

文章编号:1672-6197(2007)03-0084-04

# 基于MSP430单片机的 配变远程监测终端的设计

高志强, 李业德

(山东理工大学 计算机科学与技术学院, 山东 淄博 255049)

**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,介绍了一种基于MSP430单片机和GPRS通信网络的配电变压器监测终端的设计方法.该终端能监测三相电压、电流、功率和功率因数等参数,并通过GPRS网络将各参数远程传输至配电监控中心供参考.该终端具有传输速率快、可靠性高、实时性好等特点,能满足配电监测系统对参数采集的需求.

**关键词:** 配变监测; MSP430单片机; 无线数据传输; GPRS

**中图分类号:** TM421

**文献标识码:** A

## Design of remote monitoring terminal for distribution transformer based on MSP430 MCU

GAO Zhi-qiang, LI Ye-de

(School of Computer Science and Technology, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

**Abstract:** Considering the requirement of data transmission reliability and real time in distribution transformers, the monitoring terminal of distribution transformer based on MSP430 MCU and GPRS network is introduced. This monitoring terminal can monitor three-phase voltage, current, power, and power factor simultaneously, and also can realize parameter remote transmission to the center through GPRS network. The terminal has characteristics of the high-speed transmission, the good dependability, and the real time characteristic, which can satisfy the data transmission requirement of the monitoring system of distribution transformer.

**Key words:** monitoring system of distribution transformer; MSP430 MCU; wireless data communication; GPRS

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设备,是低压(10kV)配电网与用户 380/220V 配电网的分界点.配变运行数据是整个配电网的基础数据,它的安全运行是保

证配电网安全运行和高质量供电的基础.配变监测系统通过对配电变压器的各种运行数据的采集、处理、分析,实现远程抄表、电能质量监测、设备运行监测、用电异常报警、负荷预测管理、故障

收稿日期:2006-09-20

作者简介:高志强(1981-),男,硕士研究生.

诊断等功能,是电力配电自动化系统中的重要组成部分。

针对配电变压器监测的量多、面广和实时性要求,本文提出了一种利用无线 GPRS 传输方式的配电变压器监测终端的设计方案,该监测终端具有传输速率快、可靠性高、实时性好等特点。

## 1 配电远程监测系统结构

完整的配电监测系统由现场配变参数监测终端、GPRS 通信网络和配电监控中心 3 大部分组成,结构如图 1 所示。

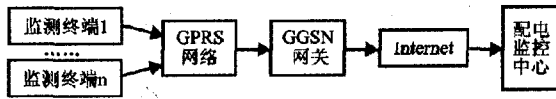


图 1 配电监测系统示意图

配变监测终端安装在变压器现场,采集变压器二次侧的电气参数和一些开关量,通过 GPRS 通信模块定时上传采集信息到配电监控中心,当变压器三相电力参数出现异常立即向中心上传报警信息。

GPRS(General Packet Radio Service)是在现有 GSM 网络上开通的一种新型分组数据传输技术。它可充分利用现有 GSM 网络,使运营商在 GSM 业务范围上开展更多的移动分组数据业务,具有持续性、实时性特点,适用于间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输,也适用于偶尔的大数据量传输。GPRS 是按照用户接收和发送数据包的数量来收取费用,即按流量收费,所以 GPRS 特别适合于远程监控、远程计数等小流量高频率传输的数据业务,正如在本例中配电监测数据的传输。

监控中心可以借助 ADSL 专线等方式经由互联网进入 GPRS 网络与现场配变监测装置进行远程通信。监控中心软件同时为用户提供一个可视化的界面,让用户直观、快捷、方便地了解各个配电变压器的运行状况。<sup>[1]</sup>

## 2 终端主要硬件设计

配电监测终端以 MSP430 系列单片机 MSP430F149 为核心,采用交流同步采样方式,集电参量采集、通讯控制于一体,适用于交流 380V, 50Hz 三相四线低压配电系统。监测终端功能框图如图 2 所示。

