

新型电力检修作业地线装置的研究

刘家军, 缪俊

(西安理工大学水利水电学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 针对目前电力系统检修工作中挂、拆接地线存在的安全问题, 在分析接地线状态在线监测必要性的基础上, 介绍了一种新型电力检修作业地线装置的构成和硬件电路的实现。并根据电力检修作业时现场的实际情况, 采用了基于全球移动通信系统 GSM(Global System for Mobile Communication) 短消息技术的接地线在线监测装置的设计方案, 并完成了装置的硬件设计和软件设计。

关键词: 接地线; GSM; TC35; 电力检修作业; 超声波测距; 在线监测

Research on new type of electric power overhaul grounding line device

LIU Jia-jun, MIAO Jun

(Institute of Water Resources and Hydro-electric Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: In view of the security issues of grounding line hanging and removing in electric power system overhaul work at present, this paper introduces a new type of electric power system overhaul composition and the realization of the hardware circuit on the basis of the need for grounding line on-line monitoring. According to the actual situation of electric power overhaul, this paper completes the hardware and software design of new type of electric power overhaul grounding line device based on on-line monitoring design of GSM.

This work is supported by National Natural Science Foundation of Shaanxi Province(No.2007E238).

Key words: grounding line; GSM; TC35; electric power overhaul; ultrasonic ranging; on-line monitoring

中图分类号: TM764 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)23-0119-03

0 引言

挂接地线是电力系统中检修工作中至关重要的一环。在电力系统中, 检修工作是靠人工通过电话与电力调度联系需要停电点, 根据确定的停电点, 电力调度进行网上停电, 作业人员挂接地线, 开始网上作业, 作业完成后, 拆接地线, 报告电力调度, 电力调度送电恢复系统供电。在这检修作业过程中主要依靠的是操作票制度和现场作业人员对操作规程的执行程度, 因此存在着漏洞和误操作的可能性。作业过程中因误操作导致电死烧伤作业人员的故事时有发生。研究一种新型电力检修作业装置, 可以在挂接地线和拆接地线时, 给现场的工作人员音响信号及灯光信号, 并且可以将该操作信号通过 GSM 网络发送到电力调度、变电所以及需要传送的地方。该装置可以解决目前线路检修作业中存在的监控难题, 防止由于带接地线合断路器(或隔离开关)等

误操作所造成的人身和设备事故。

1 硬件系统的实现

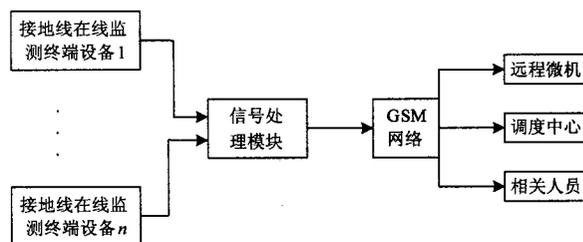


图1 装置结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of device structure

考虑到现场作业的实际情况, 本装置需附挂在接地线的绝缘杆上, 方便采集接地线状态。由于电力线路上方除了输电线路没有其它物体, 而且挂接地线和拆接地线时线路上极有可能有残压, 故一般的传感器因为电磁干扰的影响很难准确的采集信号。

基金项目: 陕西省自然科学基金项目(2007E238)

我们对接地线状态的信号采集利用了超声波传感器测量装置和输电线之间的距离变化的方法来判断接地线是否已经挂上。测出距离以后，利用单片机对采集数据进行处理和判断，当距离达到一定值后长时间不变，只偶尔小幅度变动（考虑到实际操作过程中风引起的晃动），即可认为接地线已挂上；反之，当距离由稳定距离开始逐渐变大，即可认为接地线已拆除。

1.1 超声波测距原理

超声波是指频率高于 20 kHz 的机械波。超声波传感器是利用压电效应的原理将超声波和电能相互转换，即在发射超声波的时候，将电能转换，发射超声波；而在收到回波的时候，则将超声振动转换成电信号。

