

基于 MSP430 单片机智能网络水表的 远程抄表系统设计

王洪涛

(五邑大学 信息学院, 广东 江门 529020)

[摘要] 利用低成本、高性能的 MSP430 单片机作为基表进行硬件设计, 使用了广泛应用的基于 RS-485 电气接口的异步串行通讯技术作为通讯方式, 利用 SQLServer 技术和 Visual C++ 编程语言设计了远程抄表系统的上位机管理软件. 文中给出了系统模型, 并对其关键部分的数据采集器、集中器和上位机管理系统做了系统的分析.

[关键词] 自动抄表系统; 集中器; MSP430 单片机; RS-485 总线; 智能网络水表

[中图分类号] TP23 [文献标识码] A [文章编号] 1673-8012(2009)02-0014-06

随着电子通信与计算机网络技术的发展, 远程抄表技术在水、电和煤气计量方面得以推广应用. 为适应这个发展方向, 在研制出有线远传水表及其数据采集器的基础上, 开发了专用的数据集中器, 以实现远传水表抄表系统^[1]. 该系统有三层网络结构: 上位机管理系统、集中器和智能网络水表. 智能网络水表通过 RS-485 总线和集中器连接, 集中器通过调制解调器 MODEM 和电话网连接进行远程通讯, 将数据通过电话网传输给上位机管理系统, 在降低成本的同时提高了数据传输的可靠性. 该系统具有良好的伸缩性, 同时, 上位机管理系统也可以和银行联网, 组成四级网络, 为后续功能扩展奠定了基础.

1 智能网络水表

智能网络水表的工作原理是在普通转盘计数的水表中加装干簧管和永磁铁. 双干簧管固定安装在计数转盘上方附近, 永磁铁安装在计数盘(本设计 0.01 m^3) 位上, 计数盘每转一圈, 永磁铁经过双干簧管各一次, 在信号端产生两个计量脉冲. 当接收到有效计脉冲时, 单片机由休眠模式转为工作模式, 由微处理器执行相应的计费程序. 其硬件主要包括: 微处理器、脉冲采集电路、液晶显示电路、阀门控制电路、

通信接口电路等.

1.1 脉冲采集电路

本设计使用了双干簧管传感器, 即当检测到一个干簧管吸合时, 先记录下来, 再检测另一个干簧管, 只有检测到另一个干簧管吸合后才认为信号有效. 接线图如图 1 所示.

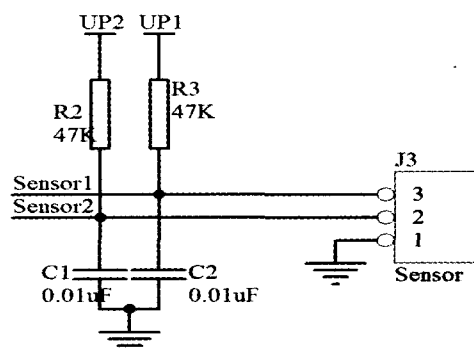


图 1 双干簧管与 MSP430F413 的接线图

1.2 液晶显示电路及显示器

MSP430F413 单片机内置一个 24×4 段的液晶显示驱动器^[2]. 本设计中选用的液晶显示器是定制生产的字符式液晶显示器, 其视屏尺寸是 $65 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$, 汉字数字协调美观. 液晶显示电路及显示器如图 2 所示.

[收稿日期] 2008-12-26

[作者简介] 王洪涛(1979-), 男, 山东青岛人, 助教, 硕士研究生, 主要从事智能仪表及模式识别方面的研究.

液晶显示器作为水表的输出接口,除了显示电磁阀的开关状态、表内剩余金额(当余额显示为负时表示水表处于透支状态)、累积用水量、电池状态、本月累积用水量、分段(阶梯水价时,每种水价水量的吨限)显示、单价(当前水价)显示、当前日期及当前时间之外,还具有提醒用户及时充值的信息及显示错误信息的功能。如:⊗表示强磁干扰,(注:阀门会关闭);⊠表示欠压状态。

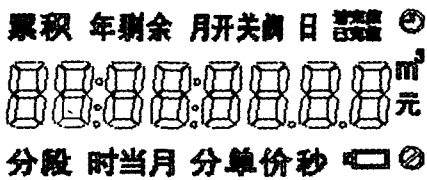
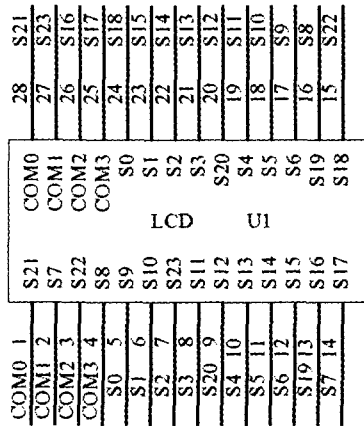


