

# 基于 DSP 和 GR 47 无线模块的配电 变压器监控终端设计

夏晓玲, 郑琼华, 沈显明  
(上海理工大学 光电学院, 上海 200093)

**摘要:** 设计了基于 DSP 芯片 TMS320LF 2407A 和 GR 47 无线模块的配电变压器远程监控终端, 该终端以 DSP 芯片为控制器, 以通用无线分组业务(GPRS)无线网络和 Internet 网络为通道, 实现远程数据传输, 以执行配电网运行参数与状态监控。通过对配电变压器监控通信中常用方式的比较, 选择 GR 47 无线模块进行终端通信, 同时, 设计了该模块与 TMS320LF 2407A 间的硬件接口电路, 给出了软件设计方案。该终端具有强大的数据采集和处理功能, 集电量测量、谐波分析、无功补偿等功能为一体。实验结果表明, 该监控终端通信可靠、实时性好。

**关键词:** 配电变压器; 监控终端; GR47; TMS320LF 2407A

**中图分类号:** TM 734; TP 393      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1006-6047(2007)01-0101-03

## 0 引言

配电变压器(简称配变), 是配电网中将电能直接分配给低压用户的电力设备, 是低压(10 kV)配电网与用户 380/220V 配电网的分界点, 其运行数据是整个配电网基础数据的重要组成部分, 因此对其运行参数与状态进行监控是必要的。随着通信技术和网络技术的不断发展, 特别是无线通信技术的快速发展, 使得配电网的监控问题有了新的契机。

本文设计了以 TMS320LF 2407A 型号 DSP 为控制器的配电变压器远程监控终端, 该终端以通用分组无线业务 GPRS(General Packet Radio Service)无线网络和 Internet 网络为通道, 实现远程数据传输, 并介绍了最终确定的 GR 47 无线模块的特点、功能以及与 TMS 320LF2407A 的接口设计。

## 1 监控终端的结构与通信方式

本配变监控终端采用基于 DSP 的智能控制器, 监控终端安装在电网现场, 采用高精度数字采样处理技术及谐波测量技术, 集数据采集、显示、存储、通信等多功能于一体, 并实现了无功功率自动补偿, 可广泛应用于配电自动化系统的监控。本监控装置硬件框图如图 1 所示。

### 1.1 TMS320LF 2407A 概述

TMS320LF 2407A 型号 DSP 是一款定点 DSP 控制器<sup>[1]</sup>, 具有较高的数据处理能力。其采用高性能静态 CMOS 技术, 使供电电压降为 3.3 V, 减小了控制器的功耗; 指令执行速度提高到 40 MIPS, 使得指令周期缩短到 25 ns, 具有较强的实时控制能力; 内部有 32 K × 16 bit 的可加密的 Flash EEPROM; 有 2

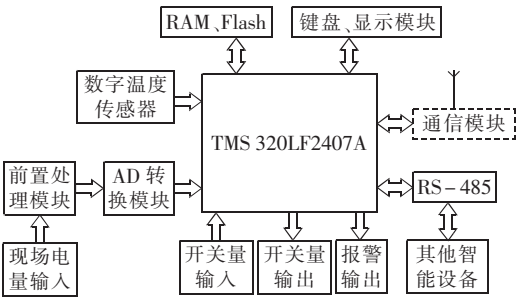


图 1 配变监控终端硬件系统框图

Fig.1 The block diagram of distribution transformer monitoring terminal

个事件管理器模块 EVA 和 EVB; 还拥有串行通信接口(SCI)模块、16 位的串行外设(SPI)接口模块、控制器局域网(CAN)2.0B 模块等。

### 1.2 监控终端通信方式的选择

配变监控的通信中常用的有电话方式、无线电台方式、全球移动通信系统(GSM)短信方式以及 GPRS 方式; 电话方式具有简单、投资少、使用方便、传输率高的优点, 但是传输距离受限制、拨号持续时间长、运营费较高<sup>[2]</sup>; 无线电台方式通信距离远、安装方便、通信效率高, 但却易受干扰、保密性较差、初期一次性投资大、需申请频点; GSM 短信方式<sup>[3]</sup>可实现主动上报、安装方便, 缺点是按条收费、运营费用较高、在短信中心服务器繁忙时无法保障信息的可靠及时性; GPRS 是在现有的 GSM 网络上发展起来的一种新型分组数据传输技术<sup>[4]</sup>, 与 GSM 相比, 其频率利用率高、数据传输速率高、用户永远在线、接入速度快, 且按量计费。