超声波测距的原理是采用渡越时间法 TOF(time of flight)。首先测出超声波从发射到遇到障碍物返回的时间，乘以超声波的速度再除以二，即可得到声源和障碍物之间的距离：

$$D=CT/2$$

其中： C 为超声波在空气中的传播速度，在通常情况下超声波的传播速度取 341 m/s； T 为超声波发射出去到接收到回波所需时间； D 为所需测量的距离。

超声波测距电路中用到了两个重要的频率，在设计时使用单片机来产生频率。由单片机产生的频率必须准确，否则测得的距离会产生很大的误差。

第一个频率，超声波的发射中心频率信号本来就是 40 kHz，并由单片机的 P3.0 口输出。这是由单片机内部的定时器由软件编程所产生。第二个频率是单片机进行的计数频率。当定时器/计数器为计数工作方式时，外部脉冲的下降沿将触发计数。为了方便计算，本文设计的一个时钟周期内所测距离和超声波测距精度均为 0.01 m。超声波从发射器的声波发出，再由反射物反射到接收器，所传播的距离为 2 倍测量距离。因此要设计成在一个时钟周期内超声波所传播的距离为 0.02 m，考虑到在标准状态下超声波的传播速度为 341 m/s，便可以计算出定时器的溢出频率为 17.05 kHz。由定时器的溢出频率可计算出一个时钟周期内所测距离为 0.01 m。 N 个周期有 N 个方波脉冲，即计数器测得的脉冲数 N 即为被测距离，不过其单位为 0.01 m^[9]。

1.2 超声波测距软件设计

图 2 为测距系统流程图。在本程序的设计过程中主要是利用了单片机内部的两个定时/计数器 T0 和 T1，其中 T0 口用于产生超声波的发射中心频率，T1 口产生计数频率。在本文的设计中采用的工作方式都是方式 1，因为这种方式计数范围大，不必频

繁地产生计数中断便可完成所需测距功能，还可以大大减少计时误差。

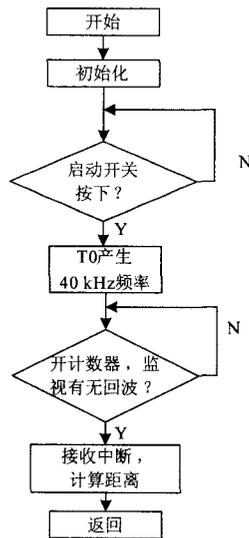


图 2 测距系统流程图

Fig.2 Flow diagram of ranging system

2 通信方式的选择和实现

对配电网进行线路检修时经常多组接地线同时进行，接地线的悬挂地点一般很分散，而且工作时间不固定。地域上的分散性决定了通信系统的覆盖面要很大，工作时间的不固定则要求系统的通信方式能够灵活的组网，快速进入工作状态。GSM 传播方式很好的满足了上述要求，而且从近几年的研究来看，GSM 通讯传播方式已经在电力系统实时监测方面有了很多应用。

SMS（短消息业务）是 GSM 提供的不需要建立端到端连接的业务，是 GSM 中最简单、最方便的数据通信方式。短消息由短消息中心存储和转发，在手机之间进行中、英文信息交流。共有三种方式来发送和接收 SMS 信息：Block Mode, Text Mode 和 PDU Mode。其中 PDU Mode 被所有的手机支持，可以使用任何字符集，也是手机默认的编码方式。

2.1 通信模块的硬件组成

通信模块采用西门子的 TC35 模块，可分为基带处理器、GSM 射频部分、电源 A-SIC (Application Specific Integrated Circuit)、Flash4 个大模块。其中 GSM 基带处理器是整个模块的核心，它由一个 C166CPU 和一个 DSP 处理器内核控制模块内各种信号的传输、转换、放大等处理过程。GSM 射频部分是 1 个单片收发器，由 1 个外差式接收器、上变频调制环路发送器、1 个射频锁相环路和 1 个全集

成中频合成器 4 个功能块组成, 共同完成对射频信号的接收和发送等处理^[6]。TC35 模块支持数据、语音、短消息和传真等通信, 具有标准的 RS-232 接口, 可与微机或单片机连接使用。

通信模块示意图结构如图 3 所示。

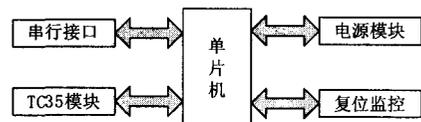


图 3 通信模块示意图

Fig. 3 Schematic diagram of communication module

虽然 TC35 模块的串口提供了许多控制线, 但是由于考虑到接口的简单性, 所以采用两线(TXD、RXD)连接。对于 TC35 模块通信的控制可以通过软件来实现对 TC35 初始化、工作方式设置和数据通信等。采用软件实现控制具有使用比较灵活的特点, 也能很好避免了过多的硬件信号的监测。由于 RS-232 接口的抗干扰能力较弱, 传输距离较短, 所以又加了一个 RS-485 标准的接口, 可以提高抗干扰能力, 实现长距离传输。电源模块的设置主要考虑到硬件系统对电源要求具有稳压功能和纹波小等特点, 另外也考虑到硬件系统的低功耗等特点, 故电源模块采用 TI 公司的 TPS76033 芯片实现。

