

分布式温度采集网络在恒温控制中的应用

李雪峰

(江苏城市职业学院, 江苏 南通 226006)

摘要: 为实现温度的集中控制, 利用 AT89S52 单片机及 DS18B20 单线数字传感器实现由一个温度采集节点、4 个温度节点和一台主单片机构成分布式的温度监控网络。主机通过多机通信的方式查阅各个节点的温度, 并能够实现发送命令调节各节点温度报警的上下限, 实现超温报警、人工干预及自动调节等功能, 主机选择数码管显示接收到的温度, 从机选择液晶显示器显示采集的温度, 主从机能够实现数据的实时更新与对比。

关键词: 多机通信; 单片机; DS18B20; 数据显示

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)15-0069-04

Distributed temperature gathering network in application of temperature control

Li Xuefeng

(The City Vocational College of Jiangsu, Nantong 226006, China)

Abstract: In order to realize the centralized control of temperature, By using AT89S52 MCU and DS18B20 (single wire digital sensor) consists a temperature acquisition node, Four temperature nodes and one host MCU constitute a distributed temperature monitoring network. Host MCU using multi-computer communication way to refer to the temperature of each node, And send the command to adjust the node temperature alarm limits, so can realize the over temperature alarm, human intervention and automatic control, host select LED display the received temperature, slave MCU choose LCD display the temperature of the acquisition, host and slave MCU can realize data update in real time and contrast.

Key words: multi-computer communication; MCU; DS18B20; data presentation

温度监控在日常生活及工业领域应用相当广泛, 如温室、水池、发酵缸、电源等场所的温度监控。而以往温度监控是由人工完成的而且受不到足够的重视, 其实在很多场所温度都需要监控以防发生意外。针对此问题, 本设计的目的是实现温度的恒定控制, 控制对象是温度。本设计研究的是 5 个 AT89S52 单片机^[1-2]通过串行通信技术实现相互之间的数据交换。在设计中, 利用单片机具有的多机通信功能, 构成主从分布式控制系统^[3-4], 由 1 台主机来控制 4 台从机采集温度, 主机可以向从机发送命令来控制从机, 同时也可以接收从机反馈回来的信息, 主从机之间实现半双工通信^[5]。初始化时, 1 号单片机为主机, 2、3、4、5 号单片机为从机。系统设计中主机主要由自制键盘和指拨开关作为从机地址的选择, 实现控制信号和数据的输入, 并选用数码管显示从机发过

来的温度数据。4 台从机利用数字温度传感芯片 DS18B20 实现温度采集, 选用液晶显示器作为输出设备, 能实现主从数据的对比。

1 系统的硬件设计

单片机控制模块: 控制模块是整个设计方案的核心, 它由 1 台主单片机和 4 台从单片机构成一个半双工通信的分布式网络系统, 4 台从机分别采集 4 个区域的温度, 并能将所采集的温度上传给主单片机, 主机再将采集的温度通过 LED 显示出来。设计的主要思路在于主机与 4 台从机之间的无干扰通信, 它们用不同的通信协议进行区分。主从单片机除不同的外围电路外, 均包括单片机工作的最小系统, 由按键复位电路、时钟电路和 P0 口的上拉电阻构成。

显示模块: 从机的显示部分采用 LCD1602 液晶屏,

《微型机与应用》2013 年第 32 卷第 15 期

网络与通信 Network and Communication

LCD1602 液晶屏的 8 位数据[D0~D7]端口接 P0, 数据选择端 RS 接 P2.0, 读写选择端 R/W 接 P2.1, 使能信号 E 端接 P1.2, 构成显示电路。主机的显示采用 3 寸的数码管, 便于温度数据的大屏显示, 电路如图 1 所示。

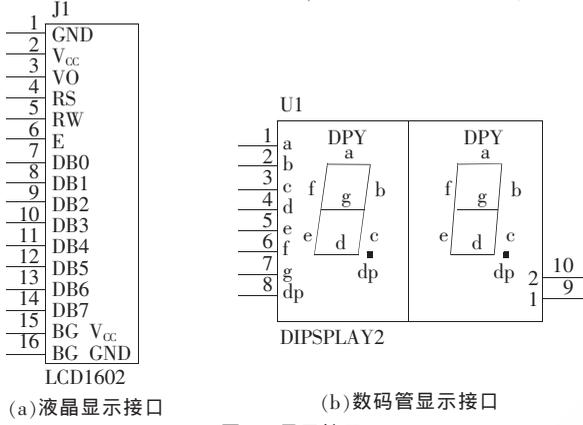


图 1 显示接口

温度采集模块: 温度的测量利用 DALLAS 公司生产的一线式数字温度传感器 DS18B20。它的测温范围为 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$, 测温分辨率可达 0.0625°C , 被测温度用带符号扩展的 16 位补码形式串行输出。CPU 只需 1 根端口线就能与诸多的 DS18B20 通信, 本设计采用 3