通过上面对几种通信方式的比较, 可以看出: 在配变远程监控系统中, 考虑到配变分布范围广、布局分散、无相应的有线网络, 本文采用成本相对低, 网络覆盖范围广、数据传输可靠性高的 GPRS 通信是最适

宜的方法,其能满足可靠性、经济实用性、可维护性、可扩展性、实时性等一系列配变远程监控终端通信系统的原则<sup>[5]</sup>。本终端通过 GPRS 网络的通信方式如图 2 所示<sup>[6-7]</sup>。



图 2 基于 GPRS 网络的终端通信方式

Fig.2 The communication manner of terminal based on GPRS

## 2 监控终端与 GR47 的接口设计

本文采用的 GPRS 模块是新一代无线模块 GR 47<sup>[8]</sup>,其相对于以前出现的 GPRS 模块(如 WAVE COM、TC 35、MC 35)而言,最大的优点是内嵌 TCP/IP 协议栈,可直接使用相应的 AT 指令进行开发工作。GR 47 是带有 GSM/GPRS 全套语音和数据功能的无线模块,通过 SMS、CSD、HSCSD 或是 GPRS 进行数据收发,内部有嵌入式控制器,内嵌 TCP/IP 协议栈。GR 47 主要分为 2 部分:GSM 模块和嵌入式控制器。共有 60 个引脚,通过一个 ZIF 连接器引出。这 60 个引脚可以划分为 8 类:即电源、UART、SIM 卡、音频接口、5 路 ADC/1 路 DAC、IO/KEYROW、I<sup>2</sup>C 和控制接口。其中有 3 个 UART 接口:UART1 是主要的异步串行通信接口,通过外部的微控制器发送 AT 命令,可与 GR 47 进行通信,还可以配置各 I/O 口,比如 ADC/DAC;UART 2 可作为软件下载和调试接口,另外可应用于 GPS;UART 3 是应用嵌入式控制器的串行接口。

### 2.1 硬件设计

电路原理图如图 3 所示。

#### 2.1.1 电源接口

GR 47 模块正常工作电压为 3.6 V,并且在发射数据瞬间电流较大,所以本文采用具有高电源抑制比、输出电流为 1.5 A、低压差线性调整电源芯片

TPS 78601<sup>[9]</sup>;TPS 78601 输出电压公式: $U_{out}=U_{ref}\times(1+R_1/R_2)$ ,其中  $U_{ref}=1.224\ 6\ V$ , $R_1=57.9\ k\Omega$ , $R_2=30.1\ k\Omega$ ,从而得到  $U_{out}=3.6\ V$ 。为提高输出电压稳定性,在 FB 和 OUT 之间加一补偿电容  $C_1=(3\times 10^{-7})\times(R_1+R_2)\div R_1R_2=15\ (pF)$ 。

#### 2.1.2 SIM 卡接口

SIM 卡的供电电压由 GR 47 的 SIMVCC 脚提供;需要注意的是:SIM 卡座到 GR 47 的连线长度不超过 30 cm;若 GR 47 只用来数据传送而无语音功能,可使用全球通数据 SIM 卡;天线的匹配电阻值为 50  $\Omega$ ,最好使用接收效果好的扁平天线,使用时不要靠近大的金属物体。

#### 2.1.3 串口接口

GR 47 的 UART1 信号电平(2.7 V)与 TMS320LF 2407 A 引脚电平(3.3 V)不匹配,如需 GR 47 与 TMS320LF 2407 A 进行串口通信,实现无线模块的 2.7 V 电平与 DSP 的 3.3 V 电平转换,可采用双向逻辑电平转换芯片 MAX 3372E<sup>[10]</sup>,如图 3 所示,这样就实现 3.3 V 的 RXD、TXD 与 2.7 V 的 RDE、TDE 的逻辑电平转换;其中,3.3 V 经过二极管降压可得到 2.7 V。

