

基于PC机与单片机分布式温度采集系统的设计

The System of Distribution Temperature Collecting Based on PC and MCU

卢超

(陕西理工学院 物理系, 汉中市 723000)

Lu Chao

(Department of Physics, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723000)

【摘要】 针对分布式温度采集系统, 提出了一种科学的、可行的温度测量方案, 并给出了具体可行的硬件电路和系统软件。系统硬件分为三部分: DS18B20 温度测量模块、单片机多机通信模块、PC 机与单片机通信接口电路; 在软件方面, 单片机汇编语言与 VB 相结合并利用 PC 机串口通信技术, 编写了一个上位机程序。系统的测温精度可以达到 $\pm 0.01^\circ\text{C}$, 并且能稳定的与单片机和 PC 机通信。

【关键词】 单片机 温度采集 串口通信 DS18B20 VB6.0

Abstract: The paper introduced a distributed temperature measuring system based on PC and MCU. Hardware and software was described in detail. Some useful experience was also given.

Key words: MCU Temperature Acquisition Serial Communication DS18B20 VB6.0

在传统测量系统中, 传感器与计算机接口的连接是通过若干条导线连接。当传感器数量较多时, 尤其是信号线的长距离传输时, 相互容易产生干扰。一个室内多点温度测量中, 系统的接线会非常多, 导线往往不易铺设, 使得测量工作非常困难。采用总线结构数字式传感器, 配合单片机及 PC 机串口进行长距离数据通信, 则可以很容易解决这个问题, 该系统最多可以检测 256 路温度信号, 在室内多点温度测量控制中能达到很好的效果。

1 分布式温度采集系统设计

数字式传感器一般采用单总线技术(1-WIREBUS), 即在单片机或计算机接口中只用一根导线(输入/输出信号线), 美国 Dallas 公司最新推出的 1-WireBus 数字式温度传感器 DS18B20, 与传统的温度传感器不同, 它能够直接读出被测温度, 并且可根据实际要求通过简单的编程实现 9~12 位的数字值读数方式, 可以分别在 93.75ms 和 750ms 内将温度值转化为 9 位和 12 位的数字量, 对应的可分辨温度分别为 0.5°C 、 0.25°C 、 0.125°C 和 0.0625°C ; 为实现与 PC 机串口长距离数据通信, 系统采用了 RS232 串行接口, 通信距离可以达到 15m, 如果采用 RS422 或 RS485 串行接口可以达到 1000m。串口通信由 PC 机与单片机的通信和单片机多机通信组成, 每个从机负责温度的测量然后通过多机通信把温度数据发送到主单片机上, 最后 PC 机通过 VB 程序控制串口把主单片机上的所有温度数据收集起

来。系统框图如图 1 所示。

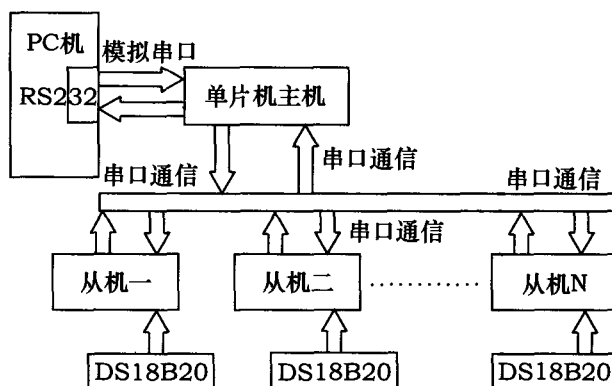


图 1 系统框图

2 系统各模块电路的设计

2.1 温度测量电路的设计

温度测量采用 DS18B20 数字式温度传感器。由 DS18B20 构成的智能温度测量装置由三部分组成: DS18B20 温度传感器、89C2051、显示模块。产品的主要技术指标: ①测量范围: $-55^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$, ②测量精度: 0.5°C , ③反应时间 $\leq 500\text{ms}$ 。为了达到更高的精度, 则在对 DS18B20 测温原理进行详细分析的基础上, 采取直接读取 DS18B20 内部暂存寄存器的方法, 将 DS18B20 的测温分辨率提高到 $0.01^\circ\text{C} \sim 0.1^\circ\text{C}$, DS18B20 内部暂存寄存器的分布如表 1 所列, 其中第 7 字节存放的是当温度寄存器停止增值时计数器 1 的计数剩余值, 第 8 字节存放的是每度所对应的计数值。这样, 我们就可以通过下面的方法获得高分辨率的温度测量结果。首先用 DS18B20 提供的读暂存寄存器指令 (BEH), 读出以 0.5°C 为分辨率的温度测量结果, 然后切去测量结果中的最低有效位 (LSB), 得到所测实际温