引脚 PR-35 封装形式, 接口电路如图 2 所示, V_{CC} 接外部上拉电阻 $R18$, GND 接地, I/O 与单片机的 P1.4 引脚相连。为实现更精确的温度测量, 对于每个从机控制的节点, 温度采集 10 次, 求算术平均值作为单个节点温度。

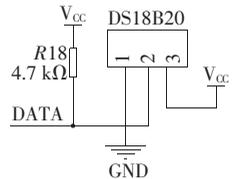


图 2 DS18B20 接口电路

温度监控模块: 若当前温度超过温度上限数据或低于下限数据时, 通过单片机 P1.5 口产生周期为 1 kHz、占空比为 30% 的 PWM 信号驱动蜂鸣器开始报警。待温度恢复到阈值内时蜂鸣器停止报警, 电路原理图如图 3 所示。

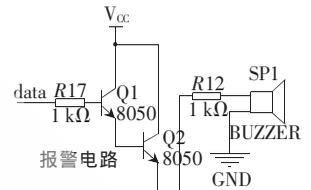


图 3 温度报警接口电路

系统的主机电路除单片机的最小系统外, 利用拨码开关选择与之通信的从机地址, 数码管的驱动采用 74LS245, 主机电路如图 4 所示。

网络通信模块: 主从机之间的通信采用 RS-232-C 接口, 它是目前最常用的一种串行通信接口。它是数据终端设备 (DTE) 和数据通信设备 (DCE) 之间串行二进制数据交换接口技术标准, 该标准对连接器的每个引脚