### 2.2 GR 47 软件调试

#### 2.2.1 初始化 GPRS

插入 SIM 卡,接好天线,上电后,给启动脚 ON/OFF 一个 1~2 s 的低电平,启动 GR 47。启动后 LED 信号指示灯亮,数秒后指示灯转为闪亮,表示 GR 47 已连上 GPRS 网络。如果想停止 GR 47 工作,给启动脚 ON/OFF 一个约 2~3 s 的低电平。

#### 2.2.2 连接上位机

当模块找到 GPRS 网络后,即进入命令模式。此时,DTR 和 DCD 都为高电平。演示与上位机的通信:上位机要有能连上因特网的固定 IP(如服务器 IP: 202.122.145.132,端口:65)地址,打开其超级终端,选择 TCP/IP(winsock)协议,等待 GR 47 的呼叫。TMS320LF 2407A 通过串口发送 AT commands 给 GR 47,连接上位机<sup>[11]</sup>:

a. AT+CGDCONT=1,“IP”,“CMNET”

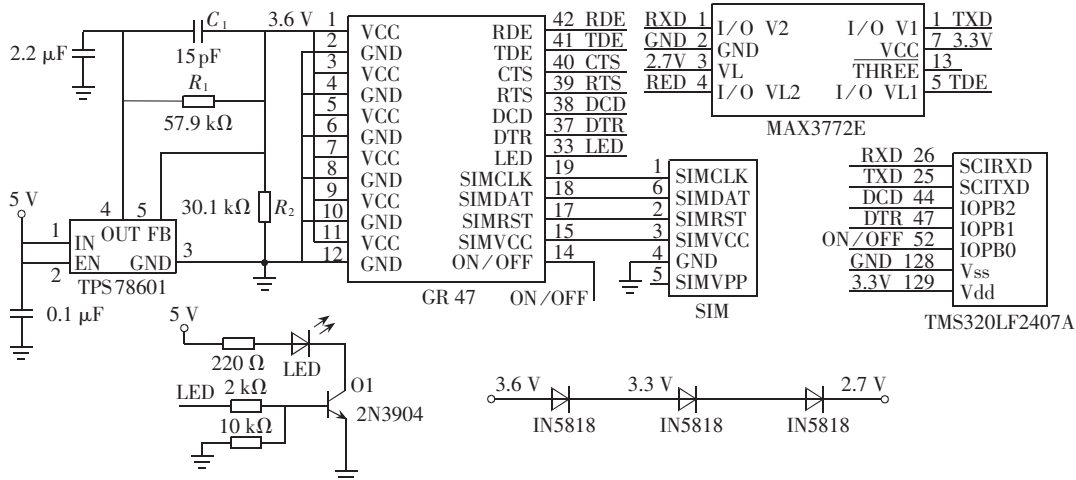


图 3 GR 47 与 DSP 的接口原理图

Fig.3 The interfacing between GR47 and DSP

说明:初始化网络会话,在模块上建立一个资料账号,接到中国移动 GPRS 网络。

返回:OK。

b. AT+E2IPA=1,1

说明:激活当前会话上的 IP 连接。

返回:OK。

c. AT+E2IPI=0

说明:查看 IP 状态,E2IPI 是分配给模块的动态 IP。

d. AT+E2IPO=1,“202.122.145.132”,65

说明:建立与上位机的 TCP 连接,202.122.145.132 为服务器端 IP 地址。

返回:CONNECT 表明建立连接成功。

建立连接之后,GR 47 进入数据模式,配变监控终端就可发送和接收数据了。检查 DCD 的状态,若是低电平,则 IP 在线,若是高电平,则未连接到服务器。若要使模块的通信由数据模式返回到命令模式,只需使 RS-232 接口中 DTR 电平置低,等待 GR47 返回 OK 后,GR 47 就进入命令模式,在此状态下可以通过发送“AT+E2IPA=0,1”,关闭 SOCKET 连接。

### 3 结语

本文通过分析配变监控通信常用的几种通信方式,并从硬件和软件 2 方面设计和实现了基于 DSP 和 GR 47 无线模块的配变监控终端,该终端实现了对 GR 47 模块的控制及 GPRS 业务的数据传输功能,且具备实时性强、传输速度快、数据吞吐量大、通信可靠等优点,不仅能实现系统远程监控,还可以大大节约成本,具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 刘和平,严利平,张学锋,等. TMS 320LF 240x DSP 结构、原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 徐魁,蒋瑞瀛. 基于 GSM/GPRS 通信的抄表系统[J]. 电力系统自动化,2004,28(17):94-96.

