

# 基于单片机与电话网实现远程测控

蒋新革<sup>1</sup>, 王 平<sup>1</sup>, 古丽孜娜<sup>2</sup>, 李玉强<sup>1</sup>

(1. 伊犁师范学院 物理与电子信息学院, 新疆 伊宁 835000;

2. 伊犁师范学院 计算机科学系, 新疆 伊宁 835000)

**摘要:** 以单片机为下位机, 负责检测控制点实时数据采集和实时处理; 以电话网络为传送通道, 以 PC 机作为上位机, 负责对各检测控制点的下位机采集到的实时数据进行处理, 并向各下位机发出控制命令, 实现远程控制。现场测控单元以下位单片机 8031 为中心, 根据检测点需求扩展 CMOSEEPROM 27128、RAM 6116 为存储设备, 扩展可编程 I/O 芯片 8155 为外界输入/输出接口, 扩展 TLC1543 为模/数转换器完成信息采集和控制; 采用比例积分微分(PID)为基本控制算法; 上位管理 PC 机与下位单片机 8031 之间采用异步串行通信方式, 单片机借助 RS-232 经过 Modem 链接到公用电话线实现数据通信。给出了该远程测控系统的硬件原理图及软件主程序流程图。

**关键词:** 远程控制; 单片机; Modem; 电话网

**中图分类号:** TM 764

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1006-6047(2006)08-0056-03

利用单片机借助当前覆盖面日益广泛的电话网络, 完成集检测、控制和管理于一体的远程测控<sup>[1]</sup>, 对我国西部广大边远地区意义重大。本文以单片机为下位机, 负责检测控制点实时数据的采集和实时处理; 以电话网络为传送通道, 以 PC 机作为上位机, 负责对各检测控制点下位机采集到的实时数据进行汇总、分析、处理, 并向各下位机发出控制命令, 以实现对边远地区的远程控制。

## 1 远程测控系统

图 1 所示测控系统可针对现场实际安装温度、湿度、水位、压力、电位等采样传感器及执行控制器, 以性价比较高的 8031 单片机为下位机, 实现现场数据的采集和存储, 按串行通信标准<sup>[2]</sup>, 经 Modem 接电话网, 将采样数据传递到管理中心的上位 PC 机, 控制信号再返回现场测控端, 实现系统检测、处理和控制在。

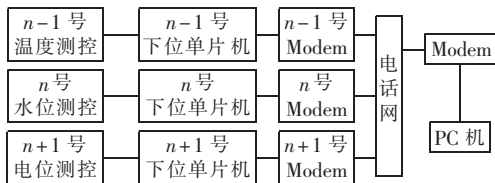


图 1 远程测控系统

Fig.1 The remote measuring and control system

### 1.1 测控单元

现场测控单元以下位单片机 8031 为中心, 根据检测点需求扩展 CMOSEEPROM 27128、RAM 6116 为存储设备, 扩展可编程 I/O 芯片 8155 为外界输入/输出接口, 扩展 TLC 1543 为模/数转换器, 完成对温度、水位、电位等信息的采集<sup>[3]</sup>和控制任务。

系统所采用的 8031 单片机是 8 位 CPU, 128Byte RAM, 21 个专用寄存器, 2 个 16 位定时/计数器, 2

个优先级, 5 个中断源, 32 条 I/O 线, 可寻址 64 KByte 外部数据存储器和 64 KByte 外部数据存储器, 具有位寻址能力。

8155 是具有计数功能的可编程输入/输出(PIO)接口, 具有 256 个单元 RAM 和 1 个 14 位定时/计数器, 3 个 8 位 I/O 口, 其端口 A 和端口 B 为 8 位双向 I/O 口, 主要用于数据的 I/O 传送, 端口 C 为 6 位双向 I/O 口, 除用于数据的 I/O 传送外, 还可作为控制口, 用于传送控制信号和状态信号, 对端口 A、B 的 I/O 进行控制。8155 扩展了 8031 的数据接口能力, 实现 8031 与测控现场外界数据的交换。

TLC1543 为 10 位开关电容逐次 AD 逼近模/数转换器, 片内有 1 个 14 通道多路选择器, 可选择 11 路模拟输入通道和 3 路内部自测电压中的任意一路进行测试, 片内设有采样-保持电路, 具有高速 (10  $\mu$ s 转换时间)、高分辨率 (10 位分辨率, 最大  $\pm 1$  LSB 不可调整误差, LSB 为数据转换器的最小比特分辨率) 和低噪声、性价比高、易于和单片机接口的特点, 如图 2 所示。

