

基于 GPRS 配电网自动化通信系统终端的设计与工程实现

刘 锋,潘永湘,毛芳仁

(西安理工大学 自动化与信息工程学院,陕西 西安 710048)

摘要: 针对配电网自动化通信系统对数据传输可靠性和实时性等要求,指出无线通信以其方便、快捷和廉价的优势可弥补传统配电网自动化系统通信方式的不足。提出一种基于通用分组无线业务 GPRS(General Packed Radio Service)的配电网自动化通信系统设计方案。在简要介绍配电网系统整体结构、工作原理、主要特点的基础上,详细论述系统的核心部分——GPRS 数据通信模块的设计与工程实现。设计的系统已投入电表集抄的实际应用中;实践表明具有实时性强、传输速率快、数据吞吐量大、可靠等特点。

关键词: 配电网自动化; 数据采集; GPRS; TCP/IP

中图分类号: TM 73;TN 92

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)01-0054-04

配电网自动化是对配电网上的设备进行远方实时监视、协调与控制的一个集成系统。配电网通信系统是配电网自动化系统^[1]的关键之一,无线通信以其方便、快捷和廉价的优势,弥补了有线通信的不足;尤其是覆盖全国的通用分组无线业务 GPRS(General Packed Radio Service)网络已成为一种可持续利用和开发的资源。本文提出一种利用 GPRS 业务实现配电网无线数据传输的通信系统解决方案。

在该系统中,通信设备利用单片机控制 GPRS 调制解调器模块实现 GPRS 数据接入,通过在单片机系统中嵌入相应的 TCP/IP 协议,实现与远端数据采集中心的实时通信。该系统与调幅广播、调频辅助通信业务、无线寻呼、短消息等无线数据通信系统相比,具有实时性强、传输数据量大、通信数据可靠稳定等优点,可用于配电网自动化通信、无线智能抄表、信息传输、工业监控、远程遥测等诸多领域。

1 配电网通信系统整体结构

配电网通信系统整体结构如图 1 所示。

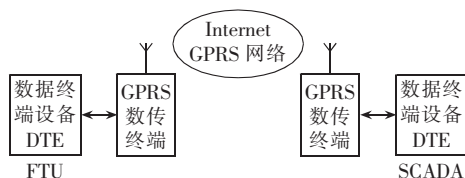


图 1 配电网通信系统整体结构图

Fig.1 The overall structure of distribution network communication system

图中,配电网数据终端设备 DTE(Data Terminal Equipment)通过 RS-232 串口或其他标准接口连接到 GPRS 数据终端,将数据打成 IP 包,再通过 GPRS

空中接口接入到 GPRS 网或 Internet,最后通过 GPRS 数据传输终端到达系统数据监控中心。本文仅从配电网自动化、工业控制等应用角度,对该系统的核心部件,即 GPRS 数据传输终端模块进行详细的设计与工程实现。GPRS 数据传输终端模块结构见图 2。



图 2 GPRS 数据传输终端模块结构图

Fig.2 GPRS data transmission module structure chart

图中,AT89C52 通过 RS-232 串口,完成对 CMS 91 模块的初始化和基于 GPRS 业务的数据收发功能,并采用 TL16C 750 芯片实现数据串/并转换,然后扩展 MAX 232 标准串口与数据传输终端设备实现数据交换。

2 GPRS 系统主要特点

GPRS 是第二代移动通信系统 GSM(Global System for Mobile communications)向第三代移动通信(3G)的过渡技术。它在原有的电路交换 CSD(Circuit Switching Drive)方式的 GSM 网络上增加了一些基于分组应用的接口,为移动用户提供无线分组数据网接入服务,面向用户提供移动分组的 IP 或 X.25 连接。GPRS 采用与 GSM 同样的无线调制标准、频段、突发结构、跳频规则。因此,在 GSM 系统的基础上构建 GPRS 系统时,GSM 系统中的绝大部分部件都不需要作硬件改动,只需作软件升级。GPRS 允许用户在端到端分组转移模式下发送和接收数据,而不需要利用电路交换模式的网络资源。从而提供了一种高效、低成本的无线分组数据业务。与 GSM 数

