使用方便。

关键词: 微机保护; 工具软件包; 多线程

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)06-0050-05

1 引言

随着网络技术和人工智能技术在自动化领域的运用, 牵引变电所综合自动化技术已向着融调度自动化、微机保护和采用多媒体技术与视频监控技术的安全监控系统为一体的方向发展。^[1]

微机保护装置是牵引变电所中最重要的设备之一。随着变电所综合自动化系统的逐步应用和推广, 原有的继电保护系统由于无远程通信功能, 各保护操作界面和接口不完全相同, 甚至不兼容等弊端不能满足综合自动化系统的要求。为了开发面向综合自动化的电铁微机保护, 数字式保护的“透明化设计”理念融入了新型电铁微机保护。即微机保护内部逻辑和各元件象个黑匣子, 在设计保护软件的同时设计相应的程序以记录保护的各种元件的动作过程以及相应的各种电气量。这样, 借助专门的分析软件, 现场的继电保护工程师就可以清楚地“看”到继电保护动作的内部过程, 对保护的总体动作行为作出正确分析。通过联网还可以实现远程诊断^[2]。另外, 早期的微机保护系统采用数码管或液晶显示器作为输出界面。计算机软件技术的发展要求微机保护系统有一种全汉化的操作界面和表格化图形化的报告输出, 并支持通过专用调试分析软件由计算机就地或远程操作。与此同时, 使用一台 PC 机来集中管理变电所内所有的微机保护装置, 既能方便用户的运行管理, 又能实现微机保护装置故障报告的存盘及离线事故再现分析^[3-4]。

本软件就是为了适应上述要求开发的, 它不仅

作为微机保护装置的人机界面, 而且兼具对保护装置的试验和仿真等功能。它是 TA21 型牵引变电所安全监控与综合自动化系统中的重要组成部分^[5]。它以 Win9X/NT 为操作平台, 依照电力行业标准 IEC60875-5-103 传输规约, 对保护测控数据采用通用分类服务的传输方式, 并可智能识别相连保护测控装置类型并自动选择进入到对应的工具软件服务主界面。使用上采用了“所见即所得”的操作方式, 易于操作。除了将传统保护装置的整定值录入、保护元件配置、查看故障报告、事件和自检报告、故障和负荷录波等复杂的操作转移到调试微机上实现外, 还增添了一些新的增强功能, 如通信、实时监控、试验与仿真等。软件还提供仿真平台, 可将装置数据上传, 实现离线仿真分析等特性。工具软件包括馈线保护测控软件、主变主保护和后备保护软件、并补电容和动力变保护测控软件、主变测控和通用测控共七套子软件。

2 微机保护工具软件的特点

本软件作为微机保护装置的上位机工具软件包, 不仅能够完成大量快速的计算及显示, 还具有友好清晰的人机界面, 使用户不仅能监视牵引变电所的安全运行, 还能进行许多操作。相比其他同类软件, 本软件具有以下独有特点:

自识别功能: 将智能技术用于本软件, 其自识别功能可根据下端所连装置自动进入该装置对应的主界面而不需要用户手动操作。

人性化设计: 全汉化 Windows 界面的调试和分析软件, 将运行人员从繁多的数据文件中解放出来, 操作时只需用鼠标点击图形界面, 即可完成以往繁

重的计算、测量和操作等步骤。真正做到了让使用者“学习容易、使用方便、维护简单”。

运行过程的再现、反演:该软件具有的事件记录、故障记录、开入开出检查和内存检查等功能,可完整地再现保护、测量和控制设备的动作过程并对故障进行反演。

动态化:该实时监测软件中,用图像和波形的动态刷新来反映牵引变电所的运行状态的变化,使运行人员就象直接查看安装在变电所的测量表计等,并填写表格,绘制波形图。

开放式:本软件允许用户自定义自己习惯的操作方式,用户可按自己的需要任意组合操作对象,并具有记忆功能,保存用户习惯设置,最大限度简化用户的操作步骤。

模块化:软件采用面向对象技术,保证了数据、工具和界面集成,同时实现了程序设计的结构化与模块化。根据保护装置的要求,软件设计为三大模块:通信模块、界面模块和数据处理模块。分别定义各模块的类和对象,并进行封装,然后利用对象的继承、引用机制,把相关的基本构件对象按照它们之间的相互关系和作用组织在一起,构成本系统。