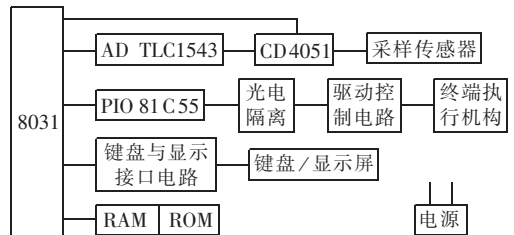


图 2 测控单元

Fig.2 The remote measuring and control unit

现场的实时采样信号经采样(温度、电位、水位)传感器、转换开关 CD4051、AD 转换器 TLC 1453 和接口电路 8155 变换成数字信号送给现场测控下位单片机 8031。8031 将检测的数字信号经 Modem 传送到上位控制 PC 机, 上位 PC 机根据预定的控制规律——比例积分微分(PID)<sup>[4]</sup>进行运算, 然后向下位

单片机 8031 发出控制信号,再通过接口电路、DA 转换器、放大器和执行器把单片机输出的数字控制信号转换成模拟电压或电流信号,再经放大器驱动调节阀等执行机构实现对远程现场过程的控制。

## 1.2 基本控制算法

在实际过程中,被控过程经常存在时变不确定性的特点,PID 控制是解决这一问题的有效途径。自适应 PID 控制的一种常用方案是采用偏差的比例、积分和微分的基本规律进行控制,将 PID 控制规律离散化在计算机上实现,而且可以在被控对象的数学模型或参数不很清楚的情况下,通过在线辨识控制对象参数,根据一定的整定算法实时整定 PID 控制器参数,达到满意的控制效果。PID 控制算法,数字 PID 增量表示形式为

$$\Delta\mu_n = k_p \{ (e_n - e_{n-1}) + e_n T_s / \tau_i + [(e_n - e_{n-1}) - (e_{n-1} - e_{n-2})] \tau_d / T_s \} = k_p (\Delta e_n + e_n T_s / \tau_i + 2 \Delta e_n \tau_d / T_s) = k_p \Delta e_n + k_i e_n + k_d 2 \Delta e_n \quad (1)$$

式中  $k_p$ 、 $k_i$ 、 $k_d$  分别为比例、积分、微分系数; $T_s$  为采样周期; $\tau_i$ 、 $\tau_d$  为积分、微分时间常数; $e$  为偏差。

## 1.3 远程通信

本系统为实现远程测控系统的通信,在上位管理 PC 机与下位单片机 8031 之间采用异步串行通信方式,8031 单片机片内有 1 个串行 I/O 端口,通过引脚 RXD(P3.0)和 TXD(P3.1)可与外设电路进行全双工的串行异步通信。相比同步方式具有简单易实现、传输距离较长的优点。

### 1.3.1 8031 单片机串行口工作原理

8031 单片机的串行端口有一个数据寄存器 SBUF(在特殊功能寄存器中的字节地址为 99H),该寄存器为发送和接收所共用。发送时,只写不读;接收时,只读不写。在一定条件下,向 SBUF 写入数据就启动了发送过程;读 SBUF 就启动了接收过程。串行通信的波特率可以程控设定。串行端口共有 2 个控制寄存器 SCON 和 PCON,用以设置串行端口的工作方式、接收/发送的运行状态、接收/发送数据的特征、波特率的大小,以及作为运行的中断标志等。串行端口有 4 种基本工作方式,通过编程设置,可以使其工作在任一方式,以满足不同应用场合的需要。其中,方式 0 主要用于外接移位寄存器,以扩展单片机的 I/O 电路;方式 1 多用于双机之间或与外设电路的通信;方式 2、3 除有方式 1 的功能外,还可用作多机通信,以此构成分布式多微机处理系统。在不同工作方式中,由时钟振荡频率的分频值或由定时器  $T_1$  的定时溢出时间确定,使用十分方便、灵活。下面进行具体描述。

a. 方式 0 为 8 位移位寄存器输入/输出方式。波特率固定为  $f_{osc}/12$  ( $f_{osc}$  为时钟频率)。在方式 0 中,串行端口作为输出时,只要向串行缓冲器 SBUF 写入 1 Byte 数据后,串行端口就把此 8 位数据以相等的波特率,从 RXD 引脚逐位输出(从低位到高位);此时,TXD 输出频率为  $f_{osc}/12$  的同步移位脉冲。数据发送前,尽管不使用中断,中断标志 TI 仍