图2 液晶显示电路及显示器

1.3 阀门控制电路

本设计采用小功率电机通过减速,直接驱动球阀开闭。其优点是结构相对简单,水阻小。缺点是球阀的球环加工精度要求高,使用一段时间后由于水垢或微颗粒等使转动阻力增大,设计中采用每月定时开关阀门几次来解决这一问题^[3]。阀门控制电路如图3所示。

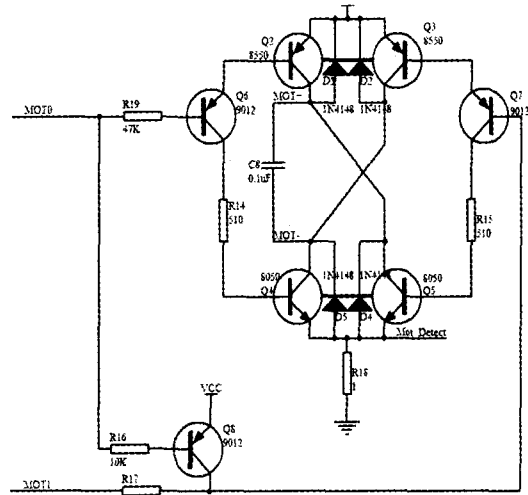


图3 阀门控制电路

1.4 通信接口

智能网络水表采用专用协议与集中器进行通信,集中器通过 MODEM 与上位机相连。RS-485 相对于 RS-232 成本低,驱动器和接收器价格便宜,并且只需要单一的一个 +5 V (或者更低)的电源来产生差动输出需要的 1.5 V 的压差。通信接口如图4所示。

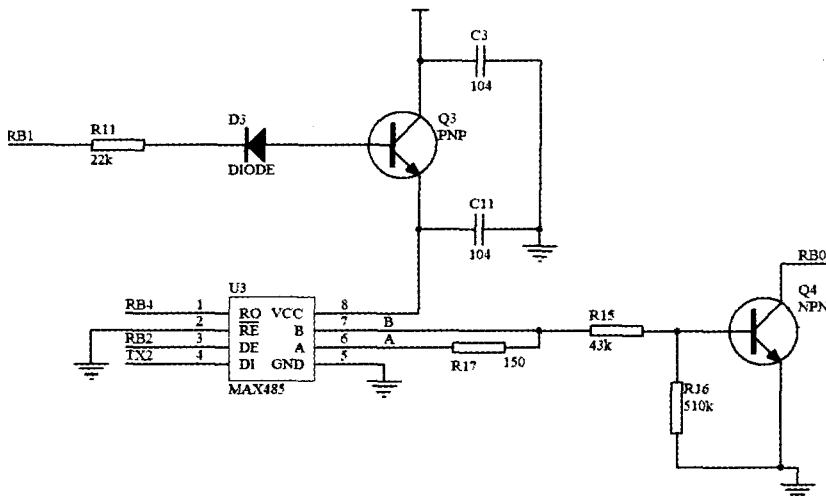


图4 RS-485 和 MSP430F413 芯片串行通信电路图

2 集中器设计

在远程集中抄表系统中,集中器起着数据中转和总线隔离的作用,负责上位机和网络水表的联系.其主要功能有两项:一是完成与水表的通信,根据系统下达的指令抄收水表的数据或检测状态,可以定时抄收也可以实时抄收;二是根据系统要求完成与上位机的通信,将水表的数据信息或状态信息传输给上位机管理系统.根据系统需求,集中器主单片机采用 Microchip 公司的 PIC16F84 芯片,其内部带有 64 字节的 EEPROM,用来储存水表的工作参数,如用水量、状态、地址编码等.这些数据在水表工作期间可能不断变化,而又要求系统断电之后不能丢失,在系统下次加电工作时自动恢复原先的数据^[4].现场调试一般用到安装了专用测试软件的便携机.便携机接口协议为 RS-232,因此集中器电路设计中需预留一个 RS-232 接口,采用 MAX232 芯片.

2.1 集中器硬件设计

集中器由主控芯片 PIC16F84、上行通信接口电路、下行通信接口电路、电源电路等几部分组成.集中器硬件电路如图 5 所示.

