

# 基于 PLC 的遥测系统研究

于鹏<sup>1</sup>, 梁秀敏<sup>2</sup>

(1. 唐山冀东水泥股份有限公司, 河北 唐山 063031;  
2. 北京普源精电科技有限公司 研发部, 北京 102206)

**摘要:** 介绍了一种基于 PLC (电力线通信) 的传感器信号遥测系统, 系统硬件主要由 16 位 AD7715 模数转换电路、51 单片机内核、RISE3401 电力线通信芯片组成。软件以 MCS-51 汇编语言编制, 并给出了软件设计的流程图。

**关键词:** 传感器; 电力线通信; RISE3401

中图分类号: TM73

文献标识码: A

## Study of telemetering system based on PLC

YU Peng<sup>1</sup>, LIANG Xiu Min<sup>2</sup>

(1. Tangshan Jidong Cement Co., Ltd, Tangshan 063031, China;  
2. R&D Department of Rigol Technologies Inc., Beijing 102206, China)

**Abstract:** The paper introduces a telemetering system of the sensor signals by power lines carrier communication. The hardwares on the system is made up by AD7715, 51 single chip micyoco and RISE3401 power line communication modem, and the software on the system is compiled by MCS-51 assembly language, with giving the flow chart.

**Key words:** sensor; power line communication; RISE3401

在现代生产过程的检测和控制中, 传感器信号的采集是最普遍最重要的项目之一。在一些数据采集系统中, 测量现场环境恶劣, 计算机主控系统与测量装置和传感器相距甚远。传统的数据采集方法是采用长距离的电缆系统或通过无线电传输。采用无线数据传输方式组建测控网络, 会占用无线电频率资源, 而红外线的传输方式, 不能穿越墙体, 无法实现各个设备终端的互联和全部设备的集中测控。如采用电力线通信技术 PLC (Power Line Communication) 把电力线作为测控通信的物理平台, 采用信息流和能源流共用技术即可解决采用其他方法存在的问题。

随着半导体传感器技术和通信技术的发展, 使得以电力线通信的方式实现了低成本、高精度、高可靠性的传感器数据采集, 使远程传输成为可能。本文将着重介绍基于电力线通信技术而设计的传感器信号传输系统。在本系统中, 模数转换单元采用新型 16 位模数转换芯片 AD7715, 单片机采用 51 单片机内核, 电力线通信采用 RISE3401 电力载波芯

片。由于采用了电力线通信技术, 传感器信号的传输无需重新布线而是使用现成的电力线, 降低了系统实现的成本和复杂性。

### 1 系统结构设计

基于电力线通信技术的传感器信号遥测系统结构框图如图 1 所示。传感器采集信号经过 A/D 转换将模拟信号转换为数字信号, 对转换后的信号采用 BPSK 调制技术进行调制, 调制后经过载波发送电路把信号耦合到低压电力线网络, 经过低压电网传输到指定接收端, 再通过解调、信号耦合电路, 载波接收电路把信号分离出来。

