

基于 GPRS 无线通信的配变监测系统的设计与实现

李涛, 徐建政, 杜晓平

(山东大学电气工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 针对配变监测系统对数据传输可靠性和实时性的要求, 通过介绍一种基于移动 GPRS 无线通信的配电变压器监测系统, 提出基于 GPRS 网络的配变自动化通信解决方案。该方案利用 GPRS 的 Internet 接入功能, 实现数据的实时采集和传输。利用 GPRS 作为桥梁突破普通无线传输的瓶颈, 具有传输速率高, 数据吞吐量大等优点, 实践证明该系统可满足配电监测系统对数据传输可靠性和实时性的要求。

关键词: GPRS; 配变监测; 数据通信

中图分类号: TM421; TN92 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2004)24-0037-04

0 前言

配电变压器是将电能直接分配给低压用户的电力设备, 其运行数据是整个配电网基础数据的重要组成部分。随着我国配电自动化建设的广泛开展, 配电变压器监测系统的建设成为配电自动化系统的重要组成部分之一。

针对配电变压器监测的量多面广和实时性要求, 提出一种维护成本低、性价比较高的无线 GPRS 传输方式配变监测装置的设计方案。基于移动 GPRS 无线网络的实时配电变压器监控系统, 具有可靠性高, 实时性强, 传输速度快, 传输信息量大等特点。

1 基于 GPRS 技术的通信系统的实现

GPRS 是通用分组无线业务 (General Packet Radio Service) 的英文简称, 是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术, 提供端到端的、广域的无线 IP 连接。

1.1 GPRS 的特点和技术优势^[1]

1) GPRS 具有多种服务质量, 可灵活支持多种数据应用。数据速率最高可达 171.2 kbps。

2) GPRS 网络接入速度快。由于 GPRS 网本身就是一个分组型数据网, 支持 TCP/IP、X.25 协议, 可直接与分组数据网 (IP 网或 X.25 网) 互通。

3) GPRS 的计费更加合理, 用户使用更加方便。在 GPRS 网中, 用户只需与网络建立一次连接, 就可以保持实时在线, 并只在传输数据时才占用信道并被计费。

4) GPRS 用户可随意分布和移动自己的网络节点, 无须担心线路的维护或移机时导致的通讯中断。

1.2 基于 GPRS 通信的配变监测系统的实现

本文提出一种以 GPRS 无线网络和 Internet 为通

信通道的配变监测通信系统模型。在该系统中, 配变监测终端设备利用 GPRS 的 Internet 接入功能, 通过 GPRS 无线网络连接到 Internet, 与客户端前置机进行通信。配变监测 GPRS 无线通信有以下两种方式:

- 1) GPRS 终端设备通过 GPRS 网接入 Internet。
- 2) TTU 后台经 GPRS 终端模块与 GPRS 通信中心服务器建立虚拟连接。

由于 GPRS 网络与互联网都是基于 IP 协议的, 且互相连接的, 所以只要客户端可以通过任意方式上网, 配变监测数据就可以通过 GPRS 网络透明地传送到客户端^[4]。本系统采用了在 Internet 上设置一个服务器 (有固定网址) 作为通信中心, 通过 Internet 建立虚拟连接的技术, 负责中转客户端前置机与终端设备之间的通信, 模型如图 1 所示。

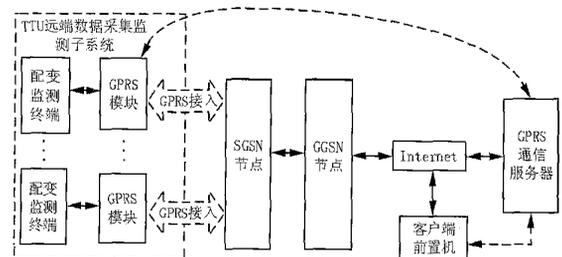


图 1 GPRS 通信系统模型

Fig. 1 Model of communication system based on GPRS

系统充分利用 GPRS 的实时连通特性, 加强了系统的实时性, 由于连接是虚拟的, 经过通讯中心时采用了独特的加密压缩算法, 减少了系统的通讯流量, 并且使得系统的安全可靠性得到了强有力的保障。

2 GPRS 技术在配变通信中的工作原理

系统由三部分组成: TTU 远端数据采集监测系统, GPRS 通信中心服务器和客户端前置机。

1) TTU 远端数据采集监测子系统由电能采集模块、单片机、GPRS 通信模块等组成,完成环境数据的采集、处理和传输。GPRS 模块以 GPRS 通信中心为传输通道,实现和远程前置机的实时通信。GPRS 模块上电后拥有了一个动态 IP 地址,主动向服务器发出连接申请,服务器为其建立一条 Socket 连接^[3]。