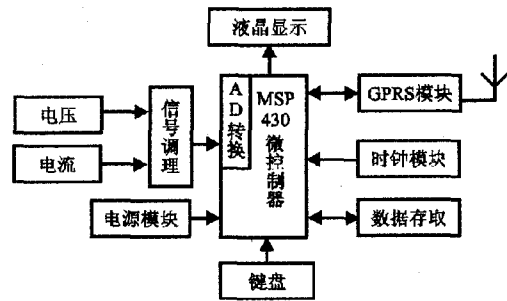


图 2 监测终端功能框图

### 2.1 模拟量输入模块

#### 2.1.1 MSP430 系列单片机

MSP430 系列单片机是 TI 公司新推出的一种超低功耗的混合信号控制器。430 系列单片机同时具有以下几个特点:

低电压、超低功耗:在 1.8~3.6V 电压、1MHz 的时钟条件下运行,耗电电流(在 0.1~400 $\mu$ A 之间)因不同的工作模式而不同。

系统工作稳定:上电复位后,首先有 DCO-CLK 启动 CPU,以保证程序从正确的位置开始执行,保证振荡器有足够的起振及稳定时间。如晶体振荡器在用作 MCLK 时发生故障,DCO 会自动启动,以保证正常工作。

丰富的片内外设:内部集成较丰富的片内外设,如看门狗、定时器、比较器、液晶驱动器、串口等。<sup>[2]</sup>

根据系统应用特点,本设计选用该系列中的 MSP430F149 芯片。它包括 60 kB 的 FLASH ROM 和 2 kB 的 RAM,两个 16 位定时器,一个内部比较器和两个通用同步/异步的串行通讯接口,48 个可独立控制的 I/O 口,内含 12 位 A/D 转换器 ADC12,其内置采样保持电路,有 8 个内部模拟输入通道,每个通道可独立选择内外参考电压源,片内有 16 组采样寄存器,其中一个 16 位寄存器存放转换结果,一个 8 位寄存器存放采样通道号、参考电压选择及序列标志。用户可以预先设置好通道顺序及参数,并用序列标志指明序列的结束位置,可大大减少采样控制软件的设计。

#### 2.1.2 电参数的采集及调理

采用精密电压和电流互感器将电网中的交流高电压和大电流变换成交流小信号。电压的采集选用电压互感器,输出为 5V 的交流电压,经过分压电路得到一个幅值约为 1.25V 的交流电压。电流的采集选用变比为 2500/1 电流互感器,即如果输入是 5A 的交流电流可输出为 2mA 的交流

电流,该电流通过一个适当大小的电阻同样可得到一个幅值约 1.25V 的交流电压. MSP430 单片机 ADC12 参考电压选用 2.5V 内部参考电压,因 ADC12 为单极性不能识别负电压,所以需要对输入的交流信号进行极性转换,将双极性信号变换成单极性信号<sup>[3]</sup>. 图 3 为极性转换电路.

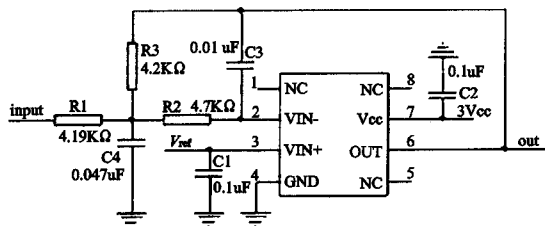


图 3 极性转换电路示意图

在极性转换电路中, out 为输出信号. 输出信号是在输入信号 input 上叠加一个直流分量  $V_{ref}$ , 可通过调节图中的  $V_{ref}$  大小改变直流分量的值. 如使  $V_{ref}$  调节为 1.25V 的直流分量, 并且此时输入信号为幅值为 1.25V 的交流正弦信号, 那么输出信号就为最大值为 2.5V 最小值为 0V 的单极性正弦信号, 这样就可满足 430 内部 ADC12 转换所需要的单极性电压.