XU Kui,JIANG Yu-ying. The automatic meter and reading system based on GSM/GPRS communication[J]. Automation of

Electric Power Systems,2004,28(17):94-96.

- [3] 郭上华,刘保玉,王焕文,等. GPRS 网络在配电自动化中的应用[J]. 继电器,2005,33(8):56-60.
- GUO Shang-hua,LIU Bao-yu,WANG Huan-wen,et al. Application of GPRS network to power distribution automation system[J]. Relay,2005,33(8):56-60.
- [4] 全茜,郑雪峰. 基于 GPRS 的电力线路监控系统[J]. 计算机与现代化,2005(7):84-86.
- QUAN Qian,ZHENG Xue-feng. Design of power line monitoring system based on GPRS technology[J]. Computer and Modernization,2005(7):84-86.
- [5] 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.
- [6] 雷海滨,易本顺. 基于 GPRS 的电力变压器负荷监控系统设计与实现[J]. 仪表技术与传感器,2005(4):30-32.
- LEI Hai-bang,YI Ben-shun. Design and implementation of GPRS based on load supervisory and data acquisition system for power transformer[J]. Instrument Technique and Sensor,2005(4):30-32.
- [7] 何志明,孙晓松,傅先凤. GPRS 调制解调器的设计及其在电力系统中的应用[J]. 现代科学仪器,2004(2):33-36.
- HE Zhi-ming,SUN Xiao-song,FU Xian-feng. The design and application of GPRS modem in power system[J]. Modern Scientific Instruments,2004(2):33-36.
- [8] Sony Ericsson. GR47/48 Technical Description[EB/OL].[2006-01-02]. [http://www.usstinfo.com/document/index.asp?cate=doc\\_class&class\\_ID=13&class\\_name=GPRS](http://www.usstinfo.com/document/index.asp?cate=doc_class&class_ID=13&class_name=GPRS).
- [9] Texas Instruments. Ultralow-noise,high PSRR,fast RF 1.5 A low-dropout linear regulators[EB/OL].[2006-01-02]. <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tps78601.html>.
- [10] Maxim.  $\pm 15$  kV ESD-protected,1  $\mu$ A,16 Mbps,dual/quad low-voltage level translators in UCSP[EB/OL].[2006-01-02]. <http://www.maxim-ic.com/parts.cfm/p/MAX3372E>.
- [11] Sony Ericsson. GR47/GR48 AT commands manual[EB/OL].[2006-01-02]. [http://www.usstinfo.com/document/index.asp?cate=doc\\_class&class\\_ID=13&class\\_name=GPRS](http://www.usstinfo.com/document/index.asp?cate=doc_class&class_ID=13&class_name=GPRS).

(责任编辑:康鲁豫)

### 作者简介:

夏晓玲(1980-),女,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为检测技术与自动化装置(E-mail:brightly77@163.com)。

## Design of distribution transformer monitoring terminal based on DSP and GR 47 wireless module

XIA Xiao-ling,ZHENG Qiong-hua,SHEN Yu-ming

(University of Shanghai for Science and Technology,Shanghai 200093,China)

**Abstract:** Distribution transformer remote monitoring terminal based on DSP TMS320LF 2407A and wireless module GR 47 is designed,which takes DSP as controller and GPRS(General Packet Radio Service)wireless network and Internet as communication channel to transmit teledata for remote monitoring of distribution network operational parameters and states. Several communication manners in distribution transformer remote monitoring are compared and GR 47 wireless module is selected for communication. Hardware circuit is designed to connect GR 47 with TMS320LF 2407A,and the commissioning procedures are described. The terminal has powerful functions of data acquisition and processing,including measurement,harmonic analysis and reactive power compensation and so on. Experimental results show that the terminal has reliable communication and better real-time performance.

**Key words:** distribution transform; monitoring terminal; GR 47; TMS320LF 2407A