

# 水位远程连续报测系统设计与实现

Design and Realization

of Remote Continuous Measurement and Report System for Water Level

王卫兵 孙铁波

(江苏食品职业技术学院,江苏 淮安 223003)

**摘要:** 针对水位远程采集点位置分散、难以实现实时监测的特点,设计了一种采用 FWD-F 系列磁致伸缩液位传感器与 TMS320F2812 单片机配合设计的水位远程连续报测系统。系统由数据采集模块、无线传输模块和信息处理模块组成。采集到的水位信息通过 GPRS 向控制中心发送,并自动生成报表,实现了水位实时在线测量。试验证明,系统读识方便、可靠性高,且传输速度快。

**关键词:** 水位报测 磁致伸缩 GPRS 数据采集 控制系统

**中图分类号:** TP277

**文献标志码:** A

**Abstract:** In accordance with the features of remote water level measurement, that is difficult to realize real-time monitoring because of the distributed collecting points, the remote continuous water level measurement and report system composed of FWD-F series magnetostrictive level sensor and TMS320F2812 single chip computer is designed. The system includes data acquisition modules, wireless transmission modules and signal processing modules; the information of water level collected is sent to control center via GPRS, and the report is generated automatically; thus real-time water level measurement is implemented. The experiments verify that the system is reliable, ease to read, and the transmission speed is fast.

**Keywords:** Measurement and report of water level Magnetostriction GPRS Data acquisition Control system

## 0 引言

当前,因洪水等自然灾害所引发的突发事件危害巨大<sup>[1]</sup>。因此,对水位进行远程动态监控,为工程和相关地区防洪工程提供安全保障显得尤为重要。现阶段我国主要使用浮子式自动水位计和非接触式气介水位计,采用测井法测量水位<sup>[2]</sup>。这就存在自动化程度低以及由于江河泥沙的淤积,影响水位检测精度这两方面的缺陷。

借鉴国外先进技术,提出了一种采用 FWD-F 系列磁致伸缩液位传感器与 TMS320F2812 单片机系统配合设计的水位远程连续报测系统<sup>[3]</sup>。磁致伸缩传感器可直接置于水中,在传感器周围装有稳流装置<sup>[4]</sup>,无需标注高度;采集的水位数据通过 GPRS 通信传送至信息主站,实现水位信息远程自动监测,提高了水位报测速度和精度。

## 1 系统工作原理

水位远程报测系统主要由磁致伸缩液位传感器、运算放大器、TMS320F2812 单片机、稳压电源和 GPRS

模块等组成<sup>[5]</sup>。系统原理框图如图 1 所示。

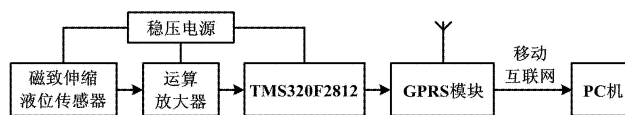


图 1 系统原理框图

Fig. 1 Principle of the system

将磁致伸缩液位传感器置于水中,利用传感器内两个不同的磁声相交,使其波导管发生波导扭曲,产生一个超声波信号,然后计算这个信号被探测所需的时间周期,从而换算出准确的水位高度信号<sup>[6]</sup>。输出的电压信号经运算放大器 LM324 直接送至 TMS320F2812 单片机,使用单片机内部的 A/D 转换完成信号采集处理后,输出编码信号,由异步串行通信接口送至 GPRS 模块进行通信。PC 机能实时地显示各测量点的水位情况。

## 2 硬件设计

### 2.1 磁致伸缩液位传感器

磁致伸缩线性液位传感器主要由测杆、电子仓和套在测杆上的非接触的磁环(浮球)组成,测杆内装有磁致伸缩线(波导丝)。工作时,由电子仓内的电子电路产生起始脉冲。此起始脉冲在波导丝中传输的同时产生了沿波导丝方向前进的旋转磁场。当这个磁场与磁环(浮