在电网中, 由于各种非线性用电设备的存在, 会出现大量的谐波信号, 因此在模拟量 AD 转换之前还需加入滤波电路, 对一些高次谐波进行低通滤波以降低它们对 A/D 转换时的影响. 在此采用带反馈的二阶有源低通滤波电路, 在其正向输入端有 2 个 RC 低通滤波器, 滤波效果比一阶滤波要好, 能明显的提高系统抗干扰能力, 低通滤波电路如图 4 所示.

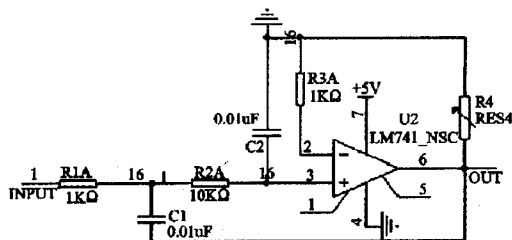


图 4 滤波电路示意图

经滤波之后的电压、电流信号分别送入 MSP430F149 内置的 12 位模数转换器 ADC12 进行转换, 采用软件配置采样通道, 确定采样序列并保存采样结果.

## 2.2 数据存储模块

为保存大量的配变数据和掉电后重要数据不

丢失, 更好的了解电网的运行状况, 因此需要一个大容量、接口方式简单的存储器, AT45DB021 是一个不错的选择. AT45DB021 是 ATMEL 公司推出的一款低电压、低功耗 FLASH 存储芯片, 容量为 4M, 掉电可保持数据. 该器件具有 SPI 串行接口, 可方便的与单片机和微机通讯. AT45DB021 存储区共分 2048 页, 每页 264 字节. AT45DB021 采用 SPI 传输方式, SCK 为时钟信号输入, SI 数据输入, SO 数据输出, CS 为使能选通信号. AT45DB021 的读写操作十分方便, 因此与 430 单片机的接口也比较简单, 只需要上述 SCK, SI, SO, CS, 4 根线即可. 图 5 为 AT45DB021 与 MSP430F149 硬件连线图.

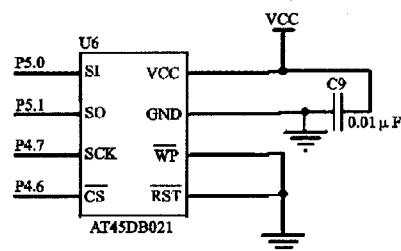


图 5 AT45DB021 与 MSP430F149 硬件连线图

## 2.3 液晶显示模块

OCMJ5 \* 10B 中文液晶是一种 160 x 80 点阵的中文图文液晶图形显示器模块, 该模块内部含有 GB2312 16x16 点阵国标一级简体汉字和 ASCII 及 8x16 点阵英文字库. 它用作一般的点阵图形显示器, 也可以实现汉字, ASCII 码、点阵图形和变化曲线的同屏显示. OCMJ5 \* 10B 中文模块所有的设置初始化工作都是在上电时自动完成的, 实现“即插即用”; 同时, 保留了一条专用的复位线供用户选择使用, 可对工作中的模块进行软件或硬件强制复位. 规划整齐的 10 个用户接口命令代码, 非常容易记忆. 接口协议为请求/应答 (REQ/BUSY) 握手方式, 简单可靠. 单片机模块采用间接控制方式或 REQ/BUSY 握手方式, 省略了传统模块接口方式的片选、读写控制、指令/数据选择、使能控制等控制线, 从而使硬件接口及软件时序变得十分的简单<sup>[4]</sup>. 单片机利用一个八向总线发送器/接收器 74HC245 作总线驱动, 可用 P0—P6 任意一个端口作为液晶显示器的数据收发端. 本设计中用 P1 口作为传输端口. 另外使用 P3.0 和 P3.1 分别作为 BUSY 和 REQ 握手信号线, 具体接口电路如图 6 所示.

