

微型继电器保护测试系统的研制

王玉斌, 王广柱, 刘洪涛, 于 静

(山东工业大学电力学院, 山东 济南 250061)

摘要: 介绍一种以 Windows 为软件平台的微型继电器保护测试系统。介绍了其构成及工作原理。对正弦信号数字合成方法进行了研究,并提出了一种新的数字合成方法。PC 机控制软件采用 Visual C++ 5.0 编写,界面友好美观,介绍了各软件模块的功能。

关键词: 继电器保护测试系统; 数字合成; Windows

中图分类号: TM774 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)02-0044-03

1 引言

随着电力工业的迅速发展,电力系统的规模不断扩大,系统的运行方式也越来越复杂,对自动化程度提出了越来越高的要求,从而促进了电力系统自动化技术的不断发展。微机保护、故障录波器、计算机监控系统、计算机调度自动化等都已成功运用到电力系统中。与自动化程度相适应,对电力系统继电保护装置的要求也随之提高。目前传统的电工式继电保护测试装置已很难对继电保护装置的各方面特性进行全面测试,不再适应技术发展的需要。

基于此,我们研制成功了微型继电器保护测试系统。主要用来校验 220kV 及以下高压输电线路的继电保护及安全自动装置。该仪器可输出额定 57.7/100V 和 220/380V 三相四线制电压或直流 0~250V 的试验电压;以 A 相电压为基准,B、C 相电压及 A、B、C 三相电流可在 0~360° 之间平滑调节。也可采用电压电流由正常运行值突变到故障值的方法来模拟各种简单故障和复杂故障情况,因此除了用于对各种电压、电流、负序、阻抗、方向、差动、重合闸、交直流中间继电器等各类装置进行单元校验外,还可模拟各种单相接地、两相短路、三相短路故障的发生与切除过程及各种复故障及重合闸过程中电流电压的变化,借以检验被检装置的整体动作性能。特别适用于现场及实验室的调试校验。

2 构成及工作原理

2.1 总体构成

收稿日期: 1999-06-21

作者简介: 王玉斌(1967-),男,硕士,主要研究方向为电力电子设备与智能电测仪表。

微型继电器保护测试系统由 PC 机、三相精密测试电源和打印机三大部分组成,其中三相精密测试电源作为整个测试系统的主体,采用单机箱、模块化结构。三相精密测试电源由 PC 机控制,PC 机选用目前最为流行的、便携式笔记本电脑。所以整台装置具有体积小,重量轻,使用简便,可靠性高等特点。

2.2 三相精密测试电源

三相精密测试电源由数字波形发生器、开关量检测电路、功率放大、直流稳压开关电源及串行通讯接口等部分组成。构成框图见图 1。

2.2.1 数字波形发生器

数字波形发生器以单片机 80C196KC 为控制核心,通过串行接口接收 PC 机命令,产生三相六路精密的正弦波,经功放及量程切换后输出。同时,80C196KC 利用其内部 10 位 A/D 转换器及 HSI 高速输入单元实现输出电压、电流幅值及相位等的测量。

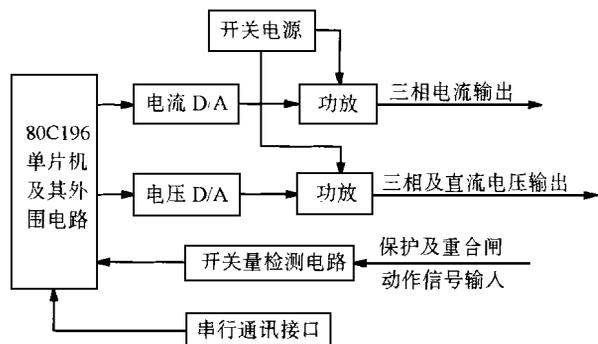


图 1 三相精密测试电源的构成

正弦信号源一般采用数字合成方法,大都采用文献^[3]中介绍的方案,首先将一个周期的正弦函数值分成 N 个点(一般取 $N = 3600$)离散量化后存入 EPROM 表格中。如果单片机顺序在表格中取值,并

按特定周期(T_1)送入 D/A 转换器,转换成模拟量正弦阶梯波,滤波后即可得到平滑的正弦信号输出。此时,输出波形的初相角为:

$$\theta_0 = (360^\circ N) \cdot I_0 \quad (1)$$

式中 $I_0 = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ 。移相细度为:

$$\theta_{\min} = 360^\circ / N = 360^\circ / 3600 = 0.1^\circ \quad (2)$$

当输出正弦波为 50Hz(周期 $T = 20\text{ms}$)时, $T_1 = T / N = 20000 / 3600 = 5.5\mu\text{s}$ 。显然单片机在这么短的时间内无法完成查表、送数等工作,只能采用硬件计数器定时查表、送数,因此硬件电路很复杂。这就是文献^[3]中的数字合成方法。