收稿日期: 2007-01-03

资助项目: 陕西理工学院教改资助项目 (YJG0421)

作者简介: 卢超(1979-), 男, 陕西省汉中人, 电子科技大学硕士生, 陕西理工学院教师, 主要从事电子技术、测控方面的研究。

度整数部分 $T_{\text{整数}}$, 然后用 BEH 指令读取计数器 1 的计数剩余值 $M_{\text{剩余}}$ 和每度计数值 $M_{\text{每度}}$ 。考虑到 DS18B20 测量温度的整数部分是以 0.25°C 、 0.75°C 为进位界限的关系, 实际温度 T 可用下式计算得到:

$$T_{\text{实际}} = (T_{\text{整数}} - 0.25) + (M_{\text{每度}} - M_{\text{剩余}}) / M_{\text{每度}}$$

表 1 DS18B20 内部寄存器

序号	寄存器名称	作用	序号	寄存器名称
0	温度低字节	以 16 位补码形式存放	4、5	保留字节 1、2
1	温度高字节		6	计数器余值
2	TH/ 用户字节 1	存放温度上限	7	计数器 / $^{\circ}\text{C}$
3	HL/ 用户字节 2	存放温度下限	8	CRC

基于 DS18B20 的温度测量装置电路图如图 2 所示, 温度传感器 DS18B20 将被测环境温度转化成带符号的数字信号 (以十六位补码形式, 占两个字节), 传感器可置于离装置 150 米以内的任何地方, 输出脚 I/O 直接与单片机的 P1.1 相连, R1 为上拉电阻, 传感器采用外部电源供电。89C2051 是整个装置的控制核心, 89C2051 内带 1K 字节的 FlashROM, 用户程序存放在这里。显示器模块由四位一体的共阳数码管和 4 个 9012 组成。系统程序分传感器控制程序和显示器程序两部分, 传感器控制程序是按照 DS18B20 的通信协议编制。系统的工作是在程序控制下, 完成对传感器的读写和对温度的显示。

2.2 串口通信电路的设计

通信电路是本设计的重要组成部分, 负责温度数据的采集和数据的上传。包括单片机多机串口通信电路, PC 机与 AT89C2051 的串口通信电路。其中主单片机 AT89C2051 既要和从机通信, 还要负责将数据通过串口发送到 PC 机上。而 AT89C2051 单片机只有一个串行通信口, 这就需要硬件或是软件扩展一个串行通信口。通常情况下使用 8250 或 8251 通用同步 / 异步接收发送芯片进行扩展, 但是这样就要额外占用单片机 I/O 口资源。电路会比较的复杂,

8250 的控制软件还需要单独编写, 增加了系统的成本。本设计采用一种用单片机普通 I/O 口和相应软件实现串行通信的方法。

2.2.1 PC 机与单片机通信电路

89C2051 单片机通过普通 I/O 口与 PC 机 RS232 串口实现通信的硬件接口电路如图 3 所示。由于 PC 系列微机串行口为 RS232C 标准接口, 与输入、输出均采用 TTL 电平的 89C2051 单片机在接口规范上不一致, 因此 TTL 电平到 RS232 接口电平的转换采用 MAXIM 公司的 MAX232 标准 RS232 接口芯片, 该芯片可以用单电压 (+5V) 实现 RS232 接口逻辑 “1” ($-15\text{V} \sim -3\text{V}$) 和逻辑 “0” ($+3\text{V} \sim +15\text{V}$) 的电平转换。89C2051 的 P1.3 模拟发送端, P1.4 模拟接收端。

2.2.2 单片机多机通信电路

为了增加单片机多机通信的距离, 该部分电路采用 RS232 标准接口, 通信距离可以达到 15 米; 如果采用 RS422 或是 RS485 接口, 通信距离会更远。多机通信接口原理图见图 1。在数据传输过程中采用的是 RS232 电平, 提高了抗干扰能力。需要在主机串行接口和从机串行接口进行电平转换 TTL-RS232-TTL。

