

基于 PIC16F877 的配电变压器 监测报警装置设计

金 晶,程晶晶

(华中科技大学 控制科学与工程系,湖北 武汉 430074)

摘要: 结合全球移动通信系统(GSM)技术和微处理器技术,提出了基于 PIC16F877 的配电变压器监测报警系统。配电变压器远程监控系统由监测报警、控制端、通信信道 3 部分组成。监测报警装置由基于 PIC16F877 芯片的微控制器模块,变压器电压、电流及电能检测模块和维护人员手机、控制站通信的接口设备——GSM 模块构成。报警装置使用 PICC 语言编写 PIC16F877 的执行程序,设置微控制器每隔 1 min 读取 1 次配电变压器状态参数;异常时,则触发使 GSM 模块发报警信号。研制的报警装置在 10 kV 配电变压器上测试使用后表明,基本可满足实时通信的要求,实现了检测、自诊断、通信的一体化。

关键词: PIC16F877; GSM 模块; 监测报警; 配电变压器

中图分类号: TM 407;TN 919

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)02-0086-03

0 引言

近年来,随着城区配电网负荷的急剧增加,导致配电变压器故障频繁发生。为保证城区配电变压器的安全运行,防止事故的发生和事故损失扩大,要求对城区分散的配电变压器进行实时监控和统一管理。

目前,一些配电变压器的维护方式是由负责某一地区的维护人员定期巡查该地区变压器的运行情况。这种方式使维护人员无法及时获得变电站的运行状态信息,尤其是当意外事故发生时,不能得到及时处理,从而配电供电系统的可靠性无法得到保证^[1]。

随着无线通信事业的迅速发展,由中国移动提供的全球移动通信系统(GSM)网络基本上覆盖了全国范围,尤其在城区其通信质量能得到可靠的保证。通过在各终端安装 GSM 模块,利用现有的 GSM 网络的短消息服务,可实现配电变压器监测装置与维护人员在 GSM 网络内的实时通信。

该配电变压器远程监控报警装置的先进性在于它嵌入了微控制器 PIC16F877,使其具有自诊断功能,能够依据程序自动对检测到的状态参数作分析判断,一旦发现异常情况,就立刻向负责该地区的维护人员手机及控制站发送报警信号,并记录下事故发生时间及当前状态参数,以短消息的形式发送出去。有助于事故原因的分析 and 事故的及时处理,提高了变电站自动化水平和运行可靠性。

1 配电变压器远程监控系统概述

如图 1 所示,配电变压器远程监控系统由监测报警、控制端、通信信道 3 大部分组成。

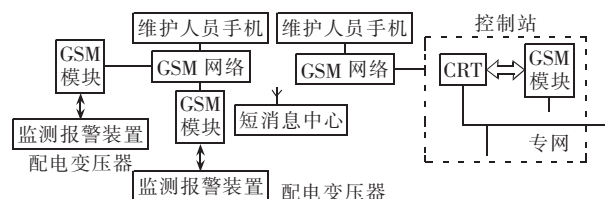


图 1 配电变压器远程监控系统结构示意图

Fig.1 Architecture sketch of remote monitoring system for distribution transformers

1.1 监测报警装置

安装在配电变压器内的监测报警装置集成了电量及非电量检测模块、微控制器模块和 GSM 通信模块。它能自动监测配电变压器的重要状态参数,包括变压器的三相负载电压、电流,冷却油温及环境温度。一旦出现异常情况立即向指定的维护人员手机和控制中心发送短消息报警。此外,它能够定期以短信服务(SMS)短消息的形式向控制端发送变压器状态报告,以便维护人员检查其运行状况^[2]。