为此,本文采用一种新的数字合成方法——间隔取值法,将标准正弦波在一个周期内离散、量化为 $N = Q \cdot I$ 个点(N 仍然取 3600),即将离散点 N 分成 I 个数据块、每相邻的 Q 个点为一数据块,每次从 I 个数据块的同一位置(即每隔 Q 个点)取一个离散数据送 D/A 转换器,关系如图 2。

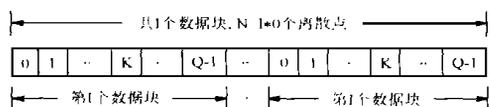


图 2

此时,输出波形的阶梯数为: $P = I = N / Q$,取数周期为: $T_2 = T / I = T \cdot Q / N$,输出波形初相位角为:

$$\theta_0 = (360^\circ N) \cdot (I_0 \cdot Q + J_0) \quad (3)$$

式中 $I_0 = 0, 1, \dots, P - 1; J_0 = 0, 1, \dots, Q - 1$,改变 J_0 可细调输出波形相位,移相细度同式(2),改变 I_0 可粗调输出波形相位。若同样输出 50Hz 正弦波,取 $Q = 36$,则 $T_2 = 200\mu\text{s}$,这样 80C196KC 在 T_2 时间内能够及时完成查表、送数等工作,从而大大简化了硬件电路。原理框图见图 3。

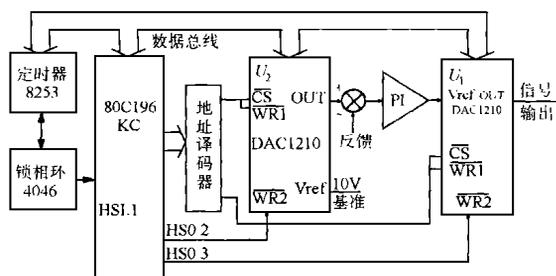


图 3 精密正弦波信号发生器框图

应当指出,此时输出波形的阶梯数减少为 $P = 100$,这对波形合成精度会产生一点影响,但通过适当加大滤波时间常数,同样可以得到精密的正弦信号。

图 3 中,D/A 转换器 U_2 输出作为输出电压(电流)的幅值给定信号,经比例积分(PI)调节器后,作为 D/A 转换器 U_1 的基准参考电压,即通过 U_2 控制输出正弦信号的幅值。定时器 8253 与锁相环 4046 构成数字合成信号的定时时钟,改变 8253 的定时时间常数即可调节输出正弦信号频率。

2.2.2 开关量检测电路

对继电器或保护装置的动作触点(空接点或电位接点)的状态进行实时检测,并将触点状态和动作时间送 PC 机。

2.2.3 功率放大

电流、电压的功放电路采用进口集成功率运算放大器,该器件输出功率大,可靠性高,失真度小,内部有比较完善的自保护功能(包括过流、过压、过热等)其输入端引入负反馈,使输出电流、电压稳定。

2.2.4 直流稳压开关电源

两路开关型电源分别向电流功放及电压功放供电。考虑到电流功放在轻载或空载时损耗较大,为降低电流功放的损耗,传统的解决方法是设计两个不同等级的直流电压和轻载、重载开关,当轻载或空载时将开关置于轻载,向电流功放提供低的直流电压;反之当重载时则将开关置于重载,向电流功放提供高的直流电压。这种方法只是一定程度上降低了功耗,效果不是十分理想。为此,在本系统中,向电流功放供电的开关电源采用单独设计的自动跟踪式直流稳压,保证电流功放的供电电压随其输出负载的大小而变化,即无论是轻载空载或重载,自动跟踪负载两端的电压,使供电电压始终比负载电压高 2~3V(指绝对值),从而使电流功放始终工作在最佳状态,既有效地降低了功耗,又提高了整套装置的可靠性。

3 系统控制软件

上位 PC 机的控制软件采用目前最为流行的 Visual C++ 5.0 编写。软件为 Windows 界面,界面友好美观、操作简单、功能强大。PC 机通过串行接口和三相精密电源通讯,一方面,PC 机将各种控制命令发送给单片机 80C196KC,另一方面实时接收单片机 80C196KC 发送过来的检测数据。当然,上述的通讯是在后台线程中自动完成的。Windows 独有的多任务多线程处理机制使计算机具备了同时运行几个程序(即线程)的能力。程序中的所有线程运行在同一内存空间,拥有相同的 Windows 资源,因此可以很容易共享内存变量和 Windows 对象。本系统中,