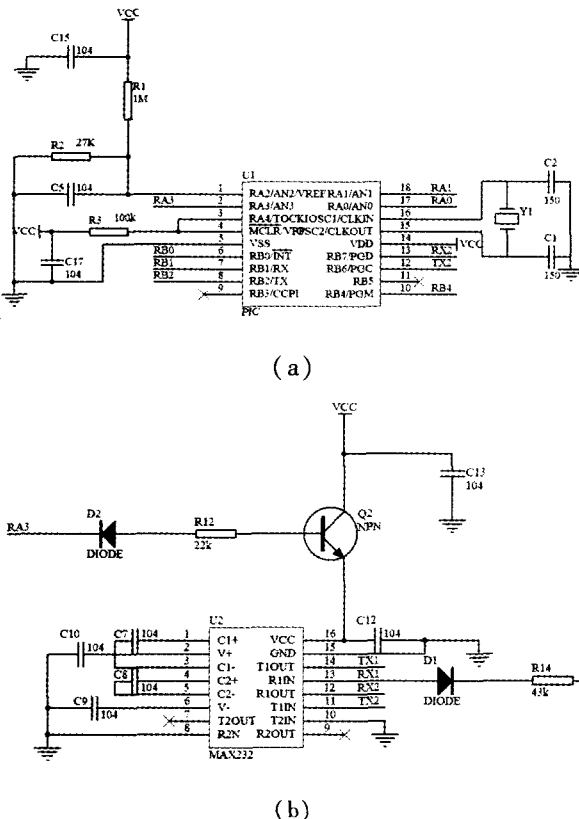


图 5 集中器硬件电路

1) 上行通信接口电路:集中器通过上行通信接口电路和调制解调器 MODEM 相连,然后再通过电话网和上位机管理系统进行通信,如图 5 (a)所示.

2) 下行通信接口电路:用来和智能网络水表进行通信,采用 RS-485 总线传输方式,如图 5 (b)所示.使用 MAX485 芯片和智能网络水表进行通信.

2.2 集中器软件设计

集中器的软件设计主要包括集中器主程序的设计、集中器接受命令子程序的设计、集中器向采集器发命令子程序软件的设计、集中器向 PC 机应答子程序的设计.集中器主程序^[5]流程图如图 6 所示.

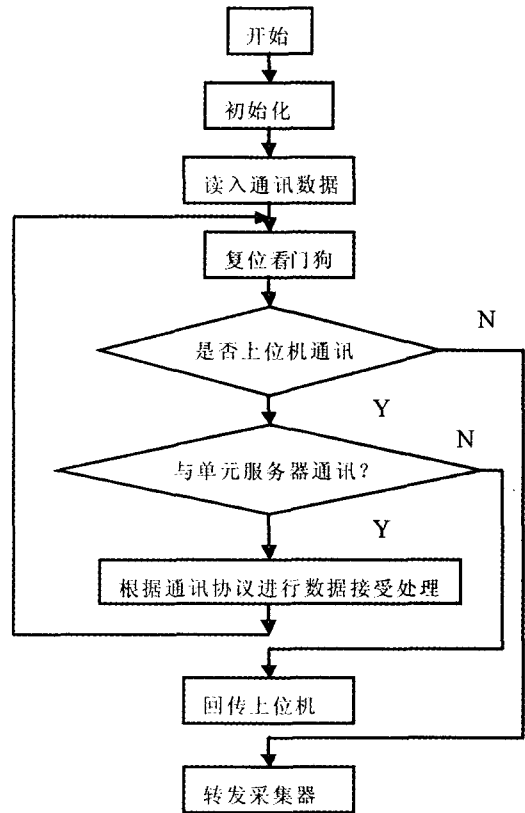


图 6 集中器主程序流程图

2.3 上位机与集中器之间通信协议的帧格式

上位机与集中器之间通信协议的帧格式有命令帧格式和应答帧格式.通信协议的帧格式由帧头、类型码、地址码、数据码、校验码和帧尾组成,其定义如表 1 所示.各个部分的具体含义解释如下:

表 1 通讯协议帧格式

帧头	类型码	地址码	数据码	校验码	帧尾
1 Byte	1 Byte	8 Byte	2 ~ 10 Byte	1 Byte	1 Byte

1) 帧头: 一帧的起始字节, 代表一个新帧的开始 1 个字节, 命令帧固定为 1AH, 应答帧固定为 ICH.

2) 类型码: 1 个字节, 命令帧类型码用来规定上位机管理系统下达指令的具体内容^[6], 不同的内容对应不同的类型码. 集中器执行相应指令后上传相应的应答帧类型码, 不同的内容对应不同的类型码, 命令帧和应答帧类型码如表 2 所示.