1.2 控制端

控制端包括移动控制端(即维护人员手机)和控制站。每个维护人员通常负责某小范围区域内的一个或几个配电变压器,如果他的手机收到报警信息,就能立刻采取相应措施防止损失的发生或扩大。配电控制中心即控制站建有数据库服务器,通常负责管理大范围区域内的所有变电站和变压器。它能够根据收到的变压器状态信息(运行状态信息和历史数据)及变压器使用时间、使用年限、重要性(通过供电用户判别)等信息计算配电变压器的维修度,还可通过向变电站发送短消息命令设置监测报警装置默认的维护人员手机号码^[3]。

1.3 通信信道

该系统通信信道是由中国移动提供的 GSM 网络。

2 监测报警装置硬件设计

如图 2 所示,安装在配电变压器内的监测报警装置主要由检测、微控制器和 GSM 通信 3 大功能模块组成。这 3 种模块之间的数据通信分别采用 2 种不同的标准,微控制器与测量模块之间通过 RS-485 并行接口传输数据,与 GSM 模块之间通过 RS-232 串行接口传输数据。

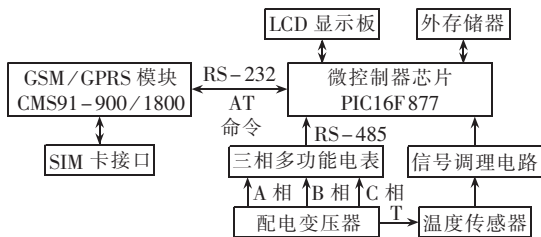


图 2 监测报警装置硬件模块框图
Fig.2 Hardware block diagram of monitoring and alarm device

2.1 微控制器模块

由美国 Microchip 公司生产的 8 位单片微控制器 PIC16F877 具有独特的精简指令集(RISC)结构,数据总线和指令总线分离的哈佛总线结构,使器件性能和运算速度大大提高。片内集成有 8 k 的 Flash 可重复编程存储器,368 Byte 的数据存储器,256 Byte 的 EEPROM 数据存储器,3 个定时/计数器,2 个 CCP 模块,同步串行通信端口,8 通道 10 位 A/D 转换器,以及时钟、看门狗等,具有上电复位、PWM 输出、LCD 驱动等功能,有 40 只引脚。由于片内集成的外围设备种类和数量多,使其外围电路大大简化。此外,此芯片还具有低功耗睡眠(SLEEP)模式,易于实现低功耗设计^[4]。

PIC16F877 通过 RS-485 接口从电表端口直接读取标准数字信号。PIC16F877 与多功能电表之间的数据传输符合中国电力行业标准“DL/T645-1997 多功能电表通信规约”。非电量需经过信号调理电路分别送入对应的采样保持器 LF398。采样保持器在 PIC16F877 微控制器引脚 RE1 产生的同步采样控制信号下,完成多路信号同步采样。将各路模拟信号分别接入 10 位 A/D 端口引脚,进行相应的信号转换。PIC16F877 与 GSM 模块之间采用标准串行通信方式,将处理器芯片的 TXD 和 RXD 引脚信号通过 MAX232 电平转换后与 GSM 模块的串口

连接实现双向数据传输^[5]。

2.2 检测模块

检测模块中包括电量检测和非电量检测。三相多功能电表对变压器的三相电流、电压及电能进行检测,并将模拟信号转换为 PIC16F877 可直接读取的标准数字信号。非电量测量对变压器冷却油的温度及环境温度检测。从温度传感器测得的模拟信号经信号调理电路转换为可被微处理器内置 ADC 读取的信号,送往 PIC16F877 的 A/D 转换器引脚^[5-6]。

2.3 GSM 模块

GSM 模块是变压器监测报警装置和维护人员手机、控制站进行无线通信的接口设备。通过它可实现短消息的收发。该装置采用由 CELLon 公司生产的带有 SIM 卡接口的 GSM/通用分组无线业务(GPRS)模块 CMS91-900/1800。该模块提供的命令接口符合对短消息作出详细规定的 GSM07.05 规范和定义了 AT 指令的 GSM07.07 规范^[7]。微控制器 PIC16F877 通过串口向 GSM 模块发 AT 命令完成对短消息的发送、接收、删除等操作。在短消息模块收到网络发送的短消息时,能通过串口向微控制器发送指示消息。微控制器则通过向短消息模块发送相应的 AT 指令读取短消息及完成其他操作。