### 2 硬件设计

整个系统主要由传感器数据采集单元、单片机主控单元和电力线通信发送、接收电路三部分组成。

#### 2.1 传感器数据采集单元

数据采集单元主要由传感器和 A/D 转换组成, 一般来讲, 传感器输出的信号都是模拟信号, 若想利用电力线对传感器的信号进行传输, 则必须对

# 技术与方法

Technique and Method

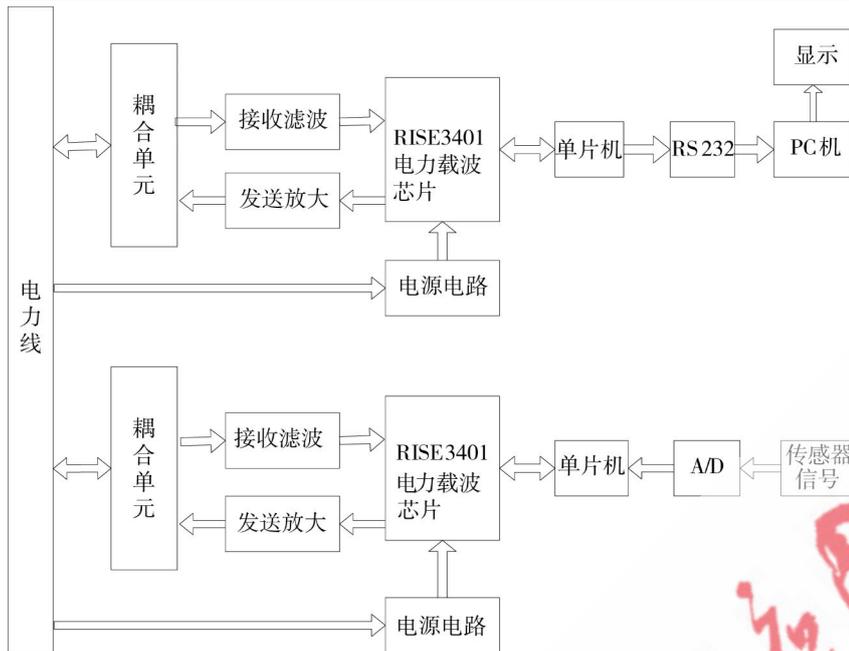


图1 系统结构框图

传感器输出信号进行模数转换,然后经过电力线载波芯片进行调制,再耦合到电力线上进行传输。AD7715 是美国 ADI 公司生产的 16 位模数转换器,它具有 0.0015% 的非线性、片内可编程增益放大器、差动输入、三线串行接口、缓冲输入、输出更新速度可编程等特点。AD7715 以其优良的性能价格比和较高的分辨率,在小信号的采样中得到很好的应用<sup>[1]</sup>。

AD7715 可以方便地同具有 SPI(串行外围接口)接口的单片机和微处理器配合使用。在我国使用最普遍的是 MCS-51 系列单片机,本文选用

STC89C516RD+单片机。图 2 为模数转换电路图。图中 AD7715 的 1 管脚接 MCU 的 P1.1 管脚;AD7715 的 14 管脚 DIN 为写到片内输入移位寄存器串行数据的串行输入端,接 MCU 的 P1.2 管脚;AD7715 的 13 管脚 DOUT 为从片内输出移位寄存器中读出串行数据的串行输出端,接 MCU 的 P1.3 管脚;AD7715 的 12 管脚 DRDY 为逻辑输出端,接 MCU 的 P1.4 管脚,当 DRDY 为低电平时表明来自 AD7715 数据寄存器新的输出字是有效的,当完成全部 16 位的读操作时,此引脚变成高电平;片选信号直接接地,图中 AD780 是 2.5V 的基准电压。

采样时,要先写通信寄存器,然后再写设定寄存器,接着查询 DRDY 信号,DRDY 信号变低后可写入读数据寄存器命令,如果这时 DRDY 仍为低电平,可以将本次采样的 16 位结果分两次读出,每次 8 位。当采用 60 Hz 或 60 Hz 以下的更新速度进行采样时,AD7715 对 50 Hz 的工频有抑制作用,采样的效果很好,但当更新速度大于 60Hz 时,采出码将出现波动,效果变差,这时可以在读数据时采用滑动平均值数字滤波,使效果得以改善,即加入所谓的后置滤波器。AD7715 内置的程控放大器有 1、2、32、128 四种增益选择,正常单端情况下,2.5 V 以下的信号选择放大倍数为 1,1.25 V 以下的信号选择放大