3) 地址码: 8 个字节, 本地地址码依次为集中器号(4 个字节), 智能网络水表号(4 个字节).

规定前 4 个字节全 F 代表所有集中器, 后 4 个字节全 F 代表所有智能网络水表.

4) 数据码: 2 ~ 10 个字节, 包括设置集中器和水表的号码、设置集中器的密码、设置的时间、水表的状态、水表上传的数据等.

5) 校验码: 1 个字节, 本设计采用累加和校验, 对帧头、类型码、地址码和数据域进行字节累加, 结果取 1 个字节. 集中器接收到指令后, 对指令的相应字节进行累加, 然后再与校验字相比较.

6) 帧尾: 表示一帧的结束字节, 命令帧固定为 IBH; 应答帧固定为 IDH.

表 2 帧格式的类型码

命令帧类型码	类型码内容	应答帧类型码
C1H	校时功能(非广播指令)	D1H
C2H	抄收水表实时数据	D2H
C3H	冻结水表实时数据	D3H
C4H	抄收集中器数据	D4H
C5H	查看水表状态	D5H
C6H	修改水表状态	D6H
C7H	修改水表初值	D7H

3 总线直读式网络结构

本设计采用总线直读式网络结构中典型的联网管理方式, 如图 7 所示. 即采集器到集中器的连接方式和局域网管理方式. 将若干集中器集

中起来连结到广域网接入器, 再通过电话线与异地或远距离的 PC 机进行通信. 1 台计算机最多可以管理 128 个集中器, 1 个集中器可以管理 255 个采集器. 这样系统更简单、成本更低.

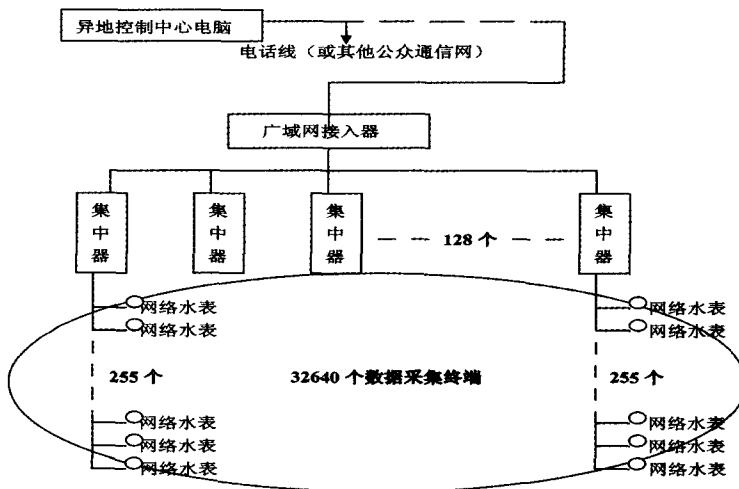


图 7 局域网管理方式

4 上位机管理系统设计

主站是远程集中抄表系统的数据处理中心,处于系统的最高层次.在集中器、网络水表协助下通过网络接口负责完成设备管理、用户管理、

水量的抄收以及报表打印等功能,远传水表管理系统^[7].根据 SQL Sever 的数据库体系结构和自动抄表管理软件系统的数据内容,得出如图 8 所示的 Autometer 数据结构图.

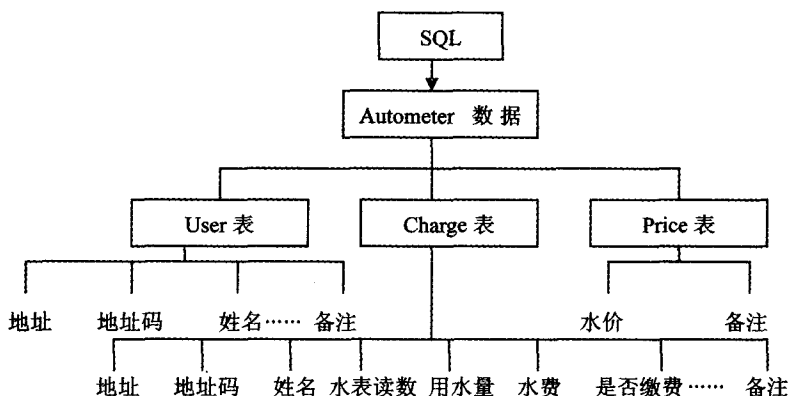


图 8 Autometer 数据结构图

水表远程抄表系统上位机管理软件系统的功能主要有:

1) 自动抄表:能够实时、定时、自动地抄录前端水表的读数,随时了解住户的使用情况,便于计量和收费的自动管理.