3 监测报警装置软件设计

使用 PICC 语言编写微控制器 PIC16F877 的执行程序。设置微控制器每隔 1 min 读取 1 次配电变压器的状态参数。微控制器依据程序判断数据是否正常,若发现异常,则触发与 GSM 模块相连引脚的电平变化,使 GSM 模块发送报警信号^[8]。

GSM 模块收到新的短消息,会自动通过串口向微控制器发提示信息。微控制器收到提示信息后,从串口将新的短消息读到其数据存储器 EEPROM 中,然后进入解码子程序^[9]。解码子程序首先判断短消息来源,只有来自该监测端默认的维护人员和控制中心的 SIM 卡号才是合法的;否则删除短消息。

微控制器依据短消息执行 3 种默认命令:来自维护人员手机的要求发送当前状态参数的命令;来自控制中心的要求发送当前状态参数和要求重新设置监测报警装置默认的手机号码的命令。微控制器可通过解码判断短消息的命令类型,再依据不同的命令类型执行相应的操作。最后,执行编码子程序,将收集到的状态参数打包成可被 GSM 模块读取的 SMS 短消息并发送到相应控制端。图 3 为微控制器执行的主程序流程图^[10]。

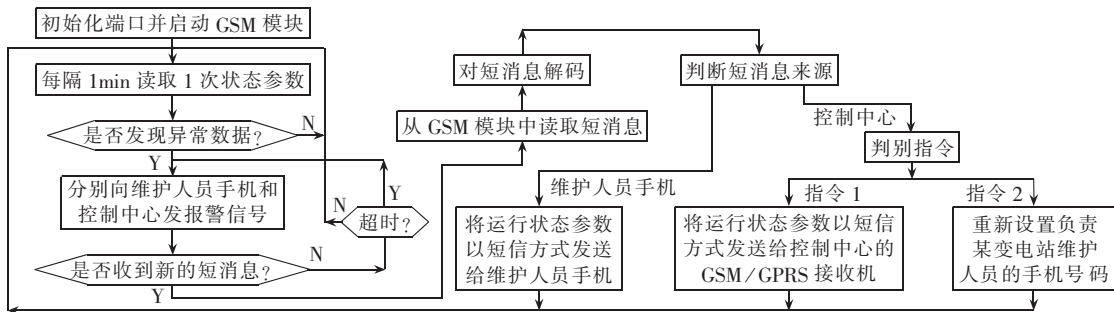


图 3 微处理器主程序流程图
Fig.3 The main program microprocessor

4 测试与结论

本文开发设计的监测报警装置在 10 kV 配电变压器进行了测试使用。选择在夏季用电高峰期对变压器室的负载电压、电流、冷却油温进行 24 h 监控。为了试验需要,把负载电流的报警上限设为满负荷的 80%,把油温的报警上限设为 70℃。在一天中的 17:00~24:00 为用电高峰期,当变压器中任一相负载电流超过了满负荷的 80%,或检测到的油温超过了 70℃,负责该变电站的手机就会收到报警信号。然后,监测系统根据手机发送的询问命令,将当前变电站的状态参数以短信息方式发至该手机。监测端发送短消息到手机收到的延迟时间为 2~10 s。基本可以满足实时通信的需要。

利用现有的 GSM 网络通信,极大地节省了远程监控组网的成本,中国移动为网络的通信质量提供了可靠的保证。嵌入了微控制器 PIC16F877 的监测报警装置集成了电量及非电量检测、微控制器和 GSM 通信 3 种模块,实现了检测、自诊断和通信的一体化。该装置在现场的简单测试,取得了较为理想的结果。该装置的应用将大大提高城区配电系统的自动化水平,为安全供电提供可靠的保证。