据通信相比,GPRS 有 5 点特性。

- a. 采用分组交换技术, 高效传输高速或低速数据和信令,优化了对网络资源和无线资源的利用。
- b. 采用了与 GSM 不同的信道编码方案,定义了 CS-1,CS-2,CS-3 和 CS-4 四种编码方案,支持中、高速率数据传输,可提供 9.05 ~ 171.2 kbit/s 的数据传输速率。
- c. GPRS 网络接入速度快,提供了与现有数据网的无缝连接。
- d. GPRS 支持基于标准数据通信协议的应用,可以和 IP 网、X.25 网互联互通。支持特定的点到点和点到多点服务,以实现某些特殊应用如远程信息处理。GPRS 也允许短消息业务(SMS)经 GPRS 无线信道传输。
- e. GPRS 引入 2 个新的网络节点:一个是 GPRS 服务支持节点 SGSN(Service GPRS Support Node),它和移动交换中心 MSC(Mobile Switching Center)在同一等级水平,并跟踪单个移动台 MS(Mobile Station)的存储单元,实现安全功能和接入控制。另一个是 GPRS 网关支持节点 GGSN(Gateway GPRS Support Node),GGSN 支持与外部分组交换网的互通,并经由基于 IP 的 GPRS 骨干网和 SGSN 连通。有关 GPRS 规约的详细资料请参阅文献[2,3]。

3 GPRS 数据通信模块设计与工程实现

3.1 TCP/IP 实现 GPRS 到 Internet 的无线接入

TCP/IP 协议定义了网络层和传输层的公众规程特性,用以提供网络和运行不同操作系统的各类计算机之间相互通信。在该模块的设计中,需要利用 TCP/IP 协议完成 GPRS 业务数据的装帧和拆帧。由于单片机资源有限,必须对 TCP/IP 协议进行合理地简化,借鉴数据端为 PC 的网络通信开放式系统互联 OSI(Open System Interconnection)的 7 层标准,针对本系统数据端为单片机,简化后的分层模型及协议如表 1 所示。

表 1 简化后的 TCP/IP 协议结构

Tab.1 The simplified structure of TCP/IP protocol

层 名	协 议
应用层(Application)	HTTP
传输层(Transport)	TCP
网络层(Internet)	IP,ARP,RARP,IGMP
数据链路层(Network)	PPP

表中各层有如下功能。

应用层负责处理特定的应用程序细节;在本系统中只实现最基本的 HTTP 协议。

传输层为主机上的应用程序提供端到端的通信,采用 TCP 传输控制协议。

网络层为每 1 次链接具体分配 1 个 IP 地址,用 ARP/RARP 协议完成 IP 地址与物理地址的映射,用 IGMP 协议判断网络是否连通。

数据链路层采用 IP Over PPP 实现数据终端的接入,由单片机控制 CMS 91 模块,采用点对点协议 PPP(Point-to-Point Protocol)实现,PPP 协议又分为以下 3 个子协议:

- a. 链路控制子协议 LCP(Link Control Protocol),用以设定、测试并建立数据链路;
- b. 口令验证协议 PAP (Password Authentication Protocol),保证用户的用户名和密码被 GPRS 网关正确认证;
- c. 网络控制子协议 NCP(Network Control Protocol),采用了 IP 控制协议 IPCP。

3.2 CMS 91 模块选用

CMS91 模块是 CELLON 公司生产的 GSM/GPRS 调制解调器,它能提供 9 线的 RS-232 接口。由于市场上多数射频模块只能提供串口 Modem 接口,拨号及网络协议需要用户编程实现,这对基于单片机的电子产品的开发产生很大困难。而 CMS 91 射频模块能完整实现 PPP 协议。采用此模块,用户容易通过串口实现与 Internet 通信。

