

线路微机保护装置仿真系统的设计与实现

张伏生,寇强,刘芳,刘沛津,曹正建

(西安交通大学电气工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 介绍一种培训用线路微机保护装置仿真系统的设计与实现方案。采用面向对象技术,根据实际微机保护装置的构成原理建立对应模型,这样可以使仿真出口量完备,仿真效果更真实。该仿真系统具有很强的实用性,适用于发电厂、变电站继电保护运行、检修人员的培训。

关键词: 保护仿真; 微机保护装置; 面向对象

中图分类号: TM743; TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)04-0076-03

1 引言

随着微机保护装置在电力系统中大量投入运行,它们在电力系统中的地位显得尤为重要。与此同时,微机保护装置本身的发展也十分迅速,这对继电保护检修与运行人员的素质提出了更高的要求。培训用微机保护装置仿真系统就是为适应这种要求研制开发的。它主要包括四种培训仿真功能:现场运行操作模拟培训,现场检验模拟培训,技术教学,技术考核。其培训功能主要由仿真平台与多媒体培训辅导系统共同完成。仿真平台能够模拟微机保护装置正常、异常、检修等各种实际情况。在仿真平台上,针对不同情况学员对仿真保护装置面板、端子、保护屏进行相应操作,操作结果可以通过仿真面板、屏、开关量输出插件、继电器插件反映出来。

2 仿真系统的设计与实现方案

2.1 高压线路微机保护装置的特点及对仿真系统的设计要求^[1,3,4]

目前,对于高压和超高压线路微机保护装置,多单片机构成的多 CPU 硬件结构已成为现行的实际标准,考虑仿真系统的通用性,其设计和实现方案也是以该结构的微机保护装置为基准的。这类微机保护装置硬件结构框图如图 1 所示。

它的基本特点是:电压频率转换原理的数据采集系统是整套装置的公共部分,其输出信号分别传送给各个保护插件,再由各个保护插件完成相应的测频、采样值标度变换、保护功能计算。各个保护插件完成不同的保护功能,如监控插件负责人机接口、保护定值管理、通信控制以及 CPU 运行状态的监控等^[3]。

保护插件起动元件构成‘三取二’回路起动各套

保护装置的出口回路,即每次故障时,至少有两种保护的起动元件动作,装置才能出口动作。这样,提高了保护装置的可靠性^[1]。

多 CPU 微机保护装置除了完成本线路的继电保护功能外,同时还必须完成相邻线路的远后备保护功能。广泛使用的多 CPU 微机保护装置中,距离保护三段和零序保护三、四段,都具有远后备保护的功能;而主保护主要以高频保护或纵联保护构成;另外保护装置一般还配置综合重合闸功能。

微机保护仿真系统基于实际微机保护模型,根据其各个保护配置方案,进行模拟实现。仿真系统主要应该具有以下几个功能^[4]:

- a: 仿真各种保护原理及其所需要的输入量;
- b: 仿真各个保护模块;
- c: 仿真出口信号、定值设置;
- d: 仿真各个保护的投切功能;
- e: 仿真人机交互和调试功能