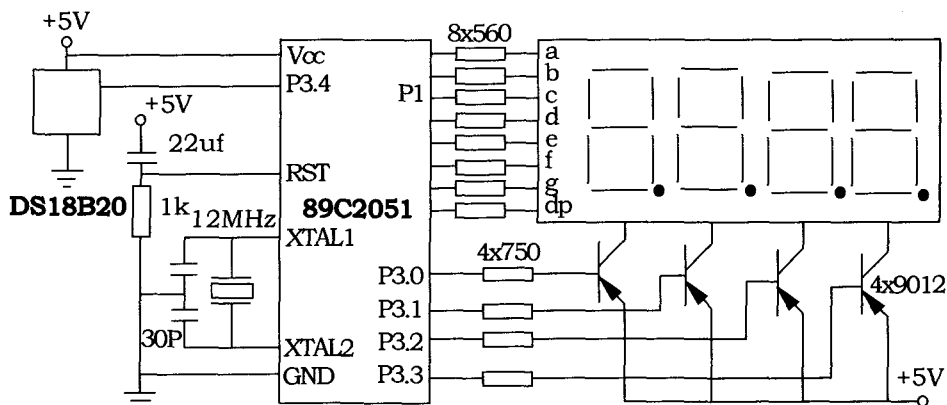


图 2 温度测量电路

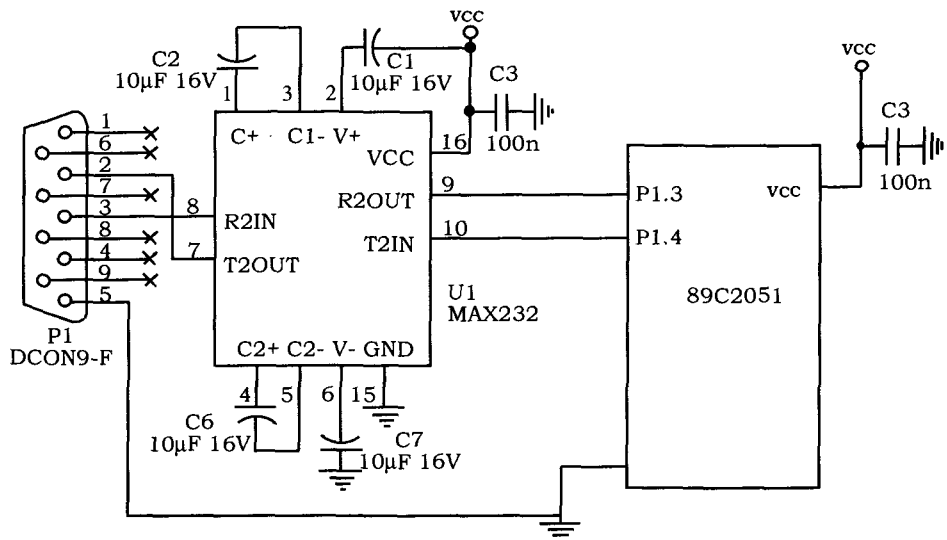


图 3 PC 机与单片机模拟串口通信

这都是用 MAX232 接口芯片实现的, 具体的电路如图 4。

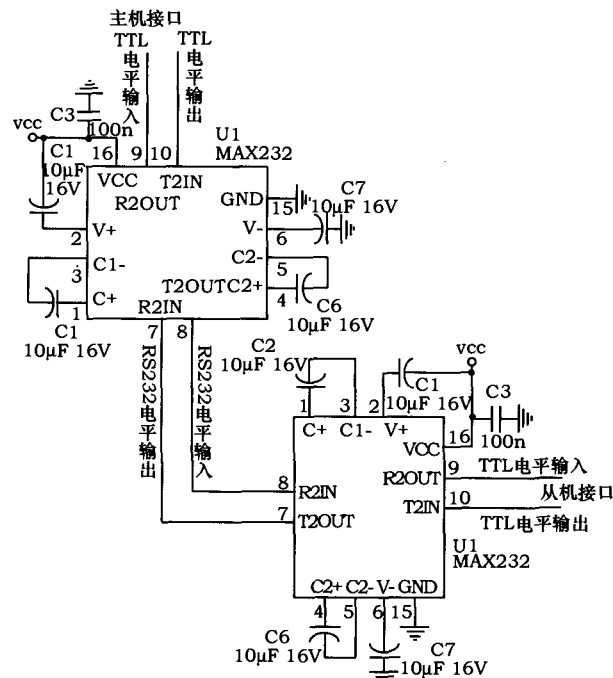


图 4 TTL-RS232-TTL 电平转换电路

3 系统软件的设计

3.1 DS18B20 温度测量软件的设计

由于 DS18B20 单线通信功能是分时完成的, 它有严格的时序概念, 因此读写时序很重要。系统对 DS18B20 的各种操作必须按协议进行。操作协议为: 初始化 DS18B20 (发复位脉冲) → 发 ROM 功能命令 → 发存储器操作命令 → 处理数据。主机控制 DS18B20 完成温度转换的程序必须经过 3 个步骤: 初始化、ROM 操作指令、存储器操作指令。假设单片机系统所用的晶振频率为 12MHz, 根据 DS18B20 的初始化时序、写时序和读时序, 分别编写 3 个子程序: INIT 为初始化子程序, WRITE 为写 (命令或数据) 子程序, READ 为读数据子程序, 所有的数据读写均由最低位开始。主程序的主要功能是负责温度的实时显示、读出并处理 DS18B20 的测量温度值, 温度测量每 1s 进行一次, 流程图如图 5。读出温度子程序的主要功能是读出 RAM 中的 9 个字节, 在读出时需进行 CRC 校验, 校验有错时不进行温度数据的改写, 其程序流程图如图 6。从 DS18B20 读取出的二进制值必须先转换成十进制值, 才能用于字符的显示。因为 DS18B20 的转换精度为 9~12 位可选, 为了提高精度采用 12 位。在采用 12 位转换精度时, 温度寄存器里的值是以 0.0625 为步进的, 即温度值为温度寄存器里的二进制值乘以 0.0625, 就是实际的十进制温度值。

