

# 基于嵌入式 Modem 的漏电远程监测系统

全云海

(浙江科技学院 计算机与电子工程学系,浙江 杭州 310023)

**摘要:**在农村,由于线路绝缘老化、电气维修误操作或触电等造成的漏电事故时有发生,对于线路漏电发生的地点、故障时间、漏电流的大小缺乏有效准确的监测。通常,系统监测采用 RS-485 通信、现场总线技术等,铺设网络费用高,通信距离短,很难实现漏电远程监测。然而,利用嵌入式 Modem 通过电话网(PSTN)跟远方监测部门组成网络,不存在费用和距离的限制,能迅速找到故障线路的地点、故障的原因等,从而可以迅速排除漏电故障,保证电网的安全运行。

**关键词:**嵌入式 Modem; 电话网; 微控制器; EEPROM

**中图分类号:** TP368.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2004)01-0017-03

随着电力事业的迅猛发展,电力在农村中得到了广泛的应用。但由于线路绝缘老化、电气维修误操作或触电等造成的漏电事故也屡有发生,农忙时发生更频繁。有的漏电保护装置只是把发生触电、漏电的线路分断,以保人身的安全,而对于线路漏电发生的地点、故障时间、漏电流的大小缺乏监测,因此,对于故障的排除仍有困难,对于事故的原因也无从得知。为此,迫切需要开发一种漏电监测系统对线路的上述参数进行监测<sup>[1]</sup>。

农村地处偏僻,要跟远方的监测部位建立网络,若采用 RS-485 通信、现场总线技术等,则铺设网络费用高,通信距离短,很难实现;然而,利用 Modem 通过电话网(PSTN)跟远方监测部门组成网络,则不存在费用和距离的限制,而且采用有情况上报的机制,上报数据量少,Modem 传输速率不高的缺点也不成为问题,从而有很强的实用性。

基于上述情况开发的漏电监测系统,可以利用 Modem 通信技术把漏电线路的故障时间、漏电流的大小等参数上传到供电监测部门。由于系统对线路进行了编号,对于线路的实际地址进行了存储和分类管理,因此,能够迅速找到故障线路的地点、故障的原因等,从而可以迅速排除漏电故障,保证电网的安全运行<sup>[2]</sup>。

## 1 系统的组成

系统组成原理如图 1 所示。本系统由远端计算机监控中心、漏电监测单元、Modem 调制解调器三部分组成。

### 1.1 远端计算机监控中心

本部分属于上位机控制中心,安装在电网控制部门的监控计算机上。主要提供以下功能:①对整个系统所辖的线路采用 16 位编号,理论上可监测 216 个前端漏电监测单元,组成的网络覆盖范围广。而且扩充简单方便,只要

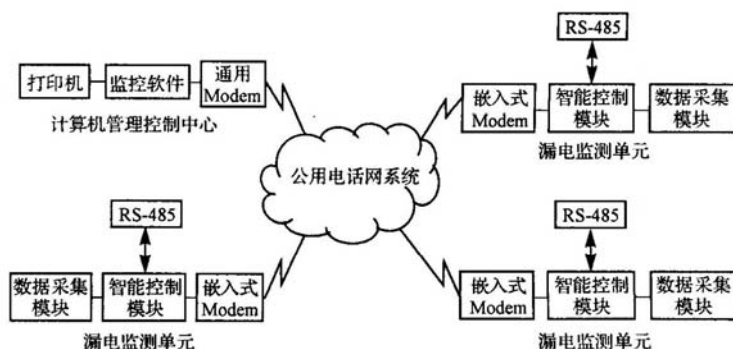


图 1 系统组成原理图

收稿日期: 2003-11-01

作者简介: 全云海(1976—),男,浙江宁波人,助理工程师,主要从事智能设备、嵌入式系统、数据通信和数据库开发与研究。

在需监测的线路接入漏电监测单元,并在控制中心添加线路的编号即可。②对于线路的位置分类管理。详细记录线路的位置,存储线路管理人的联系方式,从而便于快速查找故障的地点,及时通知相关人员排除故障。③设置各个电路的漏电流的限值。可以主动查询每一个线路的运行情况,自动接收、识别、记录前端线路上的上传报警信息数据<sup>[3]</sup>。④对所辖线路的漏电监测单元提供对时功能,使各个漏电单元具有统一的时间。⑤实行声光报警。对于 Modem 的响应振铃采用特殊的序列,使用户可以很容易区分正常的电话和线路故障。建立电子地图系统,录入线路的地理信息,故障发生时自动显示相应线路的地理信息,从而帮助控制中心的管理人员及时发现故障,并对故障线路迅速定位<sup>[4]</sup>。⑥负责整个系统的管理工作。对报警信息、恢复信息、测试信息等数据进行管理,用户可以通过操作界面进行查询,打印。