2) 预置参数和通讯测试:能够对某一块智能表预先设置参数,如水表读数、状态、编号等,也能够对所有的水表预先设置读数值;能够自动测试系统计算机与前端任何一个住户采集器之间的通讯是否正常.

3) 住户信息管理:能够查询所有住户的信息,能够对相应的住户信息进行添加、修改、删除、统计等操作.

4) 收费信息管理:能够查询所有住户的用水信息,包括住户的历史用水量、当月用水量,价格可以设置为一定价,或者阶梯水价,并自动计算出应缴水费,同时记录交费信息,还能够对相应的收费信息进行添加、修改、删除等.

5) 自动报表生成:能够根据住户当月用水情况,自动生成住户当月报表,并打印相关单据.

6) 系统用户分级管理:对软件系统的用户实行分级管理,分别赋予 3 种不同权限.即一般用户只有查询信息的权限,一般管理员除了查询信息的权限外还有部分抄表管理和通信管理的权限.只有系统管理员才具有系统管理、信息管理、抄表管理和通信管理等全部权限.

鉴于篇幅,这里只列出实现增加一个用户时的主要代码.

```

UpdateData(TRUE); //更新变量
if(m_passwordadd_name == """) //用户名为空?
{
    AfxMessageBox("用户名不能为空!");
    Return;
    Cfile cf;
    if(! cf. Open("D:\VC++\Autometer\password. dat",
    CFile::
    modeReadWrite)) //以可读写方式打开 password. lat 文件
    {
        MessageBox("Can't Open the file!");
        Return;
    }
    char Bread; //以下检查用户名是否重复
    int j = cf. Get Length(); //获得文件长度
    read = new char[j + 1]; //定义读出缓冲区长度
    int k = cf. Read(read, Strlen(read)); //读出数据
    CString sread = read;
    Int nindex = sread. Find(m_passwordadd_name);
    if(nindex! = -1)
    {
        AfxMessageBox("该用户姓名已经登记!");
        deleteread;
        return;
    }
    sread = m_passwordadd_name + "," + m_passwordadd_pwd
  
```

```

+ “,”
+ m_passwordadd_cls + “;” + “\n”;用户名未登记,可以
存入
charadd[ 50];
sprintf( add, “%s”, sread);
cf. SeekToEnd();
cf. Write( add, strlen( add)); //存入
delete read;
MessageBox( “添加登录者操作已经完成.”);

```

5 结语

本远程抄表系统已被某自来水公司采用,并在该自来水公司所在城市的3个小区内使用.整个系统施工简便、维护简单、功耗低,运用了专用通信协议,有效降低了系统通信电流强度.此外,采用多点间歇的脉冲形式进行数据采集,持续时间非常短(仅为25 ms).当数据发送完毕后,又恢复到休眠状态,静态功耗极低.本系统有着广泛的市场应用空间,发展潜力较大.随着无线通

信技术的发展,无线抄表系统将是未来自动抄表系统发展的必然趋势.

[参考文献]

- [1]孔建华.智能远程抄表系统的设计与开发[D].南京:南京理工大学,2005:33-35.
- [2]胡大可.MSP430系列超低功耗16位单片机原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001:57-59.
- [3]王洪涛.非接触式Mifare1卡预付费智能水表设计[J].单片机与嵌入式系统,2009(1):63-65.
- [4]杨小玲,李志扬,张金密,等.接触式IC卡控制系统[J].现代电子技术,2005(20):14-17.
- [5]胡大可.MSP430系列单片机C语言程序设计与开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003:78-80.
- [6]王新,吕锋,等.IC卡读写接口的设计和实现[J].武汉理工大学学报,2005(5):33-35.
- [7]徐洪兴.基于多跳网络远程抄表硬件系统关键算法设计[J].计算机应用研究,2006,11(2):158-159.

Design of water meter remote – reading system based on MSP430 microcontroller intelligent network water meter

WANG Hong – tao

(School of Information, Wuyi University, Jiangmen Guangdong 529020, China)

Abstract: This system used of the MSP430 microcontroller which is low cost and high performance as the principal part to design hardware, used asynchronous serial communication technology based on RS – 485 electric interface as communication means. SQL Server technology and VisualC ++ program language are used to design the remote – reading management software system. This paper systematically introduces the model of the system and the critical part of the system such as data collector, concentrator and upper – level management system.

Key words: automatic meter reading system; concentrator; MSP430 microcontroller; RS – 485 bus; intelligent network water meter

(责任编辑 吴强)