2.2 通信模块的软件设计

软件设计的首要任务是 TC35 短消息模块的接口开发, 包括 TC35 初始化、工作方式和通信模式设定等。它的设置主要利用 AT 指令, 结构为 AT+命令=参数。例如指令 AT+CMGF=0 把 TC35 模块的短消息工作模式设置为 PDU 格式, 指令 AT+CMGL=0 读取手机上全部未读过的短消息。具体的相关 AT 指令可查询相关资料。

软件设计的另一重点是保证数据传输的可靠性。数据传输可靠性是该装置正常工作的重要前提, 目前主要考虑了三个方面的问题: 防止由于接口电路本身受到各种电磁干扰引起的数据错误; 防止由于其他非正常的 SMS 内容对整个系统造成的干扰; 防止 GSM 网络繁忙时短信发送失败。

对于第一种, 一方面采用合理的电源滤波电路和可靠的接口电路, 处理器与 GSM 通讯模块采用比较低的通讯速率, 避免信号传输过程受到的干扰的影响, 另外, 对传输的数据进行累加和的校验方式进行判断, 若出现错误后返回相应的信息, 要求对方重新发送信息。

对于第二种, 由于目前短信息的广泛使用, 各

种垃圾信息日益增多。为了避免该类信息对系统造成的影响。装置在接收到 SMS 信息后, 首先判断信息的来源, 由于从 GSM 通讯模块读出的内容包括了发送信息的 GSM 通讯模块的卡号, 只要判断该号码是否与原来设置在线监测装置的通讯模块的卡号一致, 若不一致则直接删除处理。

对于第三种, 在进行短消息发送时考虑到 GSM 网络有时会出现网络繁忙出现发送失败的情况, 为了保证短消息能够发送成功, 在短消息发送失败后会自动重发 3 次。

3 结语

本装置使用了 GSM 传输方式, 使得电力检修作业地线检测能够做到实时在线监测的目的, 能够有效地避免实际过程中因操作不当而带来的安全隐患。同时采用了超声波测距的方法来检测接地线的状态, 有效避免了因现场电磁干扰过大而带来的误报信息。本装置能够有效地保障电力检修作业的安全, 杜绝因操作不当带来的人身伤害和经济损失。

参考文献

- [1] 王海鹏, 曾嵘, 何金良. 利用 GSM 网络实现配电网远程数据采集的可行性分析[J]. 高压电器, 2002,38(5): 12-15.
WANG Hai-peng, ZENG Rong, HE Jin-liang. Feasibility Analysis of GSM Application in Remote Data Acquisition System for Distribution Network[J]. High Voltage Apparatus, 2002,38(5):12-15.
- [2] 杨文字, 王建渊, 魏威. GSM 与模糊诊断的绝缘子在线监测[J]. 高压技术, 2004,30(7):31-33.
YANG Wen-yu, WANG Jian-yuan, WEI Wei. On-line Monitoring System for Insulators on HV Lines Based on GSM and Fuzzy Logic Diagnostic Technologies[J]. High Voltage Engineering, 2004,30(7):31-33.
- [3] 周利军, 吴广宇, 盛进路, 等. 基于 GSM 的城市配电变压器在线监测系统[J]. 电力自动化设备, 2005,25(2):73-75.
ZHOU Li-jun, WU Guang-yu, SHENG Jin-lu, et al. GSM-based on-line Monitoring System of Urban Distribution Transformer[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005,25(2):73-75.
- [4] 王理金, 李金雄. 接地线使用注意事项[J]. 电力安全技术, 2005, 4(7): 43.
WANG Li-jin, LI Jin-xiong. The Notice Proceeding in the Ground Wire Use[J]. Electric Power Security and Technique, 2005,4(7):43.
- [5] 徐建源, 窦文君, 王爱姝. 接地线状态在线监测系统设计[J]. 电力自动化设备, 2008,28(7):111-113.