监控中心按照模块设计,分为通信模块和数据管理模块,其构成如图 2 所示。

## 1.2 漏电监测单元

智能控制模块与多路采集模块共同构成一个漏电监测单元,如图 3 所示。其中多路采集模块跟智能控制模块的 CPU 通过串行总线通信,完成漏电流限值的设定、漏电参数数据的集中。智能控制模块采用嵌入式 Modem,需要传输数据时通过微控制器的数据接口直接向相应的寄存器读写即可<sup>[1]</sup>。编程方便快捷,比传统的串行传输数据的 Modem 具有更强的抗干扰能力。本模块数据传输格式采用电力系统配电

自动化远方终端单元(RTU)中最常用的国际标准 IEC68070-5-101(101 规约)协议,并提供 RS-485 接口。现有的变电站自动化系统大多采用 485 网络,在靠近变电站的情况下,可通过跳线插针选择使用 485 通信接口,利用现成的变电站 485 网络跟远端监控中心通信<sup>[5]</sup>。随着技术的发展甚至可以纳入到采用 101 规约的变电站自动化系统中。本单元主要包括以下模块。

1.2.1 多路采集模块 本模块负责采集线路的漏电参数,设计有专用的母板插槽,可以根据用户的需要选择所需路数。通常六路插板组成一个采集模块,其中插板的模块如图 4 所示。调理单元对漏电信号进行放大、分档,转换成 A/D 转换器能够处理的信号,送入 A/D 器件进行转换,转换完的结果经过 CPU 拟合、修正后按照预定的算法跟设定的漏电流值进行比较,根据比较结果得出相应的开关量控制线路的保护动作,实现对线路的保护功能。

1.2.2 智能控制模块 该模块是多路采集模块和 Modem 的桥梁,也是本系统漏电监测单元的核心。如图 5 所示,它主要完成如下功能:①多路采集模块漏电流限值的设定。此功能也可由上位机实现,下位机再次设置此功能是为了监测单元模块灵活方便地根据具体情况随时设定线路漏电流的限值。②嵌入式 Modem 的初始化。要使 Modem 能正常工作,其内部的寄存器必须经过正确的初始化,智能控制模块在系统上电复位后立即对 Modem 进行初始化,以保证出现报警能及时上传数据。③故障线路的上传报警、本地报警。本地报警和上传报警共同保证了故障的及时发现和排除。④智能控制模块设置了人机接口模块,此模块提供故障线路参数的本地显示和故障查询等功能。⑤手动调整实时时钟单元的时间。实时时钟由监控中心统一对时,当时钟走时不准时,可以手动调整<sup>[2]</sup>。

本单元微控制器采用 ATMEL 公司的 89C52 芯片,其内部自带 8 K 字节的 EPROM,256 字节的 RAM,使系统不需要任何外扩展资源就可以满足要求。参数采用 I2C 接口的 AT24 系列 2 K 字节的 EEPROM,参数包括用户设置的基本信息和采集模块上报的漏电信息,基本信息在系统上电时自动调入。实时时钟采用

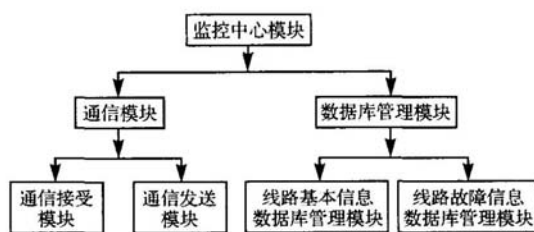


图 2 监控中心功能模块

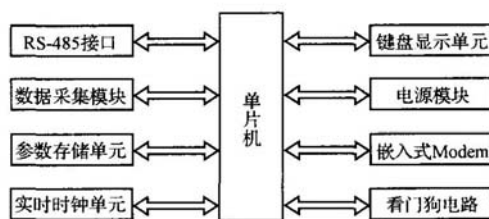


图 3 漏电监测单元模块图

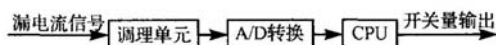


图 4 采集模块构成图

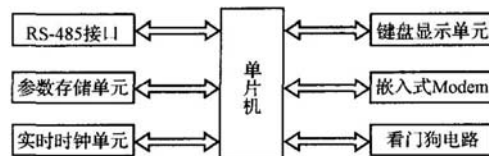


图 5 智能控制模块图

Philips 公司的 I2C 接口的时钟芯片 Pcf8563。该时钟芯片走时准确、极低功耗,保证系统提供精确时钟;看门狗采用 MAXIM 公司的 MAX813L,提供系统上电复位、电压监测和程序监视,保证了系统的可靠稳定工作<sup>[6]</sup>。