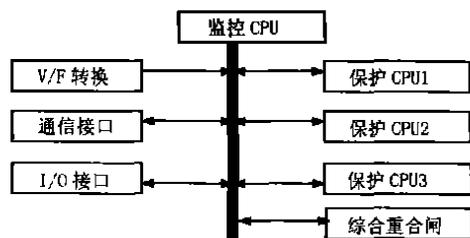


图 1 微机保护装置结构框图

Fig. 1 The hardware structure of microcomputer relay

2.2 仿真系统整体设计方案

为了具有更好的层次性,易扩展性,封装性,本仿真系统完全采用面向对象的设计思路,软件设计整体结构如图 2 所示。

以实际微机保护装置的构造原理为对象实现仿真系统各个部分。如仿真系统中模拟电力系统的电

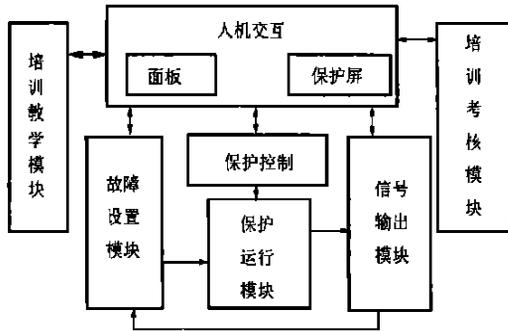


图2 仿真系统整体设计结构

Fig.2 Overall architecture of the simulation system

流电压信号取自故障设置模块的故障计算的结果;装置的保护模块有相应的保护运行模块来模拟;对于保护是否投入、能否运行、能否出口、能否启动跳闸,可以通过面板控制和保护屏上压板投切逻辑关系构成的保护控制模块进行逻辑运算来实现;保护动作引起的信号变化则采用信号输出模块启动逻辑关系运算来实现。这样,微机保护装置的每一个部分都有相应的模块仿真,保护仿真结果是否正确与每一环节都密切相关。该部分构成了仿真系统的核心。

另外,实际微机保护装置与用户的人机交互,表现在正常运行、调试、检修等方面,这也是微机保护装置仿真系统的重要设计内容。这一部分主要包括微机保护装置的面板控制和面板信号显示、保护屏控制和保护屏信号显示等,并具有可操作、动画、声音和显示等多媒体功能,应该做得尽量真实。同样,这一部分是以实际保护装置的面板和保护屏的各个部分为对象进行封装设计,构成了仿真系统的人机交互部分的主要内容。

2.3 面板、保护屏、继电控制插件的实现

这里,继电控制插件是指实际保护装置中跳闸插件、逻辑插件、告警插件、信号插件等几个部分,其共同点就是继电器控制插件动作。

通过面向对象技术,对实际装置面板、保护屏、继电器控制插件按照其功能类型进行分析,得到相对独立的各个部分,每个部分有自身的属性和方法,再由各个部分逻辑组合形成仿真系统面板、保护屏、继电器控制插件,使它们具有实际装置的功能特点。图3是组件结构图(部分),图4是逻辑插件仿真运行图:

2.4 仿真系统保护运行模块的软件实现

保护运行模块用以实现实际保护装置的保护原理配置方案,这是因为保护原理配置反映了实际保

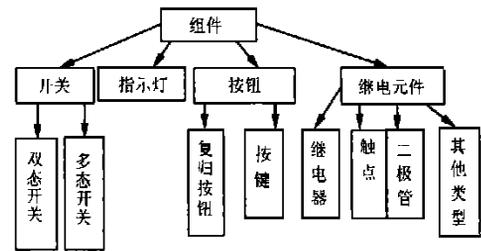


Fig.3 The module structure (part)

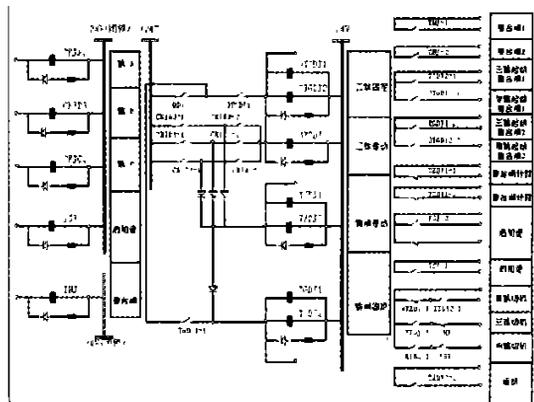


图4 逻辑插件仿真运行图

Fig.4 The simulative run of the logic part infixed



图5 仿真系统操作平台

Fig.5 The operation platform of the simulation system

护装置的应用对象,也反映了在不同的条件下,保护装置相应的动作情况。继电保护种类较多,原理各异,但一般由相应的功能元件按照保护装置的应用对象的具体要求,结合逻辑元件和时间元件组成保护装置的保护原理配置程序,来完成保护装置特定的功能。