(下转第 129 页 continued on page 129)

5 结束语

交流二次回路多点接地在线监测系统充分利用PIC18C系列单片机的资源, 实现了硬件电路高度的集成化, 具有极强的抗干扰能力, 使系统能经受电力系统严酷的强电磁干扰, 采用C语言与汇编语言的高效混合编程方式, 解决了系统运行的快速性与多任务之间的矛盾。目前, 在河南、山西电网通过多次试验和现场应用, 证明该系统具有较高的工作稳定性, 大大减少了由于二次回路出现多点接地造成的一系列故障, 具有良好的市场前景。

随着嵌入式微处理器运行速度的不断提高、功能不断完善、可靠性不断增强, 利用嵌入式微处理器控制方案解决交流二次回路多点接地问题是完全可行的, 增加交流二次回路多点接地监控系统不仅提高了供电系统的智能化, 而且也供电系统的安全运行提供了有力保证。

参考文献

[1] 陈广. 继电保护电流回路两点接地的分析处理[J]. 农村电气化, 2004, (12): 49-49.
CHEN Guang. Analysis and Treatment for Two-point Grounding in Relay Protection Current Circuit[J]. Rural Electrification, 2004,(12): 49-49.

[2] 李苇. 变电所电压互感器二次绕组中性点的接地[J]. 电力勘测设计, 2004, (2): 47-49.
LI Wei. Discussion About Secondary Earthing of Voltage

Transformer in High Voltage Substation[J]. Electric Power Survey & Design, 2004,(2): 47-49.

[3] 焦彦军, 于江涛. 衰减直流分量对傅立叶变换快速算法的影响及其消除办法[J]. 华北电力大学学报, 2006, 33 (2): 37-39.
JIAO Yan-jun, YU Jiang-tao. Influence of Decaying DC Component on FFT Fast Algorithm and Its Solution[J]. Journal of North China Electric Power University, 2006, 33 (2):37-39.

[4] 陈瑞森, 郭东辉. 8 位高性能低功耗嵌入式 MCU 的设计[J]. 高技术通讯, 2006, 16 (8): 820-824.
CHEN Rui-sen, GUO Dong-hui. Design of High-performance and Low-power 8-bit Embedded MCU[J]. Chinese High Technology Letters, 2006, 16(8): 820-824.

[5] 陈丽蓉, 熊光泽. 嵌入式软件系统的实时性设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2001, (3): 18-22.
CHEN Li-rong, XIONG Guang-ze. Design of Real-time in Embedded Software System[J]. Microcontrollers & Embedded Systems, 2001, (3):18-22.

收稿日期: 2008-03-25; 修回日期: 2009-09-14

作者简介:

张志军 (1969-), 男, 副教授, 硕士研究生, 研究方向为电力系统及自动化控制; E-mail:zzj311@163.com

孟庆波 (1973-), 男, 讲师, 研究方向为电力电子技术、自动检测、变频技术。

(上接第 121 页 continued from page 121)

XU Jian-yuan, DOU Wen-jun, WANG Ai-hong. On-line Monitoring System of Grounding Line Working Conditions[J]. Electric Power Automation Equipment, 2008, 28(7): 111-113.

[6] 吴玉田, 王瑞光, 郑喜凤, 等. GSM 模块 TC35 及其应用[J]. 计算机测量与控制, 2002, 10(8):557-560.
WU Yu-tian, WANG Rui-guang, ZHENG Xi-feng, et al. GSM Module TC35 and Its Application[J]. Computer Measurement & Control, 2002, 10(8):557-560.

[7] 马潮. 嵌入式 GSM 短信息接口的软硬件设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2003, (7):21-24.
MA Chao. The software and Hardware Design of Embedded Interface for GSM Short Message Service[J]. Microcontroller and Embedded System, 2003, (7): 21-24.

[8] 李从容. 利用 GSM 短消息实现远程监控[J]. 电子工程师, 2005, 31(4):34-25.
LI Cong-rong. Remote Monitoring with SMS[J].

Electronic Engineer, 2005, 31(4):34-35.

[9] 牛于朋. 基于单片机的高精度超声波测距电路[J]. 电子世界, 2005, (5):27-29.
NIU Yu-peng. High Precision Ultrasonic Ranging Circuit Based on SCM[J]. Electronics World, 2005, (5):27-29.

[10] 李爱莲, 解邵峰. 单片机在新型超声波位移传感器中的应用[J]. 电子产品世界, 2005, (6):77-79.
LI Ai-lian, XIE Shao-feng. Application of SCM in the New Ultrasonic Displacement Sensor[J]. Electronic Engineering & Product World, 2005, (6):77-79.

收稿日期: 2008-12-16; 修回日期: 2009-01-20

作者简介:

刘家军 (1967-), 男, 副教授, 硕士生导师, 主要研究领域为电力系统监控与故障检测;

缪俊 (1982-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统监控。E-mail:xiaowu-0909@163.com