修改稿收到日期:2010-08-24。

第一作者王卫兵,男,1967年生,1995年毕业于东南大学电子技术专业,副教授;主要从事电子技术教学及其开发研究。

球)中的永久磁场相遇时,波导线发生扭动,产生扭动脉冲<sup>[7]</sup>。扭动脉冲被安装在电子仓内的拾能机构所感知,并转换成相应的电流脉冲,电流脉冲经积分后得到一个工业标准电压信号,传给 TMS320F2812 单片机。通过计算发送激励脉冲的时间和接收到回波的时间,可计算出时间差  $\Delta T$ ,再根据超声波的传播速度  $v$ ,可计算出检出头与液面之间的距离  $L_0 = v \times \Delta T$ ,而测杆的总长度  $L_1$  已知,则可得出水位  $L$  为:

$$L = L_1 - L_0 \quad (1)$$

### 2.2 运算放大电路

信号放大采用集成 LM324N 带宽补偿电路,如图 2 所示。

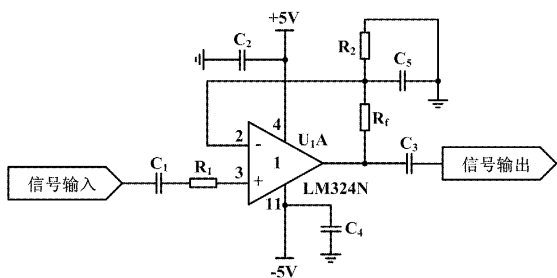


图 2 运算放大电路

Fig.2 Circuit of the operation amplifier

该电路为正比例放大电路,双电源供电,交流耦合输入、输出放大倍数为  $G = 1 + R_f/R_2$ 。图 2 中,  $C_2$ 、 $C_4$  为电源滤波电容;  $C_1$ 、 $C_3$  起到信号输入、输出的交流耦合作用;  $R_1$  维持运算放大器同向、反向差分输入级的对称性;  $R_f$ 、 $R_2$  为反馈网络电阻;  $C_5$  为补偿电容,带宽补偿主要通过调整电容  $C_5$  的取值来实现。

在非理想运算放大电路的数学模型基础上,推导出补偿电容  $C_5$  的理论计算公式为:

$$\begin{cases} C_5 = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4B}}{2B} \\ A = -2 \frac{R_f \omega_b^2}{\omega_0 K_0} \\ B = \left( \frac{R_f \omega_b^2}{\omega_0 K_0} \right)^2 + \left[ \frac{(R_2 + R_f) R_f \omega_b}{K_0} \right]^2 - 2 \left( \frac{R_2 R_f \omega_b}{R_2 + R_f} \right)^2 \end{cases} \quad (2)$$

式中:  $\omega_0$  为低频主极点对应的转折频率;  $K_0$  为开环增益;  $R_f$ 、 $R_2$  为反馈网络电阻值;  $\omega_b$  为需要补偿的带宽,从而可以在保持系统原有增益不变的情况下,扩展其频带,提高运放的时域响应速度。

### 2.3 单片机部分

系统采用 TI 公司的 DSP 芯片 TMS320F2812 为核心,主要完成数据采集、处理及控制系统的工作,协调异步串口 SCI 向信息主站发送信息。使用单片机内部

A/D 完成信号采集。与外扩 A/D 相比,这能明显降低产品成本,减少芯片数量,对降低功耗、提高可靠性也有好处<sup>[8]</sup>。上传数据时需要附加时间信息,还要外扩带 SPI 接口的时钟芯片 DS1305。同时,为保证断电时信息不丢失,还需要外扩 EEPROM 芯片。

### 2.4 GPRS 传输

#### 2.4.1 GPRS 的选择

通用分组无线服务技术 (general packet radio service, GPRS) 是建立在 GSM 网络上,为用户提供高速分组交换数据的新网络业务,采用中国移动的虚拟专用网络 (virtual private network, VPN)。网络中的每个 GPRS 模块需要安装一张 SM 卡,每张 SM 卡绑定中国移动分配的一个 IP 地址,并且拥有独立上网的接入点 (access point name, APN)。所有数据都是在 VPN 专网中传输,安全性得到充分保证<sup>[9]</sup>。西门子公司的 MC55 模块是目前最小的三频 GSM/GPRS 模块,具有很高的可靠性和易用性,很适合在移动终端中作无线通信模块。