多任务:本软件中的通信、图面显示和数据处理是同步完成的,即一个多任务的并行过程。由于采用了 Win9X/NT 操作系统,可方便地使用其特有的多线程的方法来实现。对于复杂的应用程序,线程提供了保持高效快速处理数据的能力,在转向其他任务之前,不必再等待程序的某一部分完成其任务。

3 微机保护工具软件功能

微机保护工具软件的主要功能是:与保护装置进行数据通信、快速数据处理以及友好的人机交互界面,系统总体结构如图 1 所示。

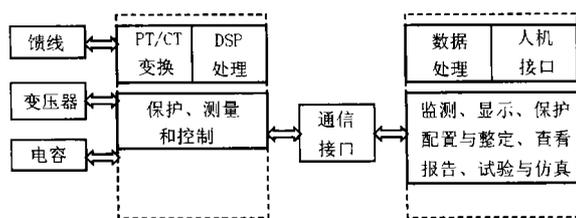


图 1 系统结构

Fig.1 System configuration

3.1 多任务的实现

Win98/NT 是一个抢先式多任务的 32 位操作系统,通过多进程和多线程的新机制实现应用程序的并行处理。一个进程是一个运行的程序,它有独立

的内存,文件句柄和其它系统资源。作为唯一执行单位,它是操作系统为程序分配 CPU 时间的基本实体。每个进程由一个或多个线程组成,由各线程协同完成指定操作。由于各时间片很小(20ms 级),使用户看起来是多个线程在同时工作,即多任务。另外,由于不同线程具有不同优先级以及可以处于不同的状态(如挂起),因而可依靠线程的优先级和分配给线程的 CPU 时间来调度线程,达到抢先多任务的目的。该结构提高了系统响应能力及后台处理的平滑性,使程序员能够完全控制程序片段的执行,从而实现更为高效的程序功能。

在微机保护工具软件的设计中,将计算和人机界面放在主线程中用于处理,而将费时的通信模块放在另一线程中,线程之间通过内存映射进行通信,从而实现后台通信与前台界面响应同时进行,提高了 CPU 利用率,优化了程序结构。其具体实现结构如图 2 所示。

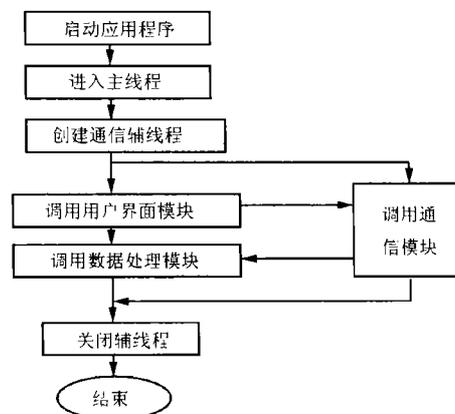


图 2 程序结构流程图

Fig.2 Disposal flow of software kit

3.2 数据通信模块

Windows98/NT 提供给用户一个模块化的、32 位的、保护模式的通信子系统,因此它具有更大的灵活性。通信 API 实现了设备无关性。API 不仅支持串行通信资源上的同步操作,还支持异步操作。异步操作是 Windows98/NT 特有的,作为重叠操作的函数可以立即返回,即使这时操作还没有完成。这使得费时的 I/O 操作在后台执行的同时,调用线程可以自由地执行任务,与 Win98 的多任务多线程配合,使异步操作在辅助线程中完成,而主线程可以继续执行其他任务,即利用并行操作来提高效率。