需清零,8 位数据发送完后,TI 自动置 1。如要再发送,必须用软件将 TI 清零。串行端口作为输入时,RXD 为数据输入端,TXD 仍为同步信号输出端,输出频率为  $f_{osc}/12$  的同步移位脉冲,使外部数据逐位移入 RXD。当接收到 8 位数据(1 帧)后,中断标志 RI 自动置 1。如果再接收,必须用软件先将 RI 清零。

b. 方式 1 为 10 位异步通信方式。其中,1 个起始位(0),8 个数据位(由低位到高位)和 1 个停止位(1)。波特率由定时器  $T_1$  的溢出率和 SMOD 位的状态确定。1 条写 SBUF 指令就可启动数据发送过程。在发送移位时钟(由波特率确定)的同步下,从 TXD 先送出起始位,然后是 8 位数据位,最后是停止位。这样的 1 帧 10 位数据发送完后,中断标志 TI 置 1。在允许接收的条件下( $REN=1$ ),当 RXD 出现由 1 到 0 的负跳变时,即被当成是串行发送 1 帧数据的起始位,从而启动 1 次接收过程。当 8 位数据接收完,并检测到高电平停止位后,即把接收到的 8 位数据装入 SBUF,RI 置 1,1 帧数据的接收过程即完成。

c. 方式 2、3 为 11 位异步通信方式。其中,1 个起始位(0),8 个数据位(由低位到高位),1 个附加的第 9 位和 1 个停止位(1)。方式 2 和方式 3 除波特率不同外,其他性能完全相同。方式 2、3 与方式 1 的操作过程基本相同,主要差别在于方式 2、3 有第 9 位数据。发送时,发送机的这个第 9 位数据来自该机 SCON 中的 TB 8,而接收机将接收到的这个第 9 位数据送入本机 SCON 中的 RB 8。这个第 9 位数据通常用作数据的奇偶检验位,或在多机通信中作为地址/数据的特征位。在晶振时钟频率一定的条件下,方式 2 只有 2 种波特率,而方式 3 可通过编程设置成多种波特率,这正是这 2 种方式的差别所在。

### 1.3.2 Modem 实现远程通信

RS-232 是为公用电话网络数据通信而制定的标准,逻辑 0 为 +5 ~ +15 V,逻辑 1 为 -15 ~ -5 V,传输采用非平衡模式,其标准建议的最大通信距离为 15 m,但实际应用中在 300 bit/s 的速率下可以达到 300 m,较好地利用了 RS-232 接口。通常外置式 Modem 具有 RS-232 接口<sup>[5]</sup>,通过 DB 9 插头与计算机 RS-232 接口直接相连。

单片机借助 RS-232 经过 Modem 链接到公用的电话线上实现数据通信<sup>[6]</sup>,主要实现了数据的接收、处理与打包发送,参数的远程修改,报表与图表的输出,数据的更新维护等功能。单片机通信程序一般采用中断方式或查询方式与上位 PC 机通信,上位 PC 机做为主控方,下位单片机的服务程序用汇编语言编写,实现现场的实时测控<sup>[7]</sup>。当单片机收到微机发送的地址信号时,便转入中断服务程序,向微机发送或接收数据。其连接原理见图 3。

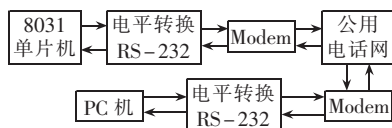


图3 远程通信系统原理图

Fig.3 Principle of remote communication system

### 1.3.3 数据通信协议

数据通信协议参照 Motorola 公司的远程定位网络寻呼协议(TNPP)的格式,是基于标准的 RS-232 的通信协议,其包括控制字符规定、上位机与下位机之间的通信协议、通信数据块的描述、下位机的识别、通信进程机制等 5 个部分。

### 1.4 上位机控制

测控系统采用上、下位机通信结构,其上位机系统程序运行后,管理人员通过操作程序选择串口、检测点的电话号码等初始化操纵,主控程序从数据库中取出检测点电话,通过控制主机连接的 Modem 依次呼叫远端各检测站点,呼叫成功后就可以实时监控检测站点<sup>[8]</sup>。系统可实现人为任意选择或系统自动按规定程序在规定间隔时间通过公用电话网拨通其中一个检测点的电话号码,对应下位机检测到振铃 5 次后,通过 Modem 实现上、下位机自动接通,对应下位机转入中断服务子程序,把存储在下位机中的采集数据发送到上位机或接收上位机发送的指令数据。若某检测点链接失败,设置二次呼叫,重新链接时间及次数,可由管理人员通过软件控制系统<sup>[9]</sup>提前设置程序的主程序流程,如图 4 所示。