#### 2.4.2 MC55 单元电路

MC55 单元完成无线上网数据传输功能。一方面通过 RS-232 接口与信息采集处理主控电路 TMS320F2812 连接;另一方面拨号登录至 GPRS 网络,实现数据采集终端和 GPRS 无线网络的互联。硬件电路如图 3 所示。

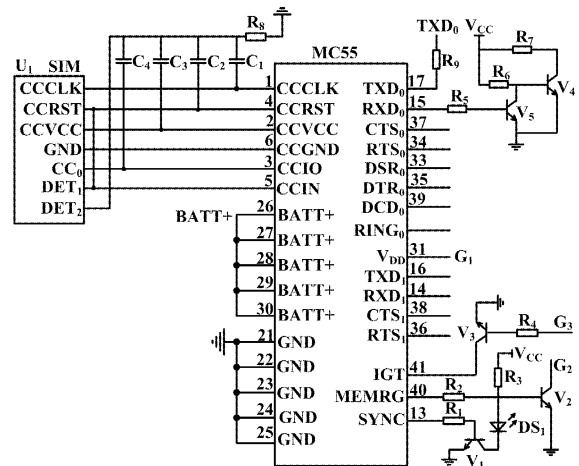


图 3 MC55 硬件电路

Fig.3 MC55 hardware circuit

主控电路通过 RS-232 选择时钟信号。当无信号或没有插入 SM 卡时,SYNC 引脚输出脉宽为 600 ms、占空为 1:1 的时钟信号,LED 均匀闪烁;当登录到 GPRS 网络时,SYNC 引脚输出高电平脉宽为 75 ms、低电平脉宽为 3 s 的时钟信号,LED 长灭短亮。

MC55 提供的 SM 卡接口可直接驱动 SM 卡座。当 SM 卡座中插入卡时,CCN 引脚输出高电平,MC55 工作;拨出 SM 卡时,CCN 输出低电平,MC55 关闭。

主控电路的通用 I/O 口  $G_1$  引脚与 MC55 引脚  $V_{DD}$  连接,实现掉电异常检测。模块开机时, $V_{DD}$  输出高电平,关机时, $V_{DD}$  输出低电平。因此,系统通过监测  $V_{DD}$  引脚电平判断模块是否掉电。模块掉电时要重新启动,同时 MC55 模块的内核需由 IGT 引脚以预定的时序激活,才能进入正常工作状态。MCSS 模块启动时序如图 4 所示。

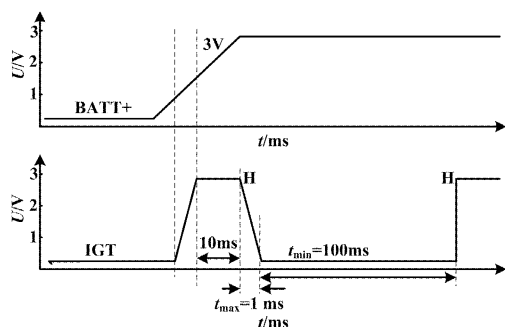


图 4 启动时序图

Fig. 4 Diagram of sequencing startup

### 3 GPRS 通信数据的处理

GPRS 的数据传输模式和命令模式均是通过 AT 命令来实现的,通过标准 RS-232 串口和外部控制器进行数据通信<sup>[10]</sup>,通过软件置位完成对 MC55 的操作,即 GPRS 连接服务的建立和相关的传输。GPRS 的数据传输流程如图 5 所示。