3.2 多机通信软件的设计

89C2051 单片机有串行发送缓冲器 / 接收缓冲器 (SBUF)、串行口控制寄存器 (SCON)、特殊功能寄存

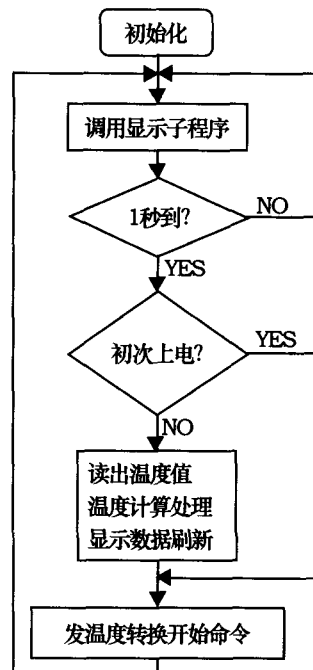


图 5 DS18B20 温度计主程序流程图

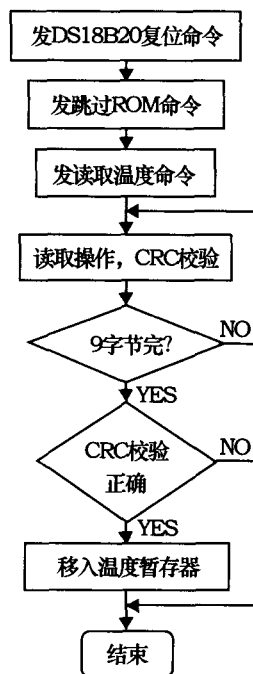


图 6 读出温度子程序流程图

器 (PCON)。通过设置 SCON 可以有四种工作方式, 其中工作方式 2、3 适用于多机通信。在串行通信前, 通过程序预先将各从机串行口设置为方式 2 或方式 3, 并使 SM2 和 REN (允许串行接收控制位) 为 1, 允许串行口中断。主机与从机通信时, 将 SM2 置 0, 准备接收数据, 否则维持 SM2 为 1, 这样在主机发送数据时 (此时主机发送数据中第 9 位为 0), 只有地址相符的从机可接收数据, 其余从机对数据信息不予理睬, 从而可以实现多机通信集散型控制系统将各控制单元分散到现场各控制点。从机主程序和串行口中断服务程序见

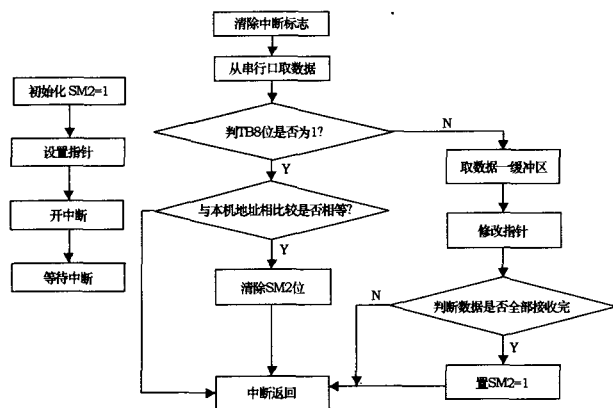


图7 从机主程序和串行口中断服务程序

图7。PC机与单片机的串口通信中，89C2051单片机的P1.3和P1.4口分别模拟串行通信的发送和接收端，其接口程序主要由发送子程序和接收子程序组成。通信速率4800bps，帧格式为N.8.1。发送时，先发送一个起始位(低电平)，接着按低位在前的顺序发送8位数据，最后发送停止位。接收时，先判断P1.4接收端口是否有起始低电平出现，如有则按低位在前的顺序接收8位数，最后判断P1.4口是否有停止高电平出现，如有则完成一个数据接收，否则继续等待。其中软件编写要严格按照异步通信的时序进行，每位传送时间按通信速率4800Bit/s计算为208 μ s。