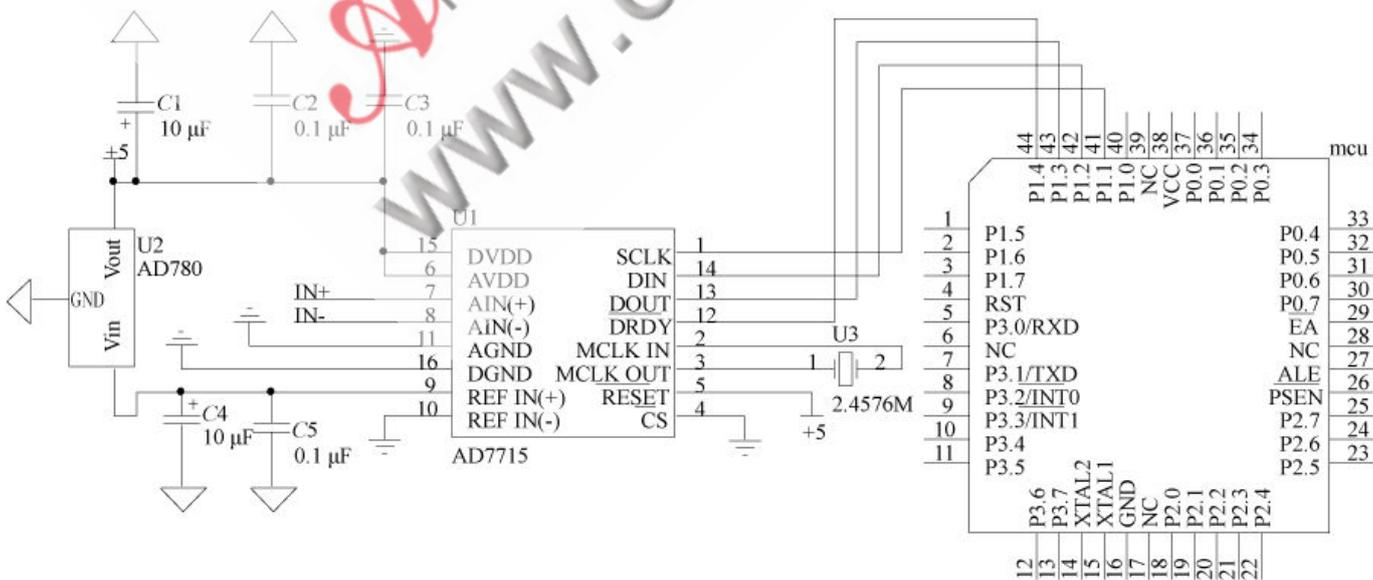


图2 模数转换电路图

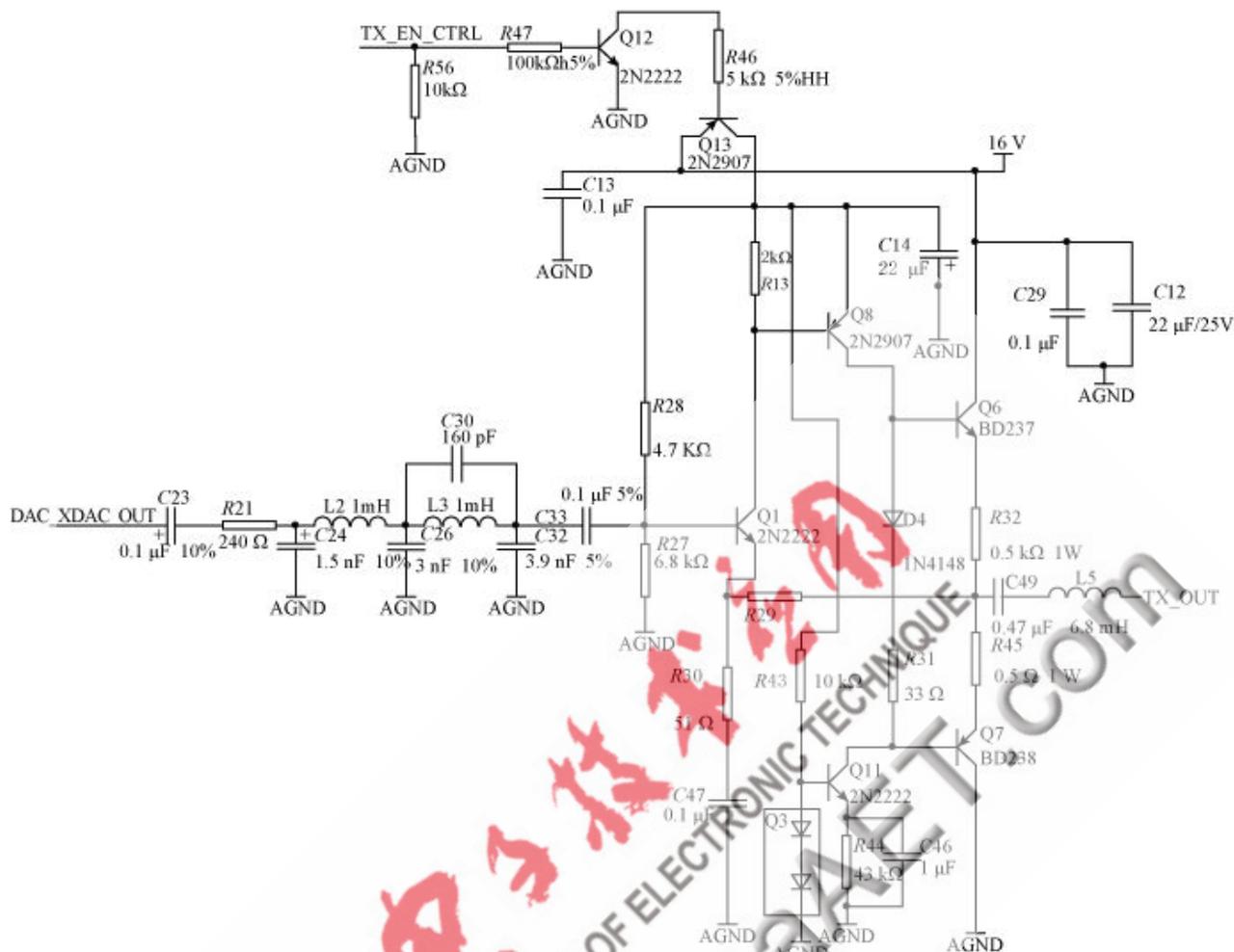


图3 载波发送电路

倍数为 2, 78mV 以下的小信号选择放大倍数为 32, 19mV 以下的小信号选择放大倍数为 128。本系统传输的是小信号, 选择了放大倍数为 128。

## 2.2 单片机主控单元

在控制单元电路里, 用单片机实现对传感器信号的采集和对电力线载波数据发送功能的控制, 它使整个传感器数据采集系统成为一个智能化的有机整体。单片机采用 STC89C516RD+, 它是 STC 公司推出的一款性价比很高的单片机。

## 2.3 载波发送、接收部分

### 2.3.1 载波发送电路

载波发送电路如图 3 所示, 载波发送电路中, 载波模块工作电平为 TX\_16V, 载波发送信号控制寄存器由 STC89C516RD+ 配置, USR\_DAC 芯片引脚输出电平约为 1.34 V<sub>pp</sub>, 经后续放大电路后, TX\_OUT 输出电平在空载情况下有 15 V<sub>pp</sub> 输出; 增加负载至 12 Ω 时, 输出电平达到 12 V<sub>pp</sub> 左右; 实际输出信号大小根据负载的不同而有所差异。载波信号经过放大电路后, 通过耦合

电路直接被发送到电力线上。图 3 中网络标号 TX\_EN\_CTRL、DAC\_XDAC\_OUT 分别与 RISE3401 引脚 14 和引脚 25 连接, TX\_OUT 为耦合电路入口。TX\_EN\_CTRL 为发送控制引脚: “1” 打开外围的载波发送电路控制; “0” 关掉外围的载波发送电路控制; 该引脚输出控制功能由 RISE3401 内部硬件完成, MCU 不需要做任何操作; RISE3401 要发送载波信号时需使用外围的载波发送电路, 使 RISE3401 经放大的载波信号通过耦合电路入口 TX\_OUT 发送到电力线上。

### 2.3.2 载波接收电路

载波接收电路如图 4 所示。载波接收电路中, 载波信号经过耦合电路从电力线上分离出来, 从 TX\_OUT 进入, 通过三阶带通 (BPF) 滤波器和衰减控制电路进入 RISE3401 的 21 引脚接口, 该引脚是载波接收信号输入端。