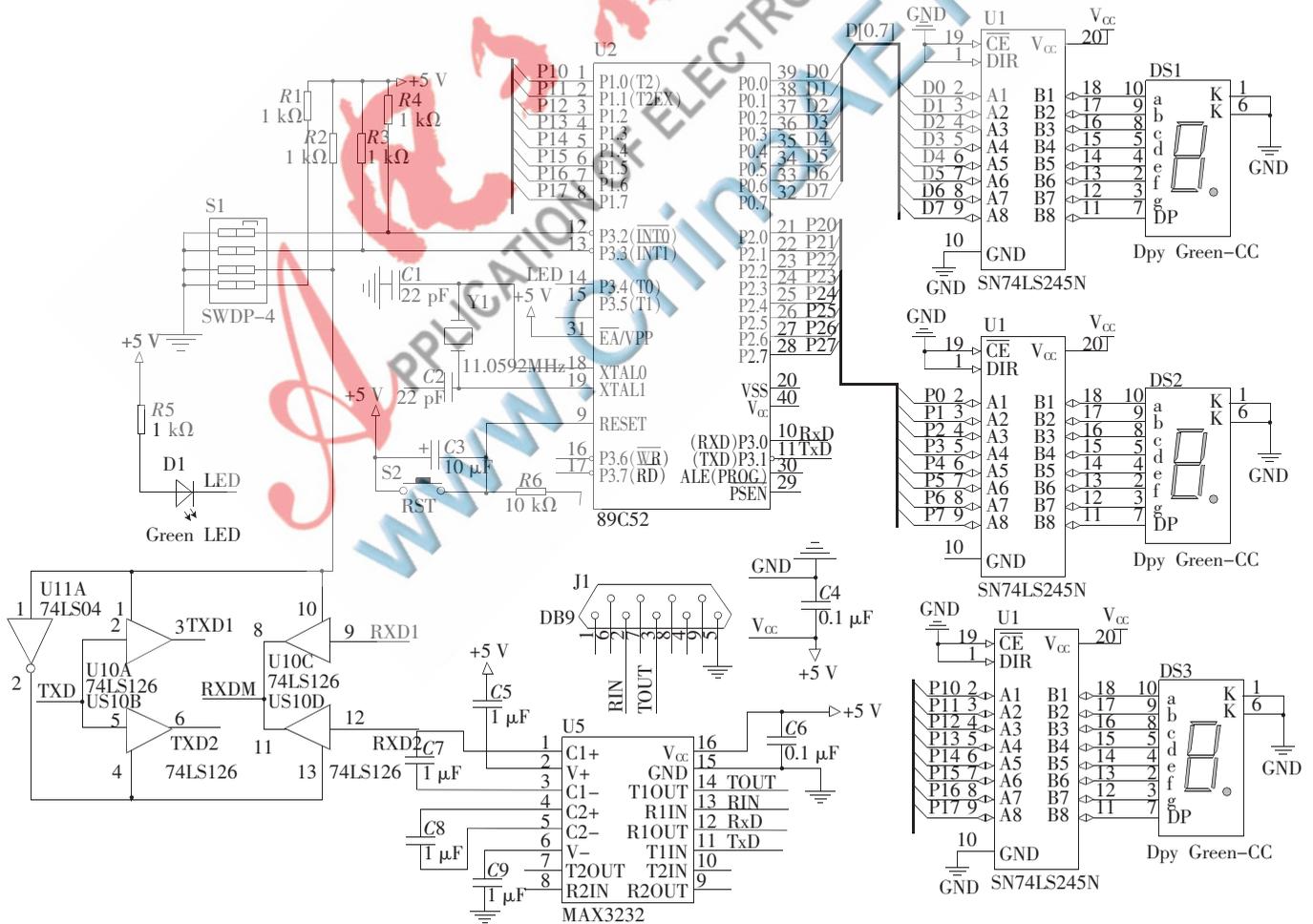


图 4 分布式温度采集系统的主机电路

网络与通信 Network and Communication

的信号内容和电平加以规定。单片机处理的是 TTL 信号,RS232 则是另外一种电平信号,所以接口电路需要进行电平转换,采用美信公司的 MAX232 芯片,可以实现 TTL 电平与 RS-232C 电平相互转换,系统中共用到了 3 根信号线,分布式 TXD、RXD 和 GND。为避免总线上的数据冲突,采用了三态门 74LS126 和非门 74LS04,通过拨码开关选择从机通信地址,确保一次通信发生于主机与选定的从机之间,并能稳定地工作。

系统的从机电路构成比较简单,除单片机最小系统外,包括 DS18B20 数据采集电路、液晶显示电路和 RS232 的串行接口电路如图 5 所示。

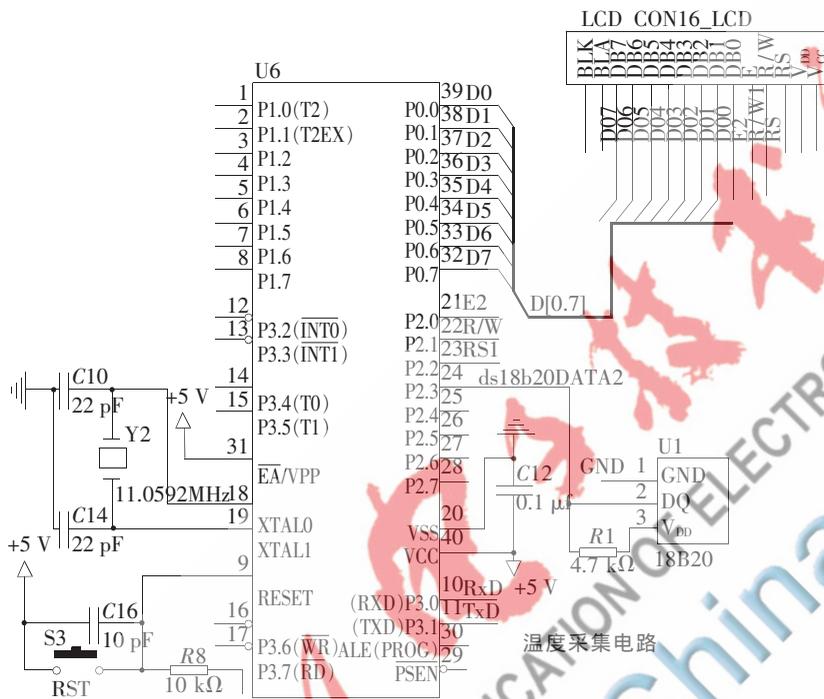


图5 分布式温度采集系统的从机电路

2 系统的软件设计

要能实现可靠的数据传输,必须利用单片机的串行口功能,51 单片机串口工作方式 2、3 能满足系统设计的需要。

(1) 多机通信原理^[5]和通信协议

多机通信中,要保证主机与从机间进行可靠的通信,通信接口必须具有从机身份的识别功能。串行口控制寄存器 SCON 中的 SM2 位就是为满足这一要求而设置的多机通信控制位。串行口以方式 2 或方式 3 实现多机通信,发送和接收的每一帧信息都是 11 位,其中第 9 数据位是可编程位,通过对 SCON 的 TB8 赋值 1 或 0,以区别发送的是地址帧还是数据帧。若从机的控制位 SM2=1,则接收的是地址帧,数据装入 SBUF,并置 RI=1,向 CPU 发出中断请求;若接收的是数据帧,则不产生中断标志,信息将抛弃。若 SM2=0,则无论是地址帧还是数据帧都产生 RI=1 中断标志,数据装入 SBUF。