2) GPRS 通信中心作为 GPRS 模块终端和客户端前置机的服务器。GPRS 通信中心通过软件可以实现存储并转发 GPRS 模块终端和客户端前置机双方的数据;通信中心服务器的网络端设置专用防火墙,保证系统的数据安全;并具有通道检测功能,通信失败时断开当前连接,等待 GPRS 终端和客户端前置机重新申请连接。

3) 客户端前置机登陆 Internet,向 GPRS 服务器申请连接,服务器为客户端建立 Socket 连接。通过与 GPRS 服务器的 Socket 连接,前置机与终端设备进行实时通信,对远端发送的数据进行分析和处理,也可对配变监测终端设备下发参数和命令,由 TTU 完成相应动作。客户端功能由后台软件实现。

该系统的功能主要有实时监测配电变压器的运行参数,包括三相电压、三相电流、三相有功(无功)功率、功率因数、频率、有功(无功)电量等。以上数据可以通过曲线图或表格等形式表现出来,可以直观地了解配变的日负荷情况及相关的指标参数,并记入数据库供用户以后查询。同时当配电变压器出现故障时,如断相或三相不平衡,故障可以及时迅速地主动上发主站,由主站随时向用户提示报警。

3 配变监测系统硬件设计组成

TTU 远端数据采集监测子系统的硬件结构如图 2 所示。

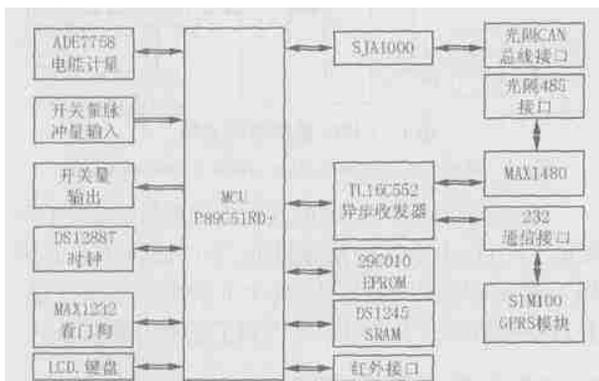


图 2 TTU 数据采集模块的硬件结构

Fig.2 Structure of TTU data acquisition module

配变监测系统中的 GPRS 模块采用 SIMCOM 公司

的无线数传模块 SIM100,结合单片机 P89C51RD+、通用异步收发器(UART-16C552)、看门狗定时器 MAX1232 以及外部存储器和开关电源等构成,通过 RS-485 接口连接电能表或集中器,通过 RS-232 口接入 SIM100。

3.1 CPU 监控单元

3.1.1 P89C51RD+

P89C51RD+ 是 PHILIPS 公司生产的一款具有 64 k 并行可编程的非易失性 FLASH 程序存储器并可实现对器件串行在系统编程 ISP 和在应用中编程 IAP 的芯片。该器件有 4 组 8 位 I/O 口,3 个 16 位定时/计数器,多中断源 4 中断优先级嵌套的中断结构,一个增强型 UART,片内振荡器及时序电路,新增的特性使得 P89C51RD+ 成为功能更强大的微控制器,更好的支持、应用于脉宽调制高速 I/O,递增/递减计数能力如电机控制等场合。

3.1.2 CPU 外部支持电路

CPU 的支持电路主要由存储器 EPROM 29C010、非易失存储器 SRAM DS1248、实时时钟、复位控制、“看门狗”电路 MAX1232 及 MOBI2006 液晶显示和 SJA1000 组成。

1) 看门狗及 DS12887 时钟

DS12887 是 DALLAS 公司生产的实时日历时钟芯片,其主要功能包括非易失性时日历时钟、报警器、百年历、可编程中断、方波发生器和 114 字节的非易失静态 RAM。可实现与 MPU 相同的 24 MHz 的时钟频率,从而保证 MPU 与外部电路的时序一致。

采用 MAXIM 公司的 MAX1232 芯片,监视电源电压和微处理器 MPU 的工作状态,结构简单,功能丰富,大大提高了系统的可靠性和准确度。

2) MOBI2006 液晶及 SJA1000

系统采用 MOBI2006 液晶显示,为 128 × 64 点阵图形液晶,可显示 8 行西文、数字字符或者 4 行汉字,实时显示电网有关参数,直观显示预置参数。

SJA1000 是 PHILIPS 公司生产的独立 CAN 通信控制器,配合光电隔离电路实现 CAN2.0 接口。

3.2 数据采集单元

包括模拟量和开关量采集电路两部分。模拟量采集模块可以是带 RS-232 或者 RS-485 通信口的多功能电子表,也可以是根据具体要求单独设计的模拟量采集电路。在系统中,选用功能齐全、性能优良的 ADE7758 采集模拟量,整体结构简单,可靠性高。另外还有 12 路开关量/脉冲量输入,所有的 12 路开关量/脉冲量输入均带有输入保护及光电隔离