具体的流程是:通过串口向 Modem(以单个字符 ASCII 码)连续发送回车,接收到 OK 完成 Modem 初始化;单片机系统循环等待,响应串口中断,判断是否接收到振铃信号 RING,若是则自动应答;当串口接收到结果码 CONNECT,说明建立数据链路,可进行通信<sup>[10-11]</sup>,否则,报错并且等待远端中心机的下一次拨号;通信结束时,切换到在线命令模式;再向 Modem 以单个字符 ASCII 码连续发送,结束通信,挂机。

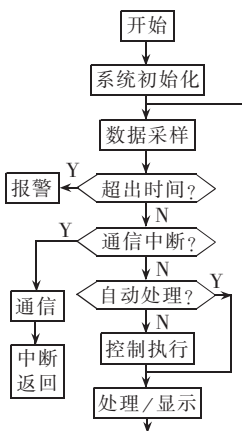


图 4 主程序流程图

Fig.4 Flowchart of main program

## 2 结语

单片机与 PC 机借助公用电话网组成远距离测控系统,既发挥了计算机的检测控制功能,又充分利用了现有信道的通信功能;既解决了艰苦边远地区测点的覆盖问题,又节省了大量人力、物力。该系统的设计可应用于各种情况下的自动化测控领域。

### 参考文献:

- [1] 朱康辛,李珂,李建华,等. 利用 IP 多播实现视频监控[J]. 计算机工程,2000,26(10):26-27.  
ZHU Kang-xin,LI Ke,LI Jian-hua,et al. Applying IP-multicasting in video monitoring[J]. Computer Engineering,2000,26(10):26-27.
- [2] 何立民. 单片机应用文集[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1991.
- [3] 卓乐友. 智能终端设备与现场总线在发电厂、变电所应用简介[J]. 电气设计技术,2001(3):1-10.  
ZHUO Le-you. Application of intellectual terminal devices and field bus for power plant and substation[J]. Electrical Design Technology,2001(3):1-10.
- [4] 韩京清. 非线性 PID 控制器[J]. 自动化学报,1994,20(4):487-490.  
HAN Jing-qing. Nonlinear PID controller[J]. Acta Automatic Sinica,1994,20(4):487-490.
- [5] 冯延晖,邱颖宁. MODEM 完全手册[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [6] 张海峰,苏涛,张登福. USB 在数据采集中的应用[J]. 电力自动化设备,2004,24(3):63-65.  
ZHANG Hai-feng,SU Tao,ZHANG Deng-fu. Application of USB in data collection[J]. Electric Power Automation Equipment,2004,24(3):63-65.
- [7] 蒋新革. 微机原理及接口技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006.
- [8] 高国荣. 自动控制原理[M]. 广州:华南理工大学出版社,2003.
- [9] 杨益军. Visual Basic 5.0 中文版[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1998.
- [10] 周航慈. 单片机程序设计基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [11] 卢建宁,杜广永. 一种基于 WINDOWS CE 的抄表设计方案[J]. 电测与仪表,2003,40(4):38-40.  
LU Jian-ning,DU Guang-yong. The design of meter reader based on Windows CE[J]. Electric Measure and Instrument,2003,40(4):38-40.

(责任编辑:李育燕)

### 作者简介:

蒋新革(1967-),男,江苏姜堰人,副教授,主要研究方向为计算机教育与计算机控制(E-mail:j\_xinge@163.com)。

## Singlechip-based remote measuring and control via telephone network

JIANG Xin-ge<sup>1</sup>,WANG Ping<sup>1</sup>,GULI Zi-na<sup>2</sup>,LI Yu-qiang<sup>1</sup>

(1. College of Physics and Electronic Information,Yili Normal University,Yining 835000,China;

2. Department of Computer Science,Yili Normal University,Yining 835000,China)

**Abstract:** The singlechip is used in LCU(Local measuring and Control Unit) as a subordinate computer to acquire and process field data real-timely. The superordinate computer(PC) gets the real-time data from subordinate computers and sends commands to LCUs for remote control. The LCU applies singlechip(8031) as its core and expands memory chips(CMOSEEPROM 27128 and RAM 6116),programmable peripheral I/O interface chips(8155) and ADC(Analog Digital Converter) chips(TLC 1543) according to the amount of test points. PID(Proportional-Integral-Derivative) is used as the basic control algorithm. Asynchronous serial communication is adopted between PC and LCU via RS-232 port,modem and public telephone line. The hardware principle and software flowchart of the remote measuring and control system are offered.

This project is supported by the Scientific Research & Technical Exploitation Plan of Yili,Xinjiang(YZ 200601010).

**Key words:** remote measuring and control; singlechip; Modem; telephone network