在数据通信模块的具体实现中,只需调用相应的 API 函数,即可完成对通信设备的硬件操作,进行硬件初始化、数据读取、命令传送,从而实现上位机

与下位机之间的通信。

3.3 数据处理模块

牵引变电所微机保护装置包括馈线、变压器、并补电容保护测控装置等,这些保护装置采用同一硬件平台,通过软件设置来区分不同的保护装置。变电所中馈线、变压器等的电压或电流量经 PT/CT 变换传送到保护装置,保护装置采用 16 位模数转换器完成数据采集,32 位浮点型 DSP 作为数据处理核心,完成数据的初步处理,然后通过数据通信传到上位机,由工具软件包对数据进行二次处理,完成界面显示、数据存储等功能。用户的操作如保护配置与整定、查看报告、试验与仿真等指令通过人机接口传送到软件包,软件包将数据下放到保护装置,完成保护、测量和控制等功能。

3.4 用户界面模块

全汉化 Windows 界面,一方面,采用简捷的步骤帮助用户完成复杂的操作,让用户“点取”和“选择”操作对象而非输入字符,使界面具有直接操作能力,减少用户需要记忆的信息量。另外,具有可配置的开放性,最大可能地允许用户按自己的习惯配置系统,从监测对象、监测的时间间隔等到窗口背景、波形的颜色等,为各类人员提供熟悉的工作方式。

4 TA-21 型微机保护工具软件包

综上所述,我们成功开发了新一代电铁微机保护工具软件包,以下简介其功能。

4.1 实时监测功能

实时监测功能用于实时显示保护、测控装置的运行参数,以了解本装置的运行状态。对不同的保护、测控装置显示不同的电量参数。对于保护装置,还给出该装置保护元件的投/退情况。

馈线保护测控装置实时显示母线电压,馈线电流的幅值和相位,故障判别电压和电流的幅值以及保护元件的投/退情况。

并补保护测控装置实时显示母线电压、并联电容补偿支路总电流、并联电容补偿支路差电流、差电压、谐波电流等以及保护元件的投/退情况。

变压器主变保护测控装置实时显示牵引变压器原副边电流、电压值,三相差动电流、制动电流值以及保护元件的投/退情况。

动力变保护测控装置实时显示变压器副边电流、电压以及保护元件的投/退情况。

通用测控装置实时显示气温、湿度、风速等参数。

4.2 保护整定与配置功能

保护整定功能提供用户整定参数和系统整定参数两部分。经过授权的用户可通过试验与仿真系统软件在线整定保护装置的参数。

软件对每个保护装置都提供了全部的保护配置功能,用户可根据实际需求通过试验与仿真系统软件在线对保护项目进行重新配置。

馈线保护装置配置了三段式谐波抑制自适应距离保护及 II、III 段的后加速保护、电流速断保护、谐波闭锁的过电流保护及其后加速保护、自适应电流增量保护、反时限过负荷保护、接触网发热保护、一次启动重合闸、PT 断线检测、检有压元件等;

变压器主、后备保护配置了差动速断保护、失压保护、二次谐波闭锁、三相过电流、低压启动元件、瓦斯保护、带二次谐波闭锁的比率差动保护等;

并联补偿保护装置配置了电流速断保护、过电流保护、过电压保护、低电压保护、差电流保护、谐波过电流保护、差电压保护等保护配置;

动力变保护配置了电流速断、过电流保护、反时限过电流等保护配置。

4.3 查看报告功能

故障录波、负荷录波、事件报告以及自检报告所记录的数据为工作人员正确分析故障原因,研究反事故对策,及时处理故障事故,评价继电保护和自动装置动作的正确性,提供了可靠的依据,同时故障录波数据对于分析系统的故障参数、谐波含量、各电气量的变化规律,进行故障定位和系统元件参数测量等具有重要作用。

故障报告:故障报告由故障扰动记录表,故障报告和故障波形三部分组成。故障扰动记录表包含用户需要查看的时间范围内的所有故障报告,并提供每一故障报告的故障序号,故障状态和故障发生时间。故障报告提供关于故障发生时的参数状态,包括故障发生的具体时间,故障开关号、保护动作标识、保护启动、出口和返回时间、相关电量参数及该故障时对应的事件报告等。馈线保护的故障报告中还包括故障点距离,有无重合闸。