3.3 系统设计及其工程实现

系统硬件组成框图如图 3 所示。

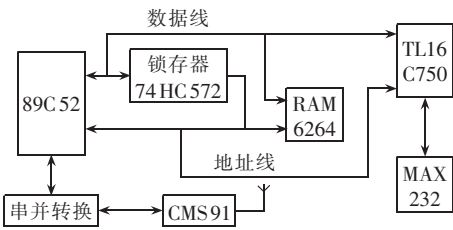


图 3 系统硬件结构图

Fig.3 The system hardware structure

在该系统中,其核心部分为 GPRS 数据通信系统,它的部分电路原理如图 4 所示,其工作流程如图 5 所示。当单片机上电复位后,首先对 TL16C750 初始化,完成与外接模块的协商处理,如确定波特率、是否有奇偶校验等;然后通过 89C52 的 P3 口对 CMS 91 模块初始化,如检查用户标识模块 SIM (Subscriber Identity Module)卡有无接通、GPRS 是否覆盖整个网络等;最后对 TL16C750 实现中断扫描监控,一旦发现有数据,就启动数据处理过程;若没有,系统则进入节电模式(即待机状态)。在数据处理过程中,若检测到的系统信号太弱,或者不是 GPRS 网络覆盖区,将进行不同的处理。数据流通过 RS-232 进入系统,通过 MAX 232 电平转换,将电平由 9 V(CMS 91 需 9 V 供电)转换为 5 V(89C 52 电源),由输出引脚将数据流传出,再进入串并转换芯片 TL16C 750,此时的数据流为串口形式。当 TL16C 750 接收到数据满 1 个字节后就要传出,否则数据将会丢失。TL16C 750 要通过中断 INT 给单片机 1 个信号,表示单片机可读取该数据。当 TL16C 750 给出 1 个高电平中断、由引脚 INT 输出时,通过反相

Fig.4 Partial hardware circuitry of GPRS data communication system

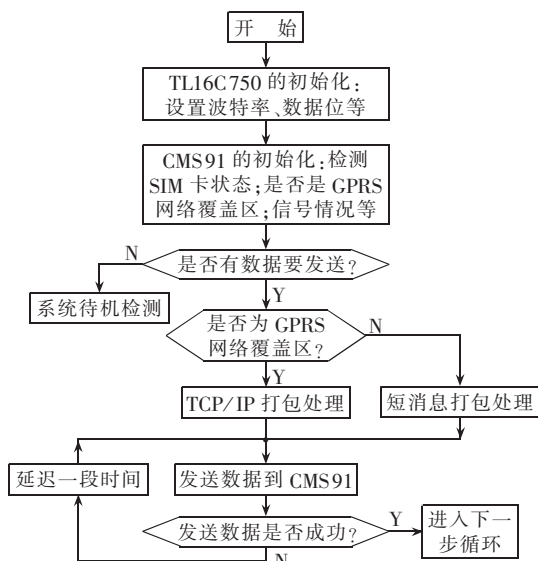


Fig.5 The working flowchart of GPRS communication system

至反相器 74LS 04,再由 CS 80 引脚传出 1 个低电平信号,选中数据暂存器(RAM 6264)工作,从而将数据通过 D0~D7 引脚暂存其中,等待单片机调用。

系统内部电源电路原理图,如图 6 所示。图中,其输入电压为 9~30V,输出电压为 5V,可满足单片机的供电要求。

系统软件部分的源代码,限于篇幅节录如下:

/接收数据子程序部分源代码/

• • • • •

```
void recheck();
```

```
void receiv(uchar *r2) / 接收子程序 /
```

{

```
uchar r1 ;
```

```
uint r3;
```

do{

```
while( RI==0 );
```

```

r1=SBUF;