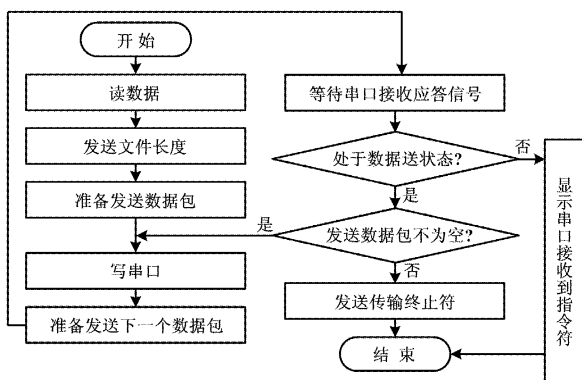


图 5 数据传输流程图

Fig. 5 Flowchart of data transmission

图 5 中,MC55 的通信方式和任何通信相关的参数均利用 AT 命令通过串口本地更改设置。本设计将 MC55 模块上线设置的 AT 命令放入二维数组 modim command 中。

GPRS 上电初始化函数如下。

```
Const char modem command[ ][50] =
{ "ATE\r" //关闭回显
"at^sics = 0, conType, GPRS0\r" //配置连接类型为 GPRS0
"at^sics = 0, user, wwb\r" //用户名为 wwb
"at^sics = 0, passwd, wwb\r" //密码为 wwb
"at^sics = 0, apn, CMNET\r" //GPRS 接放点 APN 为 CMNET
"at^sics = 0, srvType, socket; ^siss = 0, conD, 0\r" //服务类型为 SOCKET TCP 客户端, D 号为 0
"at^sics = 0, address, \"socktcp://65.168.88.99:1\" \r" //IP 地址和端口号:65.168.88.99:1
"at^sics = 0\r", };
```

其中,Socket 通信主要完成终端历史数据、实时水位信息和控制中心命令的传输等。

### 4 系统主要功能

本设计在淮河水利工程中进行了 GPRS 组网运行试验。经安装和调试,系统运行正常,通信传输良好。

#### 4.1 实时监控功能

系统可动态地从数据库中获取数据,实时显示各监测点的水情,主要包括水位、雨量监测数据实时变化。其中,数据后缀的红灯表示警戒状态、绿色表示正常状态,报警上下限可以在功能区进行修改。状态栏显示时间和接收状态,显示灯呈绿色表示接收水情数据正常,红色则表示异常。

#### 4.2 数据查询功能

水位雨量曲线可以根据时间和监测点名称进行数据查询。点击任何一个监测点上的实时曲线绘制按钮,即可实时显示水位、雨量曲线信号,同时自动绘制雨量、水位曲线图形,如图 6 所示。

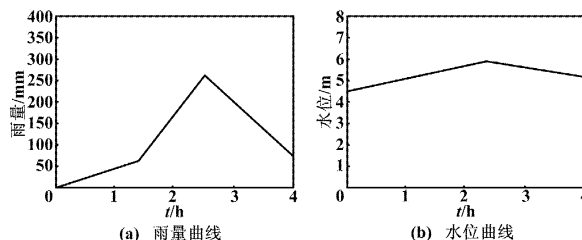


图 6 水位雨量曲线

Fig. 6 Curves of the water level and rainfall

### 5 结束语

利用磁致伸缩液位传感器与 TMS320F2812 单片 (下转第 49 页)

写等。

由于程序较长,这里不再赘述。整个程序的流程如图3所示。

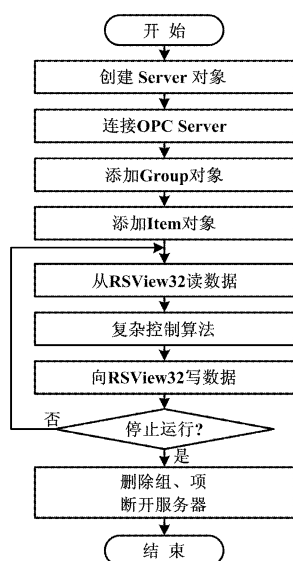


图3 VB 程序流程图

Fig. 3 Flowchart of VB program

由于 OPC 客户建立连接后,占用了服务器资源,因此,程序结束后必须断开 OPC 连接,释放资源。关键程序如下。

① 清除指定的 OPC 项

```

OPCItemCollection. RemoveItemCount. RemoveItem
EmptyServerHandles. RemoveItemServer
Set OPCItemCollection = Nothing
    
```

