

微机继电保护装置主板自动测试系统的设计与应用

于朝辉, 张颖红, 张 锋, 朱瑞萍
(许继电气有限公司中试部, 河南 许昌 461000)

摘要: 提出了一种微机继电保护装置主板测试的新方法, 能够准确、快速、全面检测出主 CPU 板在生产过程中的产品质量问题, 对继电保护装置主板自动测试系统软、硬件设计做了详细介绍。最后介绍了该测试系统的实际应用情况。

关键词: 微机继电保护装置; 主板; 串口通信; 闭环测试; 自动测试

中图分类号: TM744 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2005)11-0068-03

0 序言

近年来, 电力系统的发展, 对微机继电保护装置硬件系统的可靠性要求越来越高, 如何保证硬件系统的质量是我们急需解决的问题。微机继电保护装置主板是整个保护装置的核心, 主 CPU 板多数是整套计算机系统、数据采集、开关量的输入及输出等集中于这一块印制板中。传统的人工测试, 一方面测试效率低, 另一方面很难全面、科学地检测出微机继电保护装置主板存在的质量问题。计算机技术、通信技术的迅速发展, 使得以计算机为测试、控制中心的自动测试技术日益发展完善, 在多个领域得到广泛应用。

本文所要提出的自动测试系统就是针对许继公司主流产品 800 系列微机继电保护装置的主 CPU 板而设计的。该 CPU 板以 TI 公司生产的 32 位 TMS320C32 DSP 芯片为核心, 硬件回路构成主要有: CPU、存储器、数据采集回路、开关量输入和输出回路、通信回路、测频回路、硬件看门狗等, 测试系统主要以这些硬件回路作为测试目标。自动测试系统能准确、全面地完成人工测试难以完成的测试任务, 提高测试效率, 保证产品质量。

1 测试系统硬件组成及工作原理

主板自动测试系统主要由控制平台 (PC 机) 和测试装置组成。控制平台主要有 PC 机、模拟量输出卡 (D/A 卡)、开关量输入、输出卡、多串口通讯卡等组成。测试装置主要有电源插件、辅助测试插件、测试机箱、被测试主板等组成。控制平台的模拟量输出卡的各路输出连接到被测主板的数据采集回路, 控制平台的开关量输出卡各路输出连接到被测主板的开关量输入回路。控制平台的开关量输入卡各路输出连接到被测主板的开关量输出回路; 控制

软件控制模拟量输出卡输出交流电压量, 施加到测试装置的被测主板的数据采集回路上, 被测主板把采集到的数据通过串口通讯回路传送到 PC 机, PC 机对采集的数据进行智能的分析比较, 判断各路数据采集回路是否合格。PC 机的开关量输出卡对应连接到被测主板的开入回路, 通过控制开关量输出卡的输出分别对被测主板施加激励量, 由被测主板把回读的开入量数据通过串行通讯传给 PC 机。判断开入回路是否合格。

系统采用分布式结构, 使系统的工作分散到控制平台 (上位机) 和测试装置的被测主板 (下位机) 中, 有助于实现信号的数据实时采集、处理以及系统的快速响应性能, 整个过程构成闭环测试。

上位机主要完成通信、下发测试命令以及对被测点数据的统计分析、显示功能、测试报告的整理和打印等; 下位机主要完成响应测试命令, 并上送测试数据等功能。

自动测试系统的硬件结构如图 1 所示。

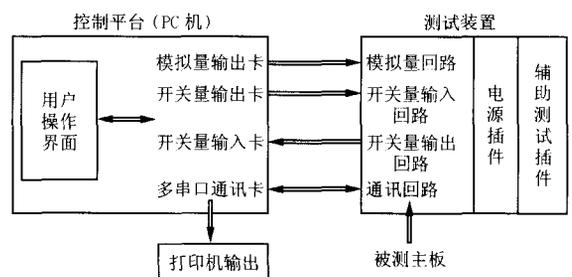


图 1 自动测试系统硬件结构图

Fig 1 Hardware structure of the automatic test system

2 测试系统软件设计

整套测试软件由下位机测试软件和上位机控制平台软件组成。上位机与下位机通过 RS - 232 串

口通信,采用查询方式,上位机每隔 300 ms 向下位机发巡检命令或测试命令,下位机收到测试命令后立即进行相应测试,如对 RAM 进行读写,在下次巡检命令过来后上送测试结果,上位机对结果进行数据处理、统计分析,判断该测试项目是否通过。软件具体实现如下。