```

$$\text{RI}=0;$$

```

}while(r1!=0x7E); //接收数据头/

```

```
*r2++ = r1;
```

do

```
{
while(RI==0); //接收数据区/
```

```

r1 = SBUF;

```

$$\text{RI}=0;$$

```
if(r1==0x7D)
```

{

```
while(RI==0):
```

器 74LS04 从引脚 INT0 得到 1 个低电平中断,并通过单片机的 INT0 引脚传给单片机。此时,单片机通过引脚 CS8 发出 1 个高电平信号,由反相器 74LS04 的 CS8 引脚输入,再由 CS80 引脚输出 1 个高电平信号,通过 TL16C750 的 CS80 引脚选中 TL16C750 工作;同时,单片机收到中断信号后,先传出 1 个地址,锁存至 74HC573 的 A0~A7 引脚,TL16C750 得到地址锁存信号后,就将数据流以并口形式从 D0~D7 引脚输出,再由单片机的 D0~D7 引脚输入。在此过程中,因为有大量的数据传入,需要通过引脚 CS8 传

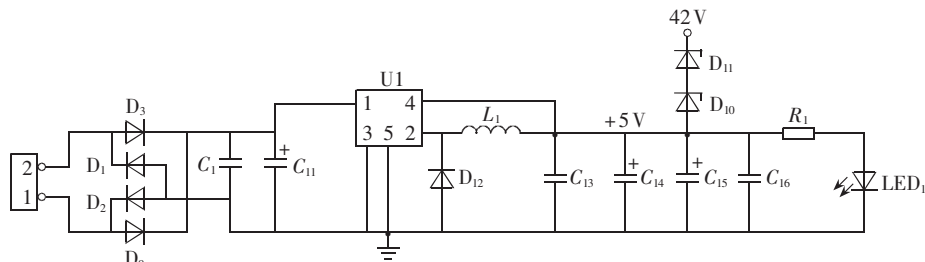


图 6 系统内部电源电路图
Fig.6 The circuitry of internal power supply

```
r1=SBUF;
RI=0;
r1=r1-0x20;
*r2++=r1;
}
else
{
    *r2++=r1;
}
}while(r1!= 0x7E);/接收数据尾/
*r2=0x7E;
}
...
```

3.4 GPRS 与各类数据传输结果分析

在传统的有线电话拨号模式下,系统规模较小,而且存在长途问题,因此系统一般仅限于本地模式 (LOCAL),若要使用该类系统,则必须在当地建立数据接收处理中心,而且还要有专人进行维护;文献[6]用 GSM 短信服务 SMS 模式进行配电网数据传输,但由于 SMS 模式可传输的数据量很少(一般不超过 140 bit/s),延时又大,在节假日等特殊时段,容易产生拥塞,因而无法保障信息的可靠性和及时性;该模式虽然不存在漫游收费问题,但是延时严重,只适合于较小的数据中心应用。而在 GPRS 模式下,数据通过 GPRS 网或 Internet 网传输,延时短、可靠性高、系统容量大,可以应用于较大的数据中心。

4 结论及应用前景

如上所述,配电网系统中有大量的柱上检测终端、变压器检测等设备,它们需要将采集的数据传送到配电网中心,配电网自动化则需要将实时监测的数据传送到控制中心,虽然配网设备数量巨大、布局分散,但传送的数据量却不大,一般 300 bit/s 或更低的通信速率就能满足配电自动化的大部分功能。若采用传统的电力载波、光纤、微波扩频、电话专线等通信方式,在经济性和可扩充性上均不能完全适应配电网自动化的上述特点。