通信协议主要是区别主机和从机、从机与从机的地址。通信协议同样要规定相同通信速率,为实现多机之间的无干扰通信,系统编写如下的通信协议:

①数据传输的双方均使用 9 600 b/s 的速率传送数据,使用主从式通信,主机发送地址数据,并接收从机发过来的反馈和温度数据。双方在发送数据时使用查询方式。从机接收数据使用中断接收。

②双机开始数据传输时,主机采用广播方式发送地址帧呼叫从机。

③各从机开始都处于只收地址帧状态。接收到地址帧后,将接收到的地址和本机地址比较,如果地址相同,则向主机返回本机地址作为确认信息,并开始上传数据;如果不同,则继续等待。

④主机在发送地址帧后等待,如果接收到的应答信息中的内容和所发地址帧的内容相同,就开始等待接收数据;如果不一致,主机将继续发送地址帧。如多次应答仍无回应,则认为出错,主机跳出本次通信。

(2) 模块化程序设计^[6-7]

采用模块化的设计方法,将系统的程序设计复杂度大大降低。主机程序调用了 4 个子程序,分别是按键扫描及处理程序、数码管显示程序、串行口数据收发程序、温度超限报警程序。数码管显示程序用于温度等数据的实时显示;按键扫描及处理程序实现按键识别、按键输入及相关处理;温度超限报警实现接收的数据与设定温度上下限比较,若超限则报警;串行口数据收发程序实现主从机之间的半双工通信。

从机程序包括 5 个子程序,分别是温度采集程序、液晶显示程序、串行口的收发程序、按键扫描程序、温度超限报警程序。温度采集程序负责把 DS18B20 所采集的现场温度读入到指定的数组中;温度越界判决程序对现场温度与设定的温度上下限进行比较,若温度越界,则报警;按键扫描程序主要用于温度上限和下限的设置;串行口数据收发程序实现主从机之间的半双工通信。

(3) 多机通信的程序设计

主机主要负责将从机节点的温度采集过来并进行显示,因此主程序主要包括串行口的初始化、数码管显示初始化、中断设置,并能通过拨码键盘选择相应的从机,通过按键设定待发送温度的上下限,另外还需完成从机通信的切换,在主机中断服务程序中实现数据采集,具体流程图如图 6 和图 7 所示。

主机程序设计:

从机主程序包括串口初始化、LCD 液晶初始化、DS18B20 温度采集、按键扫描与检测;在中断服务程序

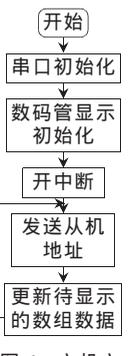


图6 主机主程序流程图

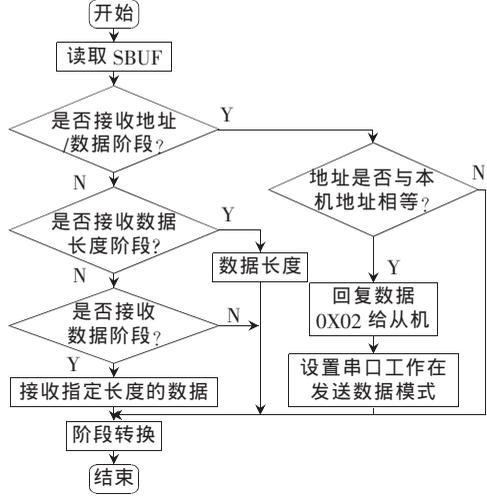


图7 主机中断服务程序流程图

中主要将采集到的温度数据通过串口送给主机。

从机程序设计如图8和图9所示。

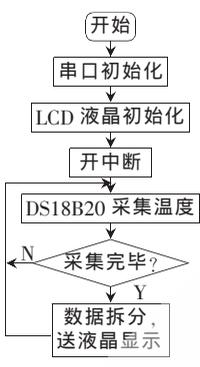


图8 从机主程序

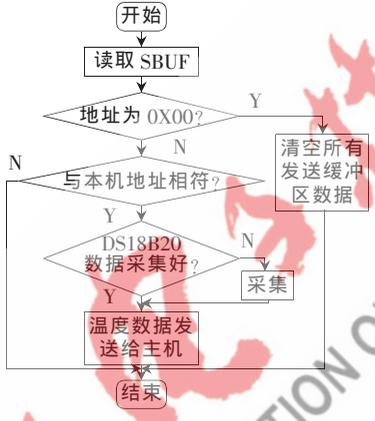


图9 从机中断服务程序

(4) 温度采样及数据处理子程序设计

从机温度的测量采用单总线数字温度传感器 DS18B20, 根据 DS18B20 的通信协议, 读写数据须经 3 个步骤: 每一次读写之前都要对 DS18B20 进行复位, 复位成功后发送一条 ROM 指令, 最后发送 RAM 指令, 这样才能对 DS18B20 进行预定的操作。DS18B20 在其 ROM 中都存有其唯一的 48 位序列号, 在出厂前已写入片内 ROM 中。主机在进入操作程序前必须用读 ROM(33H) 命令将该 DS18B20 的序列号读出。程序可以先跳过 ROM, 启动所有 DS18B20 进行温度变换, 之后通过匹配 ROM, 再逐一地读回每个 DS18B20 的温度数据, 具体步骤如图 10 所示。

(5) 液晶显示程序设计

液晶屏显示温度的上限值 Hi、下限值 Lo、当前温度 Current Temperature。程序设计主要考虑先对液晶模块初始化, 检测液晶是否忙碌, 延时之后将第一行显示命令写入, 接着写入要显示的数据, 再次延时之后将第二行显示命令写入, 接着写入要显示的数据, 流程图如图 11

所示, 显示格式如图 12 所示。



图10 DS18B20 测温流程图

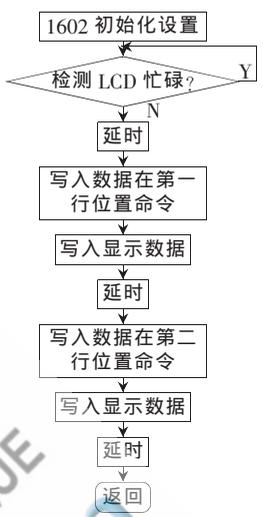


图11 液晶显示的流程图

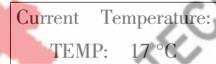


图12 液晶屏显示格式

其他程序设计: 按键检测主要用于温度上限和下限的设置, 液晶屏显示温度和温度界限屏的切换。另外, 在主机中特别设置了清空数据缓冲区的按键, 一旦清空键按下, 将原本从机发过来的温度数据清零, 开始准备接收另一从机的温度数据。主从机的温度越限报警程序将采集的温度数据与设置值比较, 若越限则实现报警。

3 系统调试

系统刚上电时, 首先完成设备的初始化, 各个从机启动 DS18B20 测量温度, 并将测量值与给定值进行比较, 若越限则实现声光报警。主机通过扫描按键及编码键盘获得待通信的从机地址, 接着建立主从通信网络, 从机将采集过来的温度数据上传, 主机则将采集的数据进行显示。另外主机通过清空按键和编码键盘切换与之通信的从机, 从而实现分布式的温度控制。另外主机还能通过串口给各个从机统一设置温度的界限。实验证明, 该分布式温度采集网络工作可靠, 性价比高, 对其他单片机分布式网络应用具有一定的参考意义。

参考文献

- [1] 余发山. 单片机原理及应用技术[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2006.
- [2] 赵佩华. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [3] 肖硕, 荆刚. 单片机数据通信典型应用大全[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2011.
- [4] 张淑清. 单片微型计算机接口技术及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997.
- [5] 谢筑森, 张辉. 单片机开发与典型应用设计[M]. 合肥: 中

- 国科学技术大学出版社.
- [6] THOMS W. Schultz, C and the 8051[M]. Prentice Hall PTR, 1999.
- [7] The I²C Bus Concept and Specification [M]. Philips Semiconductors, 1992.
- [8] 戴佳,戴卫恒.51 单片机 C 语言应用程序设计,实例精讲[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [9] 彭伟.单片机 C 语言程序设计 100 例[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [10] 郭天祥.51 单片机 C 语言教程[M].北京:电子工业出版社,2011.
- (收稿日期:2013-04-14)

作者简介:

李雪峰,男,1980 年生,讲师,主要研究方向:信号与信息处理,嵌入式系统设计。