在微机保护运行模块中要完整地实现实际微机保护装置的元件模型,例如:启动元件、选相元件、求和自检元件、故障分量方向元件、工频变化量阻抗元件、接地阻抗元件、相间阻抗元件等等,然后

利用这些元件构成相应的保护配置方案,比如:高频保护、距离保护、零序保护、综合重合闸等。这样仿真系统就能够较完备地模拟实际微机保护装置的各种运行情况。

2.5 仿真系统仿真平台软件设计

将微机保护装置的仿真操作(包括面板操作、屏操作、插件操作)集成,可以极大地方便用户操作,这个所谓的“集成”就称为仿真平台。在仿真平台中,用户可以完成所有的仿真操作。图5所示的就是在仿真平台中显示的微机保护装置的面板,用户可以对其进行相应的操作,同样保护屏的压板等操作也在仿真平台上进行。

3 多 CPU 独立运行的仿真设计

由于实际的微机保护装置其各个功能软件模块独立运行在多个 CPU 上,而对于仿真系统而言,其运行于一个 PC 机的单一进程中,因此仿真系统在运行方式、时间处理、信号复归等方面与实际微机保护系统有很大不同^[4]。

为了尽可能做到真实的反映实际装置,仿真系统基于 Windows 操作系统,采用多线程仿真多个 CPU 运行。线程是一种操作系统对象,它表示在进程中代码的一条执行路径。在每一个 Win32 的应用程序中都至少有一个线程,它通常被称为主线程或默认线程。在应用程序中也可以自由地创建别的线程去执行其它任务。线程技术使不同的代码可以同时运行。当然,只有在多 CPU 的计算机上,多个线程才能够真正地同时运行。然而,在单 CPU 的计算机上,由于操作系统把 CPU 的时间分成很短的片段分配给每个线程,这样给人的感觉好象是多个线程真的同时运行。

需要说明的是,进程中的多个线程共存于虚空间中,它们共享进程的资源。若发生多个线程同时访问或操作进程中某个变量时,若不对数据进行加锁处理,则会发生不可知的错误。加锁处理是指,当某线程对公共资料进行读、写操作时将资料锁定,阻止其它线程对它的访问,操作完毕后再解锁释放对资料的控制权。不同的编程语言,不同的操作系统,加锁和解锁的方法各不相同,这里不再赘述。

4 仿真系统培训机制的设计思路

一般培训系统都设计三个部分:培训教学、培训

指导、培训考核。培训教学和培训考核应该采用多媒体技术设置声音、图像或影像、文字多维一体的环境来加强和加深教学效果。由于培训指导需要和仿真平台相结合,因此在其设计实现上较为复杂,但应该能实现基本的操作指导,以指导现场运行、调试、检修的正确操作步骤,此外还应该对用户的误操作给出提示。

5 结论

本文介绍的微机保护装置仿真系统的设计方案和软件实现的特点有:

(1) 以实际微机保护装置的构造原理为对象实现仿真系统各个部分。

(2) 对实际微机保护装置人机交互部分的仿真采用多媒体技术,可以模拟现场操作,给人一种形象、真实的感觉。同样,这一部分是以实际保护装置的面板和保护屏的各个部分为对象进行封装设计,构成了仿真系统的人机交互部分的主要内容。

(3) 设计单一的仿真平台对微机保护装置的所有仿真操作(包括面板操作、屏操作、插件操作)进行集中处理,极大地方便用户操作。

(4) 利用多线程技术仿真实实现实际微机保护装置多 CPU 独立运行的情况。

按照该方案实现的微机保护仿真装置,是一个接近真实、完备的、灵活的仿真系统,完全适用于厂、站继电保护运行、检修人员的培训工作。

参考文献:

- [1] 张举. 微机型继电保护装置原理与运行[M]. 天津:天津科学技术出版社,1996.
- [2] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京:水利水电出版社,1992.
- [3] 陈皓. 微机保护装置硬件结构[J]. 电力自动化设备, 2000, 20(2): 33-36.
- [4] 杨永生. 基于面向对象技术的微机保护仿真[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(7): 46-48.