参考文献:

- [1] 孙莹. 集中式无人值班变电站微机监控系统[J]. 电力系统自动化,1997,21(3):64-66.
SUN Ying. A centralized microcomputer protection and supervisory control system for unmannd substation[J]. *Automation of Electric Power Systems*,1997,21(3):64-66.
- [2] 曹尉青,韩冰. 利用 GSM 短消息实现远程监控[J]. 无线电工程,2002(10):37-40.
CAO Wei-qing,HAN Bing. Implementation of remote monitoring system via GSM short messages[J]. *Wireless Radio Engineering*,2002(10):37-40.
- [3] BOQUETE L,BRAVO L. Telemetry and control system with GSM communications[J]. *Microprocessors and Mi-*

crosystems,2003,27(1):1-8.

- [4] 何信龙,李雪银. PIC16P87X 快速上手[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [5] Microchip Technology Inc. PIC16F87X Data Sheet 2001 [DB/OL]. [2005-05-28]. <http://www.microchip.com>.
- [6] Abdul-Rahman Al-Ali,Abdul Khaliq. GSM-based distribution transformer monitoring system[C]// *IEEE Proceedings of Electrotechnical Conference 2004*. Dubrovnik,CRO-ATTIA:IEEE/LEOS,2004:999-1002.
- [7] CELLon Inc. CMS91-900/1800 GSM/GPRS Module-AT commands specification,hardware specification[DB/OL]. (2003-04-01)[2005-05-28]. <http://www.Cellon.com>.
- [8] 朱万贵. 基于 SMS 短消息的远程监控系统的设计与实现[J]. 制造业化,2003,25(12):32-34.
ZHU Wan-gui. Designing and implementing SMS-based remote monitoring system[J]. *Manufacturing Automatic Control*,2003,25(12):32-34.
- [9] 高云鹏,滕召胜,唐求. PIC16F877 微机控制器在便携式电力参数监测中的应用[J]. 仪器仪表用户,2004,11(1):44-45.
GAO Yun-peng,TENG Zhao-sheng,TANG Qiu. Application of the microcontroller PIC16F877 in portable monitor for power parameters[J]. *User of Instruments*,2004,11(1):44-45.
- [10] 匡石,张晋东. 基于 PIC16F877 多路巡检控制仪的研制[J]. 仪表技术,2004(3),13-14,36.
KUANG Shi,ZHANG Jin-dong. Research and development of multi-channel patrol inspection and control instrument[J]. *Instrument Technology*,2004(3):13-14,36.

(责任编辑:汪仪珍)



金晶

作者简介:

金晶(1981-),女,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向为信息处理与获取方法、微弱信号分析与处理技术(E-mail:jinjing203@hotmail.com);

程晶晶(1977-),男,湖北武汉人,讲师,博士研究生,研究方向为信息智能处理技术的研究及推广应用,电能信息的采集、加工和远程传输。

Design of PIC16F877-based monitoring and alarm device for distribution transformers

JIN Jing,CHENG Jing-jing

(Huazhong University of Science and Technology,Wuhan 430074,China)

Abstract: A PIC16F877-based monitoring and alarm system integrating GSM(Global System for Mobile Communications) technology and microprocessor technology is presented,which consists of monitoring and alarm devices,control terminal and communication channel. The monitoring and alarm device includes microprocessor module with PIC16F877,detection module for transformer voltage and current,and GSM module for communication between maintainer's handset and control station. The executive programs are developed with PICC language,and the microprocessor is set to read the state parameters of distribution transformer every other minute and the alarm is triggered when abnormal states are detected. The alarm device has been tested with a 10 kV distribution transformer. Results show that it meets the requirement of real-time communication and realizes the integration of detection,self-diagnosis and communication.

Key words: PIC16F877; GSM module; monitoring and alarm; distribution transformer