故障录波可查看故障前后不同时刻的实际电压、电流波形以及本次录波中电流或电压出现的最大瞬时值,装置的监测量不一样,录波时的录波通道数也不一样。馈线保护装置记录母线电压和馈线电流两路波形,而变压器主保护装置可记录 8 个通道的波形,最大录波数据为故障前后 40 个周波的数据。软件提供对录波数据的谐波分析,谐波分析包

括基波含量的最大值,各次谐波的最低至最高含量。变压器测控装置谐波分析可达 19 次谐波。

负荷录波:在系统正常运行时,用户只需通过人机界面输入需要查看的周波长度,软件系统则可显示保护装置的各个相关电量运行中的实际波形图,以及进行谐波分析。负荷录波最大可录波长度为 40 个周波。

自检报告:自检报告用于观察保护装置的自检状况。包括保护装置硬件自检(RAM、A/D、出口驱动等),保护软件自检(整定值校验、程序校验),中间继电器驱动、拒动,通信自检等状况。

事件报告:事件报告用于记录保护装置的动作状况。包括保护由于扰动启动但未出口的信息,装置“上电”复位信息,整定值修改等信息。事件报告记录功能对于事后事故分析、杜绝原因不明的事故分析同样具有重要意义。

4.4 试验功能

试验功能提供“修改时钟”、“刻度校正”、“传动试验”、“内存查看”和“修改密码”等操作。

修改时钟功能用于时钟同步。每次修改时钟,系统会自动收到一条事件报告,告知用户时间同步命令是否成功;刻度校正用于保护装置硬件调试,校正电流或电压的标准值;传动试验用于装置的开入、开出检查。开入状态由红绿色信号灯表示,红灯颜色表示该输入状态为合位,绿灯颜色表示该输入状态为分位。开出试验包括信号继电器驱动试验、选线控制试验和分合闸试验;内存调试功能使得装置对用户完全透明,用户使用该功能可直接查看内存状态并可在在线修改内存,然后将修改后的数据下放到保护装置中去;密码是为了保护系统的某重要数据和特殊操作。本系统设有三级密码,即:系统密码;修改整定值密码和传动试验密码。修改密码功能可修改这三级密码。

4.5 仿真试验

首先,试验者就像在真实系统上进行现场实验一样,能方便地观察到牵引供电系统各种运行工况下的动态过程,供电系统的各种运行状态以比较形象的方式(如图形、曲线、表格等)表现出来,使试验者能清楚地了解试验结果。如:对不同牵引电力机车的负荷特性进行简易仿真(负荷波形包括每种型号电力机车的起动、调速、再生制动、过电分相等工况预置的若干组典型波形);对单、复线牵引供电系统(接触网参数、电力系统参数等设置)进行短路计算(不同地点发生故障),并得到短路电压、电流波形

等。仿真软件还可根据试验的结果和设计要求,通过修改某些参数进行寻优,直到达到满意的结果为止。

另外还可用数字方法合成试验波形,正弦波或叠加直流分量和高次谐波,用于测试继电器的稳态特性或暂态特性。

最后根据仿真结果得出的不同负荷波形与不同短路波形拼接成一完整波形,按照被试验对象(馈线、变压器、电容器保护)进行数据离散化并与被试验对象进行通讯下放试验数据;被保护试验对象试验完成后,将事件记录、波形和电气参数等上送到工具软件,与下放的波形和数据进行比较,以校验下方软件是否正确。

4.6 测试结果

馈线保护软件是微机保护软件包的一部分,所有的功能均可通过该软件解释,现以馈线保护的两副图片说明微机保护软件包的部分功能。



图3 馈线保护主界面

Fig.3 Main interface of feeder protection

图3是馈线保护实验工具软件的主界面,包括在线实时监控,保护整定与配置、查看报告,试验与仿真等。主界面分为几个区域:最上面是一些功能按钮,用户点击这些按钮可实现相应的功能;中间部分是在线实时监测数据,对于馈线保护,不仅电压电流等参数而且投入的保护元件的状态同时被监控;最下面是状态条,用于显示系统状态,如“链路忙,请等待”等。