下位机测试软件采用 C 语言和汇编语言混合编制,执行 FLASH、RAM、开入、开出、采样、频率和看门狗测试,同时上送测试数据给上位机,软件流程见图 2。程序入口的第一个模块是初始化,经过初始化后,判断接收到的命令是巡检命令还是测试命令,如果是巡检命令就应答该命令,保证通信正常;如果是测试命令,先判断测试项目类型,然后进行相应测试,测试完毕上送测试结果,接着进行下一轮判断。

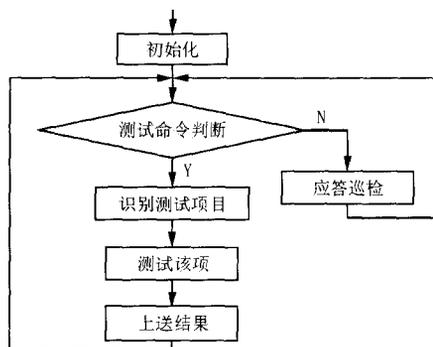


图 2 下位机软件流程图

Fig 2 Flow chart of the subordinate computer ware

上位机控制平台软件采用 Visual C++ 语言,基于 Win32 API 支持的抢先式多任务和多线程编程,在一个应用程序中同时运行不同的任务,从而提高 CPU 的利用率。应用程序利用内存处理的快速性,首先建立内存映像文件,该文件可以保存测试装置上送的测试数据。然后初始化串口,分别设置通信速率、停止位、校验位、设置中断服务等。程序应用 MOXA 公司提供的多串口应用库函数进行编程,代码实现简单、灵活,而且方便以后测试系统的规模扩充,可同时测试多块 CPU 板。程序启动串口监视处理线程,实时监视串口,进行数据发送;启动接收数据分析线程,判断报文正确性和测试类型,进行相应分析,如采样数据原码转换为实际值,再与整定的限值比较,判断是否超限,统计测试结果;启动自动测试处理线程,用于协调和管理各测试项目的测试顺序,测试完最后一项发测试结束事件启动测试报告整理线程,该线程依据自动测试的结果整理出简洁

规范的测试报告,报告有随机打印和召唤打印供选择。程序还利用消息机制,通过界面菜单操作,激发多视图显示通信报文、开入状态、开出状态、采样数据,可进行测试报告浏览,故障图形化显示等。软件处理流程见图 3。

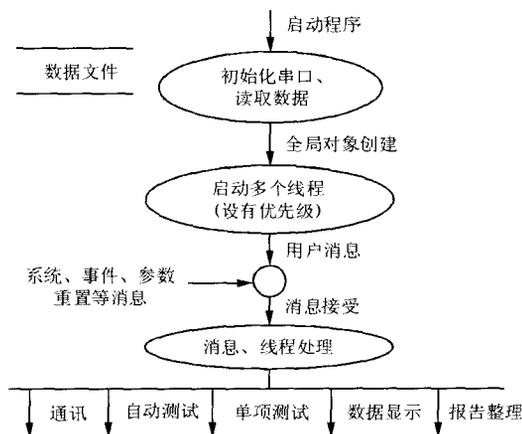


图 3 上位机软件处理流程图

Fig 3 Flow chart of the host computer ware

以自动测试来说明上位机与下位机的通信过程。当自动测试标志被激活,程序就发送测试项目 1 命令 (类型码),同时置项目 2 为待测试状态,下位机进行项目 1 测试,并上送测试数据,然后置该项测试为结束状态 (类型码 0x99),上位机接收到该结束标志后发送测试项目 2 命令,取消项目 2 的待测试状态,置项目 3 为待测试状态,下位机进行项目 2 的测试,依照这个过程测试所有项目,具体通信过程如图 4 所示。