② 与服务器断开连接并清除

```

AnOPCServer. Disconnect
Set AnOPCServer = Nothing
    
```

### 3 结束语

本文根据工业液位对象的特性,借助 RSVIEW32、VB 等高级应用软件,采用 OPC 技术构建了三级网络控制系统。

系统结构开放,可扩展性强,成本低廉,不同厂家的新设备、新软件,只要提供统一的 OPC 接口,就能与本系统简便互联,减少了底层开发时间和费用。同时,该网络实现了计算机内部应用程序与现场设备、不同软硬件、不同应用程序之间的无缝连接与资源实时共享,可供多个客户同时访问系统。

#### 参考文献

- [1] 李京,宋真君.“工控软件互操作规范 OPC 技术”讲座——第一讲 OPC 规范的产生与发展[J]. 自动化仪表,2002,23(4):68-70.
- [2] 金彦平. 用 PLC 实现分段液位控制[J]. 机床电器,2004,31(4):32-34.
- [3] 陆仲达,徐凤霞. 单片机液位控制系统[J]. 齐齐哈尔大学学报:自然科学版,2003,19(1):56-58.
- [4] 袁丽英,牟晓光. 自适应液位模糊控制系统设计[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2005,21(3):302-304.
- [5] 匡芬芳. 基于 LabVIEW 的液位神经网络 PID 控制系统[J]. 微计算机信息,2010,26(19):60-62.
- [6] 向冬,王润孝,秦现生. 基于 OPC 的多层过程控制系统架构设计及实现[J]. 计算机应用,2003,23(2):68-70.
- [7] 薛福珍,徐磊,田贵宾,等. 基于 OPC 的先进控制算法平台的设计与实现[J]. 自动化仪表,2005,26(9):26-28.
- [8] 赵艳秋,王建民. 采用 OPC 技术实现竖炉烧碱 DCS 系统与 VB 软件的接口[J]. 计算机与数字工程,2006,34(1):114-117.
- [9] 郭建明,隋永强,黄珍. 基于 VB 的 OPC 客户端程序设计与应用[J]. 湖南工业大学学报:人文社会科学版,2007,21(6):83-87.

(上接第 45 页)

机配合设计的水位数据采集,通过 GPRS 无线传输技术实现了远程水位信息监测,可在无人职守的情况下自动地通过 GPRS 网络向控制中心发送水情信息。整套系统可靠性高,数据实时性好,具有很好的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 陈爱平,郭华芳,王志平,等. 基于 GPRS 的分水点流量计量仪表数据采集系统的设计与实现[J]. 测控技术,2006,25(5):51-54.
- [2] 许景辉,何东健. 基于 GPRS 的小型水文信息采集系统研究[J]. 水力发电,2007,33(2):19-20.
- [3] 颜庆伟,赵玉龙,蒋庄德. 磁致伸缩液位传感器的电路设计及性能分析[J]. 传感技术学报,2008,21(5):777-780.

- [4] 伍良常. 磁致伸缩式液位传感器[J]. 仪表技术与传感器,2007(12):9-11.
- [5] 何海,钟毅芳,张国全. 复杂实时嵌入式系统建模与设计方法研究[J]. 小型微型计算机系统,2004,26(4):716-720.
- [6] 李怀洲,李庆山,孙振伟,等. 磁致伸缩液位传感器信号处理电路的研究与实现[J]. 仪器仪表学报,2004(S2):138-141.
- [7] 梁森,王侃夫,黄杭美,等. 自动检测与转换技术[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [8] 王卫兵. 基于 PIC16C56 的仓库温度无线测量系统研究[J]. 粮油加工,2009(8):98-100.
- [9] 胡胜利,胡彪. 基于 GPRS 无线技术的水资源计量监测系统的设计[J]. 水利水电技术,2010,41(4):87-90.
- [10] 文其知,戴永. 智能仪表非线性自动校正方法研究[J]. 自动化仪表,2009,30(6):75-78.