收稿日期: 2002-07-19; 修回日期: 2002-09-21

作者简介:

张伏生(1950 -),女,教授,研究方向为电力系统运行与控制,配电网自动化;

寇强(1975 -),男,硕士,主要从事电力系统继电保护和微机保护装置仿真研究工作。

变电站微机监控保护仿真培训系统

杨先义, 郑华

(成都电业局继电保护所, 四川 成都 610016)

摘要: 随着技术的发展, 变电站微机监控与保护技术越来越多地应用于电力系统中, 对运行人员的培训工作愈显重要。分析了变电站监控系统的构成, 提出了新颖的解决方案, 研制开发出了一套实用灵活的微机监控保护仿真培训系统。

关键词: 电力系统; 变电站; 监控系统; 微机保护; 通信规约; 程序; 仿真培训

中图分类号: TM743 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2003)04-0079-04

1 引言

随着高新技术的应用和电网的不断扩展, 无人值班变电站、综合自动化变电站日益增多, 对电气运行人员的技术要求越来越高。许多老运行人员虽然对设备非常熟悉, 有丰富的运行经验, 但却不熟悉计算机; 而许多才毕业分配来的年轻的运行人员虽然熟悉计算机, 却无一定的运行经验。由于电力系统运行的特殊性, 不可能随时执行操作任务。而当发生停电事故或设备异常或系统故障时, 又要求应及时正确地应对处理, 如处理不当或处理不够果断迅速都可能造成重大的经济损失或人身伤害, 造成无法挽回的影响和后果。因此在当前的发展形势下, 对电气运行人员的培训工作要求愈显迫切和重要。由于各个变电站的主接线、监控系统类型、微机保护类型不尽相同, 如何切合各个变电站的具体实际, 开发出经济适用、方便灵活的仿真培训系统摆在了我们面前。

2 综合自动化变电站的操作流程

在综合自动化变电站中, 监控主机是整个监控系统的核心, 是实现变电站无人值班和综合自动化

的关键。而变电站或监控中心的监控后台机则是平时运行人员的操作界面, 所有的遥测、遥信、遥控、遥调等监测和控制操作均是在后台机上进行。监控后台机一般采用监控设备生产厂家开发提供的监控系统软件, 具备较为良好的用户界面与强大的功能, 通过串口或网络通讯, 达到实时控制一个或多个运行中变电站的目的。

如要执行某开关的合闸操作, 则操作过程中信息流程为(以 131 # 开关为例):

- (1) 接调度令, 值班员在监控中心(或变电站当地)的监控后台机上按照一定的操作步骤执行遥控 131 # 开关合闸命令;
- (2) 后台机发出遥控 131 # 开关合闸的通讯报文;
- (3) 通讯报文由站控两端的光纤通道或通讯电缆传送至变电站监控主机;
- (4) 监控主机将通讯报文通过网络转发给相应 131 # 线路监控单元;
- (5) 131 # 线路监控单元解释出报文信息, 并执行合闸操作, 合闸继电器动作;
- (6) 合闸线圈励磁, 断路器合闸完成;

Design and implementation of simulation system of microcomputer relay

ZHANG Fu-sheng, KOU Qiang, LIU Fang, LIU Pei-jin, CAO Zheng-jian
(Xi'an Jiao Tong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: This paper present a simulation project for microcomputer relay. Based on objectoriented technology and according to the composing principle of the real microcomputer relay, a protection model is built. This simulating method not only make the simulating result nearly real and full-scale, but also can be used in the training of the inspectors and operators of protective devices in power plant or substation.

Key words: protection device simulation; microcomputer relay; objective oriented technique