电路。

ADE7758 是 ADI 最新一款高精度功能先进的数字电度表芯片,适用于三相三线和三相四线应用,它集成了六路二阶 ADC、数字积分器、参考电压电路、温度传感器以及所有功率、能量、有效值、功率因数以及频率测量的数字信号处理器 DSP 等电路,能对电压、电流有效值(RMS)计算,有功能量、无功能量等进行测量。

ADE7758 原理结构如图 3 所示。

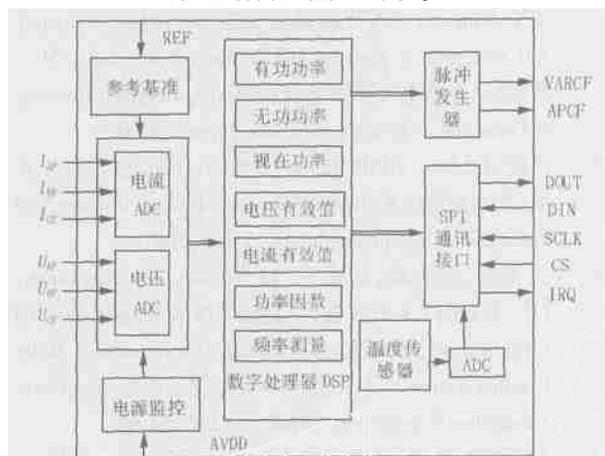


图 3 ADE7758 原理结构框图

Fig. 3 Structure of ADE7758 module

ADE7758 主要由以下几部分组成:

1) 模数转换及处理单元器

模数转换及处理单元器是 ADE7758 的最核心部分,它由模数转换(ADC)和数字信号处理器(DSP)以及电源监控模块,参考基准模块组成。

其中模数转换(ADC)主要对多路电压、电流进行模数转换及波形数据采集,其中模拟量输入为完全差动输入,最大输入电压为 0.5 V。

数字信号处理器(DSP)则对各路 ADC 采集的数据进行计算和分析,结合核心技术的模数转换器(ADC),得出各相的有功功率、无功功率、视在功率、有功能量以及无功能量,同时还能测量各相电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等参数,在 1000:1 的动态范围内误差小于 0.5%,确保数据的高精度。

电源监控模块功能是当模拟电源 AVDD 低于 4 V 时,ADE7758 停止工作并产生掉电中断通知 MCU,防止在上电下电过程中出现错误计量。

2) 与 SPI 兼容的串行接口

ADE7758 的输出接口位带 IRQ 的 SPI 口,共占用 MCU 的 5 个 I/O 口(包括 1 个中断输入口),方便与外部 MCU 之间进行计量参数以及校表参数的传

递,各相的有功功率、无功功率、以及电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等所有计量参数都可以通过使 SPI 串口中断引脚 IRQ 低电平,而通过 SPI 接口读出计量参数。

3) 温度监测及脉冲输出模块

温度监测模块每 4/CLKIN 测量 1 次温度,温度测量精度为 ± 3 ,监测到的温度变化可以通过 SPI 接口输出。

脉冲输出模块提供 2 路电能脉冲输出,APCF 路为有功电能输出,VARCF 路为无功/视在电能可选,而且输出频率可设置。

3.3 通信单元

TIU 中配置 RS-232 接口,完成 CPU 与 GPRS 无线模块的双向通信。通信单元主要包括 SIM100 及 16C552。SIM100 是 SIMCOM 公司的 GPRS 模块,它集成 GPRS 无线上网、GSM 语音通话和短消息等多种功能于一体,支持数据、语音、短消息和传真业务,主要为语音传输、短消息和数据业务提供无线接口。内置了 TCP/IP 协议栈的 IP 模块以提供 TCP/IP 协议转换,从而大大减轻了客户在使用单片机系统时,需要在 GPRS 上位系统中嵌入 TCP/IP 协议的繁琐工作,能快捷完成串行数据和 IP 数据包之间的格式转换。在 SIM100 中插入 SIM 卡,接上天线,就可以利用 GPRS 无线网络快速接入 Internet。

TL16C552 为双路串行接口芯片,是通用 TL16C550 异步通信组件 ACE 的双通道升级版,该器件扩展了两个通信口,一个带全部握手信号的串行通信口,可接任何 RS-232 异步通信设备,在本系统中 232 口接 SIM100 型 GPRS 模块,另外一个通过 MAX1480 实现光电隔离 485 接口。