实验结果与实际应用表明,基于 GPRS 的配电网自动化系统在通信速率、成本等方面均能较好地满足电力系统配电网自动化通信系统的实际要求。

该系统不仅可用于配电网自动化的数据通信和电力设备实时监控,在远程无线抄表等方面也有很好的应用前景。本系统已投入电表集抄的实际使用中。使用表明,该系统比现有的短消息数据采集系统[6]实时性强、传输速度快、数据吞吐量大、通信实时、可靠。由于现在 GSM 网的覆盖几乎遍及全国,因此,利用现成的 GPRS 无线网络构建的配电网自动化系统,不仅能实现系统通信,还因为无需再新建基站和重复布线而大大节约成本,因而具有较好的推广应用价值。

参考文献:

[1] 刘 健,倪建立,邓永辉. 配电自动化系统[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
LIU Jian,NI Jian-li,DENG Yong-hui. Distribution automation system [M]. Beijing:China Water Resources and Hydroelectrical Press,2003.
[2] 钟章队. GPRS 通用分组无线业务[M]. 北京:人民邮电出版社,2001.
ZHONG Zhang-dui.GPRS—Gengeral packed radio service [M]. Beijing:People's Posts & Telecommunication Press, 2001.
[3] 文志成. 通用分组无线业务——GPRS[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
WEN Zhi-cheng. General packed radio service — GPRS[M]. Beijing:Electronic Industry Press,2004.
[4] 李惠宇,罗小莉,于盛林. 一种基于 GPRS 的配电自动化系统方案[J]. 电力系统自动化,2003,27(24):63-65,77.
LI Hui-yu,LUO Xiao-li,YU Sheng-lin. A GPRS based distribution automation system[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(24):63-65,77.
[5] 李 涛,徐建政. 基于 GPRS 无线技术的配电变压器监测系统[J]. 电测与仪表,2004,41(6):55-57.
LI Tao,XU Jian-zheng. Application of GPRS technology in monitoring system of distribution transformer [J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2004,41(6): 55-57.
[6] 张春强,修小云. 配电监测系统的短消息模块应用[J]. 华东电力,2004,32(4):32-34.
ZHANG Chun-qiang,XIU Xiao-yun. Application of SMS modular in distribution monitoring system [J]. East China Electric Power,2004,32(4):32-34.

- [7] 孙 晨. 对 GPRS 在电力系统应用的分析 [J]. 电力系统通信, 2003, (11): 38-41.

SUN Chen. Application analysis of GPRS in electric power system [J]. **Telecommunications for Electric Power System**, 2003, (11): 38-41.

- [8] 毛洋林, 陈 枫, 潘志浩. 用 MSC-51 单片机实现基于 GPRS 的 Internet 接入[J]. 微计算机信息, 2004, 20(3): 92-93. MAO Yang-lin, CHEN Feng, PAN Zhi-hao. Realizing the wireless access of Internet by GPRS using MSC-51 micro-chip[J]. **Micro Computer Information**, 2004, 20(3): 92-93.



刘 锋

作者简介:

刘 锋(1981-), 男, 陕西榆林人, 硕士研究生, 研究方向为电力系统故障诊断、配电自动化(E-mail: liu827feng@sina.com);

潘永湘(1946-), 男, 江苏扬州人, 教授, 从事系统建模、优化与控制、故障诊断的研究;

毛芳仁(1973-), 男, 甘肃平凉人, 硕士研究生, 研究方向为电力电子技术。

Design and implementation of communication system terminal based on GPRS technology for distribution network automation

LIU Feng, PAN Yong-xiang, MAO Fang-ren

(Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: According to the requirements of distribution network automation communication system for reliability and real-time performance, the wireless communication, which is convenient, rapid and low-cost, can make up for the shortages of traditional communication mode of distribution network automation system. A new distribution network automation communication system based on GPRS (General Packed Radio Service) is presented. Its structure, operational principle and main features are introduced briefly and the design and implementation of GPRS data communication module, which is the core of the system, are detailed. The proposed system has been put into operation in an automatic meter reading system. Experiments show that the system is characterized by its real-time performance, high speed, great data throughput, high reliability and so on.

Key words: distribution network automation; data acquisition; GPRS; TCP/IP