### 2.3.3 耦合电路

耦合电路如图 5 所示。交流电的输入端并有一压敏电阻, 用于保护后面的电路<sup>[2]</sup>。在 L 线串有一个 0.22

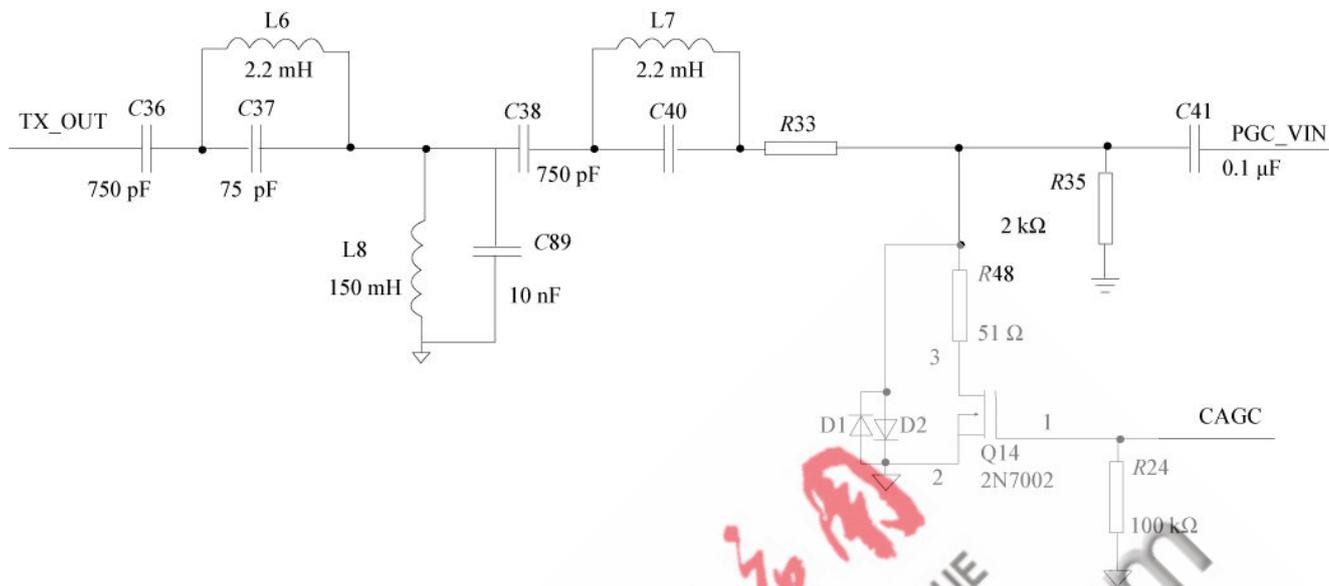


图4 载波接收电路



图5 耦合电路

$\mu\text{F}/275\text{ V}$  聚酯电容, 用来隔离 50Hz 交流电和通过有用的高频载波信号<sup>[3]</sup>。并有一个 1:1 耦合线圈以传输有用的载波信号, 同时起到隔离高压作用, 让大部分高压降在聚酯电容上, 使后面的电路不带高压以保护人身安全。TVS-8.5V 瞬变二极管防止快速冲击, 保护后端电路。

### 3 软件设计

发送主程序流程图如图 6 所示; 接收主程序流程图如图 7 所示。

该遥测系统具有结构简单小巧, 实时性强, 可靠性高及抗干扰能力较强等特点。作为一种远距离传感器数据采集监测装置, 其通信可靠, 不占用无线电频率资源, 无需铺设电缆系统。该系统设计已经通过测试应用, 实

际使用效果良好。

### 参考文献

- [1] 孙海, 孟祥, 邓学伟. AD7715 模数转换器在小信号测量中的应用[J]. 测控技术, 2003(9): 66-68.
- [2] 丁明芳. 电感(L)、电容(C)回路及应用[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1994: 33-35.
- [3] 徐武安. 电感器件设计与计算[M]. 四川: 四川科学技术出版社, 1984: 45-65.
- [4] LIU Hua Ling, ZHANG Bao Hui. The couple technology of distribution high-speed carrier communication [J]. Power System Communication, 2002(2): 1312-1315.