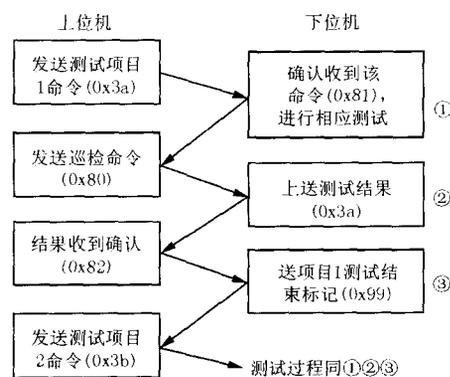


图 4 通信结构图

Fig 4 Communication architecture

3 自动测试流程

以上各测试项目能够保证测试到主 CPU 板的每一个回路,做到测试全面、正确,并为查找故障提供有力的帮助。

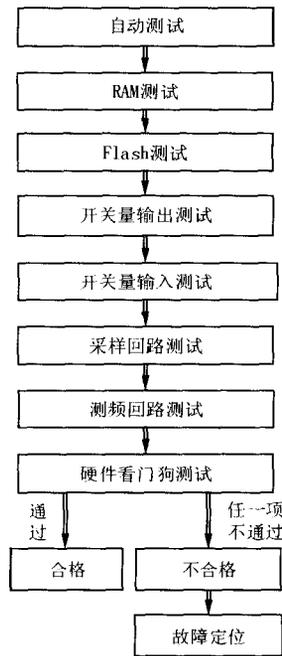


图 5 自动测试流程图

Fig 5 Flow chart of the automatic test

4 应用

采用本文所提方案进行系统设计,只用较少量的硬件设计工作,构成了一套闭环测试系统,同时,继承了工业 PC 及其板卡在电磁兼容、可靠性等方面的优良特性,能把开发力量主要集中在功能软件的规划、设计上,保证测试系统的可靠性。测试一块主板只需 3 min,测试效率提高了 5 倍,提高了生产效率。

表 1 CPU 板故障类型分布表

Tab 1 Distribution of the CPU board malfunction

序号	故障类型	不合格率
1	采样回路零漂问题	4.2%
2	开关量输入回路问题	2.4%
3	通讯问题	2.3%
4	有效值采样问题	2.4%
5	开关量输出回路问题	1.3%
6	FLASH 芯片问题	1.0%
7	程序不运行	0.8%
8	其他问题(如: DSP 无法复位)	0.8%

应用该自动测试系统已经成功测试主 CPU 板上万块,测试正确率达 100%。检查出存在问题的 CPU 板故障类型(以千块计)分布如表 1 所示。经过对故障类型的统计分析,反馈到生产和设计部门,使得主 CPU 板的合格率已经从最初的 65% 提高到现在的 96% 以上,有效地保证了产品质量。产生了良好的经济效益。

5 结论

本文介绍的微机继电保护装置主板自动测试系统成功地完成了微机保护装置主 CPU 板的自动测试,测试过程方便、简单、高效。自动测试全面,故障定位准确,可扩展性好。本系统虽然是针对许继公司的 800 系列保护装置主 CPU 板测试的设计,但其设计思想为电力系统继电保护装置及自动化装置硬件自动测试提供了新思路。

参考文献:

- [1] 宋小舟,于子重,涂东泽,等. WMH-800 新一代微机母线保护装置的研究[J]. 继电器, 2000, 28(11): 39-41.
SONG Xiao-zhou, YU Zi-zhong, TU Dong-ze, et al Research into the WMH-800 New Generation of Microprocessor Based Busbar Protection [J]. Relay, 2000, 28(11): 39-41.
- [2] 徐德鸿,马皓. 电力电子装置故障自动诊断[M]. 北京:科学出版社, 2001.
XU De-hong, MA Hao. The Fault Automatic Diagnose of the Power Electronic Devices [M]. Beijing: Science Press, 2001.
- [3] 刘君华. 现代检测技术与测试系统设计[M]. 西安:西安交通大学出版社, 2000.
LIU Jun-hua. Modern Detecting Technique and Testing System s Design [M]. Xi an: Xi an Jiaotong University Press, 2000.
- [4] 赵国钦. 工业 PC 板卡在变电站数据采集装置中的应用[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(24): 65-67.
ZHAO Guo-qin. Application of Industrial PC in Data Acquisition and Record Equipment for Substation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(24): 65-67.
- [5] Kruglinski D J. Visual C++ 技术内幕 [M]. 潘爱民, 王国印, 译. 北京:清华大学出版社, 1998.
Kruglinski D J. Inside Visual C++ [M]. PAN Ai-min, WANG Guo-yin, Trans Beijing: Tsinghua University Press, 1998.