### 1.3 嵌入式 Modem

普通 Modem 通过电话网将监控中心计算机的控制命令下达给智能控制模块的 CPU,嵌入式 Modem 并将智能控制模块的报警数据上传给远端计算机控制中心,从而完成远程通信功能<sup>[7]</sup>。漏电监测单元的 Modem 采用天石公司开发的嵌入式 Modem 模块,该 Modem 具有 14.4~56 Kbps 的传输速率,支持 V32BIS、V.34、V.90 标准,支持 AT 命令集拨号/自动应答功能,具有普通 Modem 的大部分技术参数及功能,可方便地嵌入到微控制器设计中。而远端计算机控制中心的 Modem 采用通用的 Modem,价格便宜从而节省费用。

## 2 系统的工作模式

### 2.1 下位机故障上报工作模式

在正常的工作条件下,多路采集模块不间断地采集线路的漏电流情况,数据处理后跟存储在本机中的漏电流限值比较,如果超限则设置相应的标志位,并将本次漏电流值连同标志位一起存储在固定的地址单元中,同时控制相应的继电器动作保护本线路。智能控制模块的 CPU 按照一定的时间间隔,定时轮询线路漏电流采集模块的漏电流情况,如果监测到某一线路的漏电流超过限值,则记录漏电流发生的时刻和此时的漏电流值到 EEPROM 中,并通过 Modem 向监控中心上位机报告本次故障情况,当地亦可显示漏电流情况。如果没有检测到故障,则当地显示线路的正常漏电流情况,为当地维护人员提供参考。

### 2.2 监控中心定时查询下位机模式

系统正常工作后,如果线路没有发生故障,智能控制模块跟多路采集模块组合在一起构成漏电监测单元,其功能相当于一个多路的漏电流测试仪表,但不向监控中心上报任何数据。当故障发生时,向监控中心上报故障情况,这主要是为了避免网络拥挤的情况发生,并降低用户的网络费用。如果某一时刻同时有不同区域的几条线路发生漏电故障,故障线路多次上报仍然没有得到监控中心的响应,这时该故障线路不可能长时间重复报警,只能将故障数据存储到 EEPROM 中,并且当地显示报警(这种情况相当少)。这样上位监控中心的数据有可能错过一些线路的故障数据,因此,在监控中心的软件中设置了定时查询功能,监控软件按照一定的日期定时查询下位线路的情况,如果发现有未记录的漏电故障数据,则保存到数据库中,并启动报警功能,为分析线路的绝缘等参数提供帮助。

### 2.3 控制中心手动查询下位机模式

监控软件在设置定时自动查询功能的同时,也设置了手动查询功能,操作人员可以启动该功能查询线路的故障电流情况。查询时上传的数据跟已存储的数据比较,如果没有该数据则将其记录到数据库中,并提示操作人员线路有故障发生。

## 3 结束语

笔者研发的漏电监测系统实现了对线路漏电流参数的监测功能,不仅为分析排除漏电故障提供了方便,而且减少了线路损耗、节省了电力能源,同时可以替代线路中大量使用的漏电保护器,解决了现在的漏电保护器功能单一、保护值不可变的问题,可以在农村电网、小区供电系统中得到广泛应用。

### 参考文献:

- [1] 王福瑞. 微控制器测控系统设计大全[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [2] 迟岩,庄谐. 低压配电监控系统在智能住宅中的应用[J]. 工业控制计算机,2003,16(4):42-44.
- [3] 石东海. 微控制器数据通信技术从入门到精通[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [4] 熊志金,陈三宝. 基于嵌入式 Internet 的电力线在线监控系统设计[J]. 电子设计应用,2003,(9):49-51.
- [5] 何立明. I2C 总线应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [6] 李中华. 一种远程数据采集模块设计[J]. 计算机测量与控制,2003,5(11):368-370.
- [7] 黄军. DELPHI 串口通信编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.

(下转第 27 页)

(上接第 19 页)

## Electric leakage remote monitoring system based on embedded modem

QUAN Yun-hai

(1. Dept. of Computer and Electronics Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,  
Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** In the countryside, the electric leakage by insulation in the circuiting aging, the mistake of the electricity maintain or the electric shock always occur. There lacks a validity and accurate monitoring to the location, breakdown time and the size of the electric leakage. System monitoring with RS-485 communication and fieldbus, causes high expenses of the network building and short communication distance and hardly completes remote monitoring. This paper introduces a way using embedded modem through PSTN and monitoring section remote to constitute the network without restriction of expenses and the distance. The system can quickly find out the location and the reason of the breakdown circuit, thus can quickly exclude the electric leakage and guarantee the safe running of the electrified wire network.

**Key words:** embedded modem; PSTN; MCU; EEPROM