4 系统功能及特点

4.1 系统主要功能

通过客户端后台配电监测管理系统软件,该系统可以实现如下功能:

1) 实时、自动记录配变的三相电流、电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率等参数数据,并进行运算、存贮。

2) 严格控制各种操作员的操作权限,确保系统数据的安全、准确。设定操作权限,如用户登录、抄收、档案管理,参数设定、修改等。

3) 进行数据分析,通过计算分析实时数据,计算线损、电压可靠性、供电可靠率,形成电流、电压、功率、电能量历史曲线及用电曲线等。

4) 事故报警功能,如断电、缺相、电流电压超限、三相不平衡等。记录停电及恢复时间,计算供电可靠率。

5) 打印抄收报表及各类分析图表。

4.2 系统特点

1) 稳定可靠

系统采用的是 SIMCOM 工业级模块 SIM100,性能稳定可靠。动态 IP 地址管理,自动设别终端设备,保证虚拟专用网络的连接和安全性。

同时电力部颁布的各种标准通信规约,均可利用 GPRS 无线信道,实现数据的实时可靠通信。

2) 高速传输^[1]

GPRS 网络的传输速度最快将达到 171.2 Kbps,目前可提供 20~40 Kbps 的稳定数据传输。

3) 实时数据传输

当 RS232 口接收到配变监测数据或接收到配变监测开关量变化时,通过 GPRS 将数据传送到中心服务器,或接收中心服务器发送的串口数据或开关量输出,实现对配变监测终端设备的控制。

4) 永远在线、按流量计费^[2]

GPRS 模块上电即自动拨号上网,一直在线,断线重拨连接;按照接收和发送数据包的数量来收取费用,没有数据流量传递时,不收费。

5) 应用前景广阔

该系统除了完成配变监测功能外,客户端可利用 GPRS 服务采集大量配变有功、无功等高实时性数据,并运用人工神经网络等理论方法,客户端在后台就可以实现短期负荷预测,无功优化等高级应用。

5 结束语

本文提出的系统解决方案,已在德州供电公司安装运行,效果良好。该 GPRS 配变监测系统适应电力系统中大数据量、实时性数据采集的要求。由

于 GPRS 通讯所固有的优势,使其在其他电力设备实时监控及自动抄表等方面也有很好的应用前景。

综合以上优势,随着移动通信技术的发展,2.5 代的 GPRS 移动数据通信网络将能够提供高速可靠的无线连接数据通信,实现无处不在 IP 通信,为电力系统的自动化提供了一个理想的解决方案。

参考文献:

- [1] 常大年,王静,果明实(CHANG Da-nian, WANG Jing, GUO Ming-shi). 现代移动通信技术与组织(Principle and Structure of Modern Mobile Communication) [M]. 北京:北京邮电大学出版社(Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press), 2000.
- [2] 吕捷(Lüjie). GPRS 技术(GPRS Technology) [M]. 北京:北京邮电大学出版社(Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press), 2001.
- [3] 栗玉霞,徐建政,刘爱兵(LI Yu-xia, XU Jian-zheng, LIU Ai-bing). GPRS 技术在自动抄表系统中的应用(Application of GPRS Technology in Automatic Meter Reading System) [J]. 电力自动化设备(Electric Power Automation Equipment), 2003, 23(23): 52-54.
- [4] 黄承安,张跃,于怀中(HUANG Cheng-an, ZHANG Yue, YU Hui-zhong). 基于 GPRS 的远程仪表监控系统(The Design of Remote Meter Control System Based on GPRS) [J]. 电测与仪表(Electrical Measurement & Instrumentation), 2003, 40(8): 42-45.

收稿日期: 2004-04-09; 修回日期: 2004-06-18

作者简介:

李涛(1977-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统自动化运行与控制;E-mail: litao04541@126.com

徐建政(1956-),男,教授,硕导,研究方向为电力系统自动化控制及计算机网络通信工程;

杜晓平(1978-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统配电网可靠性评估算法。

Design and application of GPRS technology in monitoring system of distribution transformer

LI Tao, XU Jian-zheng, DU Xiao-ping
(Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: Considering the requirement of data transmission reliability and realtime in distribution transformers, a system based on GPRS networks is put forward by taking a practical monitoring system for distribution transformer as an example. It utilizes the direct connection between GPRS network and Internet to realize data acquisition and transmission by setting a server in Internet, which takes charge of the communication transfer between the master station and the terminal units. This new system, which is characterized by higher speed and greater data in put/output, well satisfies the demands for reliability and realtime of the data communication.

Key words: GPRS; monitoring system of distribution transformer; data communication