收稿日期: 2004-08-19; 修回日期: 2005-01-14

作者简介:

于朝辉(1971-),男,工程师,主要从事电力系统继电保护测试及技术研究工作; E-mail: zhaohui@xjgc.com

张颖红(1974-),女,工程师,主要从事电力系统继电保护测试及技术研究工作;

张锋(1978-),男,助理工程师,主要从事电力系统继电保护测试工作。

电压型馈线自动化设备的应用与实践

韩晓春¹, 杨富营²

(1. 广东广电集团公司发展规划部, 广东 广州 510600; 2 许昌职业技术学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 简要介绍了广州供电分公司实施馈线自动化系统的实践历程, 阐述了电压型馈线自动化设备及系统的基本设计思路, 并就其在实际应用中所遇到的一些技术问题和解决方法进行了探讨和分析。

关键词: 配电自动化; 电压型; PVS; 重合闸

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)11-0071-03

0 引言

广州供电分公司于 1996年在 110 kV人和变电站 F4开始馈线自动化试点, 当时采用了某高压开关厂生产的 SF₆自动重合器和分段器, 属典型的电流型(欧美式)馈线自动化系统。由于重合器不具备单相接地故障动作功能, 设备质量欠稳定, 蓄电池需要每半年予以维护, 试点效果并不理想。1999年, 引进日本东芝公司电压型馈线自动化设备并在 110 kV江村变电站 F6试点安装^[1]。

所谓电压型馈线自动化, 其原理实现的主要判据是线路上的电压, 而不像电流型故障处理方式, 与线路是否通过电流无关, 通过馈线自动化开关设备与变电站 10 kV出线断路器重合闸功能的配合, 能有效地自动判断故障区段、隔离故障区段, 自动恢复非故障段线路供电。

广州供电分公司在 10 kV架空线路上采用电压型馈线自动化设备后, 由于不再需要线路运行人员逐段排查、隔离故障, 极大减轻了一线运行人员的劳动强度和工作量。在雷暴等恶劣气候条件下, 或是长距离农网线路上发生故障时, 其应用效果尤为明显。此外, 采用东芝技术的自动化设备的高可靠性、不需要蓄电池维护、甚至可以取消通信线路和后台

系统等种种特点, 使得在 10 kV架空线路上可以经济、轻而易举地实现配电自动化的基本功能, 为其广泛应用奠定了基础。从 1999年至今, 广州供电分公司安装电压型配电自动化设备已经超过 400套, 愈 100条 10 kV线路, 效益显著。

在几年的挂网运行中, 由于电压型配电自动化设备的动作机理完全不同于人们较易接受的电流型馈线自动化设备, 柱上开关“有压关合、无压释放”的独特设计思路并未得到一些技术人员透彻的理解和认识, 在应用中心存顾虑。本文在阐述其动作原理的基础上, 针对在实际推广应用中所遇到的一些技术问题, 逐一进行探讨和分析。

1 电压型馈线自动化设备的应用原理

电压型馈线自动化设备由真空自动配电开关(PVS)、带故障诊断的控制单元(FDR或RTU)和电源变压器(SPS)3大部分组成。所谓“电压型”实质指设备是基于电压、时间配合的原理进行工作, 其正常工作和对事故的判断处理均是以电压为基本判据。通过每一区段投入的延时逐级送电来判断故障区间。在此, 我们以一环网结构的线路为例, 简单介绍其基本工作原理:

Design and application of relay protection main board s automatic test system

YU Chao-hui, ZHANG Ying-hong, ZHANG Feng, ZHU Rui-ping
(XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: To test DSP-800 hardware main board, a new method is introduced by which all kinds of problems occurring during the producing process can be checked out precisely and rapidly. The design of the system's hardware and software are presented in detail as well. The system's actual application state is put forward in the end.

Key words: microprocessor-based relay protection equipment; main board; serial communication; closed loop test; automatic test