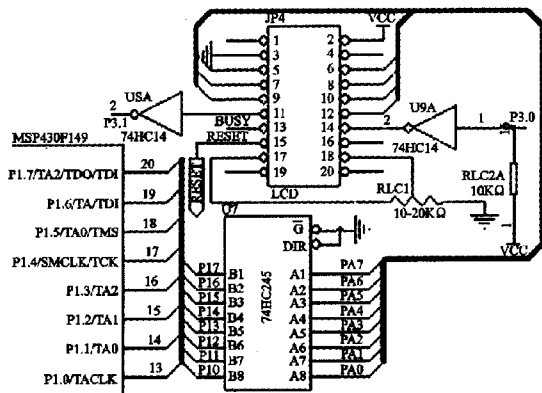


图 6 MSP430F149 与 OCMJ5 \* 10B 的硬件连接示意图

### 2.4 无线通讯模块

无线通讯模块采用索尼爱立信公司生产的 GR47 模块,可以快速安全可靠地实现系统方案中的数据传、语音传、短信息服务,可工作在 900MHz 和 1 800MHz 两个频段,并且可以自动识别和切换. GR47 最大的优点是内嵌 TCP/IP 协议栈,用户在开发应用时不必再开发 TCP/IP 协议栈软件,最大程度缩短开发周期.

GR47 模块体积很小,易于集成到便携式手持终端中,可以直接使用相应 AT 指令进行开发工作. GR47 外部有 3 个串口,其中串口 1 用作指令通道或程序下载用,串口 2 主要用于调试程序,串口 3 为通用 232 口,可以连接其他外部设备,另外还有  $\text{I}^2\text{C}$ 、SPI 总线和 8 根 I/O 线<sup>[5]</sup>. MSP430F149 微处理器通过异步串行通信接口与 GR47 相连,并通过 AT 命令对该模块进行控制和数据传输. GR47 供电电压为 3.6V,最大工作电流平均值为 600mA,最大值为 2A,在设计外部电源模块的时要考虑在电源输入端设置大电容来提供大的峰值电流.

## 3 软件设计

软件采用模块化程序设计,包括多个子任务:初始化模块、数据存储模块、键盘处理模块、液晶显示模块、GPRS 无线通信模块、电参量采集模块等,如图 7 所示.

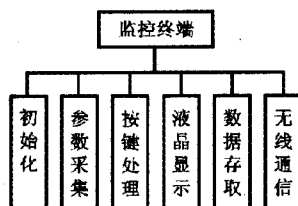


图 7 软件模块框图

1)初始化模块:由初始化子程序完成,包括 MSP430 所用外围模块包括定时器、串口波特率、端口完成初始,还包括时钟芯片、液晶显示、GPRS 等初始化.

2)参数采集模块:利用采集到的电压和电流瞬时数据计算相关的电力参数,包括电压电流有效值、三相有功功率、三相无功功率、功率因数等.

3)按键处理:用以支持用户的各种功能操作,比如显示参量的切换,以及系统参数的设置等.

4)液晶显示模块:显示完成的功能是将电力参数直观的显示出来.

5)数据存取模块:一方面是对数据采集模块计算后得到的数据进行统计处理并保存;另一方面是为通讯模块提供必要的数据.每次采集过程结束后,将得到的实时数据作为统计函数的数据依据,统计数据主要包括极值、越限记录、停电记录、系统运行状态等.

6)无线通信模块:包括 GR47 模块的开机和初始化、通信链路的建立、数据发送程序、数据接收程序等.数据接收采用中断接收,数据的发送在主程序中采用查询方式进行.

## 4 结束语

本文提出的该配变远程监控终端适应于配电系统中大数据量、实时性数据采集的要求.由于 GPRS 通信所固有的优势,使其在远程实时监控及自动抄表等方面也有很好的应用前景.

### 参考文献:

- [1] 李业德,李业刚,张景元.基于 GPRS 技术的远程配变监测系统设计[J].微计算机信息,2006,22(6-2):45-48.
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M].北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 秦 龙. MSP430 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲[M].电子工业出版社,2006.
- [4] B 系列(改进型)中文液晶显示模块使用说明书[Z].广东肇庆金鹏电子有限公司,2003.
- [5] GR47/GR48 Design Guidelines[Z]. Sony Ericsson Mobile Communications, 2003.