PC机在主线程中(即前台)专门处理消息,使程序能迅速响应键盘命令和其他事件。辅助线程(即后台)完成费时的工作,如串行通讯、绘图、打印及磁盘操作等,以免在由主线程处理这些工作时阻塞程序信息。软件流程如图4所示。

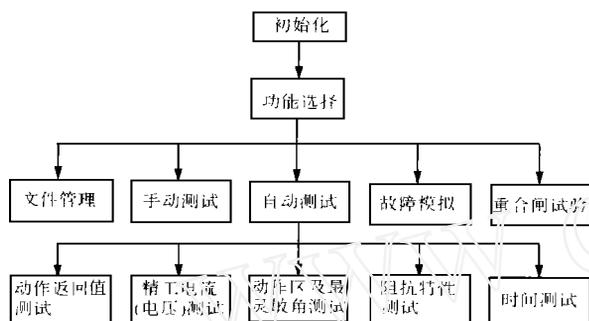


图4 软件流程

软件启动后完成初始化功能选择,根据进行的试验内容选择相应的功能模块。其中,手动测试模块可以用来手动测试各种类型的继电器,另外还可输出三相电压电流,为其它电力仪表提供精密电源基准。精密测试电源自身的表头及初始设定值校准等,也在该模块中完成。为方便简化用户操作,对于常规的经常使用的继电器测试项目,如继电器动作返回值测试、动作时间测试、阻抗特性测试、动作区

及最灵敏角测试、精工电流(电压)测试等,都编制成单独的测试界面,用户只需进行简单的初始化输入,计算机便能自动完成测试任务,大大减轻了测试人员的劳动强度。另外,故障模拟及重合闸试验模块,主要用来考核各种故障情况下保护装置和重合闸的综合动作行为。

4 结论

本文给出了微机型继电保护测试系统的构成及工作原理。根据该原理开发研制的继电保护测试系统,除了用于各类继电器的测试校验之外,还可用于继电保护装置及自动重合闸等的调试整定。该测试系统经淄博科汇电气公司、山东龙口发电厂等单位试用近一年来,反映良好,实践证明是运行现场和科研单位理想的继电保护测试设备。

参考文献:

- [1] 王广柱,王玉斌,张卫星.全数字式三相精密测试电源.电子测量与仪器学会第五届年会论文集.北京:电子工业出版社,1994:124~127.
- [2] 孙涵芳. Intel 16位单片机.北京:北京航空航天大学出版社,1995.
- [3] 冯井岗. JCD系列精密测试电源.电测与仪表,1990,(5):28~31.
- [4] Kate Gregory(美)著,康博创作室译. Visual C++ 5 开发使用手册.北京:机械工业出版社,1998.

The development of computer typed relay protection test system

WANG Yu-bin, WANG Guang-zhu, LIU Hong-tao, YU Jing

(Shandong University of Technology, Shandong 250061, China)

Abstract: This paper introduces a system which is based on windows for computer typed relay protection tester, its components and principle are introduced later. The method of digit synthesis for sinusoid signal is studied, also a new digit synthesis method is advanced. The control software of PC is programmed with Visual C++ 5.0, so the system preface seems friendly. Some of software module functions are also introduced.

Key words: relay protection test system; digit synthesis; windows

(上接第52页)

5 改进措施

1) 建议将高频闭锁保护中距离阻抗整定值缩小,按规程要求,高频闭锁的相间距离阻抗值,按全线2的灵敏度整定,不宜整定过大。在原理不作改

进的条件下,将大大减小特定运行参数下误动的可能性。

2) 为保证距离阻抗段的正确动作,将重合闸的启动回路从距离保护的启动回路上解开,并到零序保护的启动回路上(后期出厂的11型保护已改过)。

Cause analysis on maloperation of HF blocking distance protection on 220kV Fukai circuit

ZHANG Ke-yuan¹, YU Zhao-hui¹, GAO Chang-pei², LIN Hu²

(1. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China;

2. Power Dispatch and Communication Bureau of Guizhou Province, Guizhou 550002, China)

Abstract: The maloperation cause of HF blocking distance protection of 220kV Fukai circuit is analyzed and its solving measure is presented.

Key words: microprocessor-based protection; HF blocking distance; zero-sequence current protection; impedance; direction