图4是故障录波界面,对于馈线保护,监测的录波量为母线电压和馈线电流。图中红色曲线代表母线电压波形。绿色代表馈线电流波形。横坐标为采样点,每一周波对应 200 个采样点。左右纵坐标分别为电压和电流波形的刻度,单位分别为 kV 和 A,

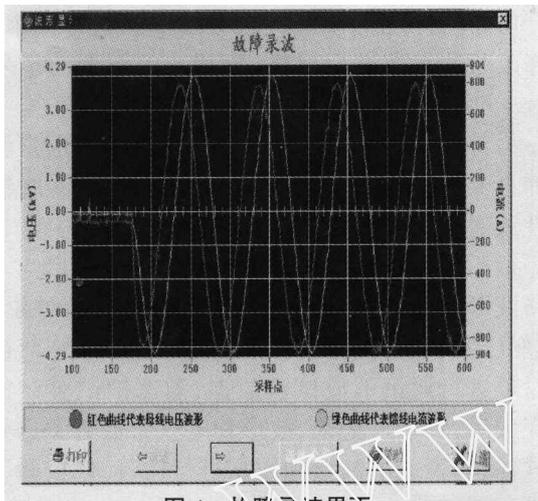


图4 故障录波界面

Fig.4 Fault waveform recording

最大值为该次录波中电压或电流出现的最大瞬时值。波形的最下方是一些操作按钮。“上一屏”和“下一屏”按钮可以帮助用户查看故障前后不同时刻的电压、电流波形。“谐波分析”按钮用于查看该次故障波形的谐波分析数据。提供录波时电流及电压的11次及以下各次谐波分量的范围。“退出”按钮退出故障波形显示。

5 结论

微机保护装置是保证牵引变电所安全正常运行的重要环节。本软件作为保护装置的工具软件,操

作简单,使用方便。本软件已经在成都石板滩变电所成功运行了一年。运行结果表明:系统能实时监测牵引变电所的运行状态,能为微机保护和测控装置提供定值整定、功能调试、报告转存和动态仿真等功能。真正达到了缩短故障时间,提高变电所运行的安全性和可靠性的目的。

参考文献:

- [1] 高华. 新型继电保护发展现状综述[J]. 电力自动化设备, 2000, 20(5): 50-53.
- [2] 马文龙, 等. 国产数字式保护发展的新特点[J]. 电力自动化设备, 1999, 19(5): 27-P29.
- [3] Allen G R, cheung R. Integration of protection, control and monitoring function for transmission and distribution substations[J]. IEEE Transaction on Power Delivery, 1998, 13(1): 96-101.
- [4] Santoso N I, Avins J Y. Real-time Software Testing for Microprocessor-based Protective Relays[J]. IEEE Transaction on Power Delivery, 1994, 9(3): 1359-1367.

收稿日期: 2002-07-01

作者简介:

赵丽平(1973-),女,讲师,博士研究生,研究方向为继电保护和综合自动化;

李群湛(1957-),男,教授,博士生导师,从事电力系统供变电、负荷过程仿真及系统综合补偿等方向的研究;

陈小川(1963-),男,教授,研究领域为继电保护和综合自动化。

Study of multitask software kit of microprocessor-based protection devices for traction substation

ZHAO Li-ping, LI Qun-zhan, CHEN Xiao-chuan

(College of Electrical Engineering, SouthWest Jiaotong University, ChengDu 610031, China)

Abstract: Microprocessor-based protection devices are the important way to ensure the safety running of traction substation. This paper discusses the characteristics and functions of this software faced to integrated automation technology, and then using multitask and multithreading technology under win9X/NT operating system this software kit is realized. This software kit is used both to operate human-machine interface and also to test and simulate for protection devices. The running results indicate it helps engineer identify the fault devices, monitor running status, and shorten fault time. And the software is practical because interface is simple and easy to use.

Key words: microprocessor-based protection; software kit; multithreading

欢迎访问

继电器杂志社网站(www.re-press.com)

中国电力培训网(www.ceptc.com)

继电器杂志社在以上两大网站均已开通广告跟踪服务频道,关注本杂志广告和产品信息的朋友,均可在此互动访问,索取更多的信息和服务。