3.3 VB通信软件的设计

上位机利用VB6.0编程，VB6.0的MSComm通信控件提供了标准的事件处理函数、事件和方法，用户不必了解通信过程中的底层操作和API函数，从而比较容易、高效地实现了串口通信。MSComm控件提供了两种功能完善的串口数据发送和接收功能：一种是查询法，通过检查CommEvent属性的值来轮询(Polling)事件和通信状态，可以使用定时器或DO...Loop程序实现；另一种是事件驱动法(Event-driven)，利用MSComm控件的OnComm事件捕获串口通信错误或事件，并在OnComm事件中编写程序进行相应处理，这种方法响应及时，可靠性高，本软件系统采用了此方法来接收远端单片机的回执信息，以使PC机作出更快的反应。

为实现通信程序，须在VB开发环境下设置一个用做控制通信的窗体。窗体上主要有一个通信控件Mscomm1和两个Timer控件。VB的特点是事件驱动，定时器控件会定时触发相应事件的驱动程序。软件采用定时器Timer1控件来实现，在数据信息送出30秒后(Timer1.Interval=30000)，PC机仍未收到任何回执信息时，程序自动跳出系统。以下是程序编写时相关注意点：

1) 发送单片机命令时：为了使主机能够对整个检测过程进行实时控制，需要在发送命令以后设定等待的时间，也可以通过条件判断下一步是发送还是接收命令。对发送的命令，可能是文本方式或二进制代码。

在发送二进制代码时，应特别注意发送的格式。

2) 接收数据：接收数据是一个被动的过程，可以通过函数来实现，由定时器开启。在接收过程中，多数用特征字符，如“OK”、“#”等。这些需要在通信协议中约定。

3) Timer控件控制：通过Timer控件来控制通信中的发送命令和接收数据过程，在通信程序中设置两个Timer控件分别控制发送单片机命令和接收单片机数据。为了实现一台PC机和多单片机之间的通信，可在一个Timer控件的过程中，在发送命令之前设定命令参数和要接收数据的单片机号，然后发送单片机命令；在另一个Timer控件的过程中，根据发送前设定的单片机号，接收不同单片机的数据。

4) 自动接收、监视总线状态和通信错误的处理：自动接收、监视总线状态和通信错误的处理可以通过OnComm事件实现。VB程序运行过程中只要设置MSComm1.Rthreshold=1，在接收事件发生时程序就会自动访问MSComm1.OnComm()过程。由于外界干扰或电压波动等原因，PC机和单片机之间的通信可能会出现错误，如接收缓冲区溢出、网络端口超速等。这些可能发生的事件都能在代码中引起运行错误。为了处理这些错误，需要将错误处理代码添加到程序中。通过控件中的OnComm事件可以捕捉和处理错误。在通信过程中所发生的通信错误是CommEvent属性返回的。当CommEvent属性值发生改变时，表明有通信错误，就会产生OnComm事件。同时，可以利用自动引发OnComm事件的特点在接收过程中加入状态显示码。这样可以监视通信线路状态，得到单片机和主机及单片机和单片机之间的通信进程。

4 结束语

经过模块化的电路测试、软件调试和系统组装，测温精度可以达到 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 。设计出的多路远距离自动化、智能化温度采集系统可以广泛应用于工业控制领域。

参考文献

- [1] 李圣明,曹玉强,孙清.基于RS-485总线的分布式测控系统[J].仪表技术与传感器,2004(11)
- [2] 纪宗南.单片机外围器件实用手册—输入通道器件分册[M].北京:航空航天大学出版社,1998
- [3] 方佩敏.新编传感器原理应用电路详解[M].北京:电子工业出版社,1994
- [4] 江正战.串行通信接口标准RS-423/422/485及其应用[J].电子技术应用,1994,9
- [5] 王琦,秦娟英,周伟.用RS-485构成总线型多点数据采集系统[J].计算机自动测量与控制,2000,8
- [6] 余国卫,陈俊生,张丽平,王向磊.单片机串行通讯技术在数据采集系统中的应用[J].微处理机,2005(4)

□