

基于 DS18B20 的多路温度监测系统设计与仿真

本文提出一种基于 DS18B20 和 AT89C51 的多路温度监测系统，详细介绍了系统的硬软件设计。该设计通过 DS18B20 单总线结构与单片机多路并行输入相结合的硬件改进方式，克服了 DS18B20 采用单总线结构时温度数据读取慢、单总线驱动能力不足的问题，实现了多路温度实时快速读取和巡回监测。该系统还具有超温报警，与上位机通讯等功能。

最后，利用 Proteus 与 Keil C51 软件联合仿真实现了设计的仿真调试。

0 引言

在实时温度监控系统中，如大棚温度监控、冷库测温、智能建筑温度控制等系统中，经常需要进行多路温度的采集和检测。快速、可靠地采集到高精度温度数据可为控制系统的工作提供可靠的依据。传统上，温度测量方法多以热敏电阻、热电偶等为温度敏感元件，但都存在可靠性差、精度低、需 A/D 转换以及线路复杂等的缺点。

本文提出采用美国 Dallas 公司生产的单总线数字温度传感器 DS18B20 和 AT89C51 单片机构成高精度的多路温度监测系统，在单片机的控制下巡回监测多路温度，高低温度超限报警，并可实现与上位机通讯等功能。

1 DS18B20 简介

DS18B20 是 Dallas 公司推出的 1-Wire 式单总线智能数字温度传感器。与传统的热敏电阻相比，它能够直接读出被测温度，温度测量范围为 $-55\sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；可通过编程实现 9~12 位的转换精度，对应的可分辨温度分别为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $0.125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $0.0625\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，可满足高精度设计要求；在 9 位分辨率时最多在 93.75 ms 内把温度转换为数字，12 位分辨率时最多在 750 ms 内把温度值转换为数字；电源供电范围 $3.0\sim 5.5\text{ V}$ ；读取或写入信息到 DS18B20 仅需要单总线接口（即将地址线、数据线、控制线合成一条信号线）；测量结果直接输出数字温度信号，串行传送给 CPU 同时可传送 CRC 校验码，具有极强的抗干扰纠错能力；使用 DS18B20 可使系统结构简洁，可靠性更高。以上特性使得 DS18B20 非常适用于构建高精度的多路温度采集与检测系统。

2 硬件电路设计

系统原理框图如图 1 所示，系统由多片 DS18B20、AT89C51 单片机、LED 驱动显示电路、温度上下限设定电路、报警提示电路、串行通信接口、时钟电路、复位电路等构成。

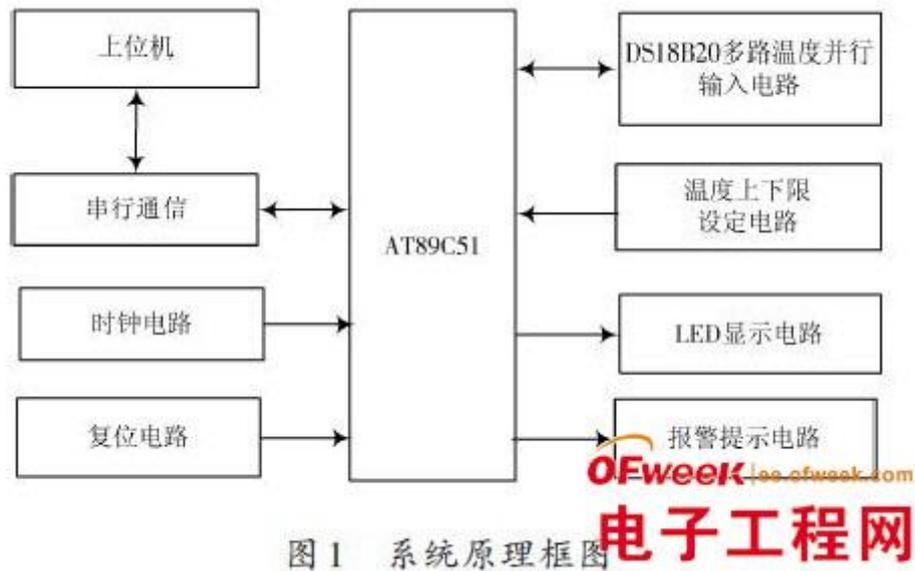


图1 系统原理框图

系统采用 8 片 DS18B20 构成温度采集电路，8 片 DS18B20 采用单总线与并行输入相结合的方式接至单片机的 P1 口。单片机巡回采集各路 DS18B20 送来的温度信息后，通过软件设计算法，将处理后的温度信息及相应的温度路数通过 LED 数码管显示出来，各路温度值的上下限可通过 P3.2~P3.4 独立式键盘进行设定。若某路超过温度设定的上下限将进行通过 P3.5 或 P3.6 进行报警提示。此外，可通过串行口 RS 232 模块将各路温度数据送上位机处理。系统采用 Proteus 仿真软件设计的仿真电路如图 2 所示，此时 LED 显示的是第 3 路温度值。

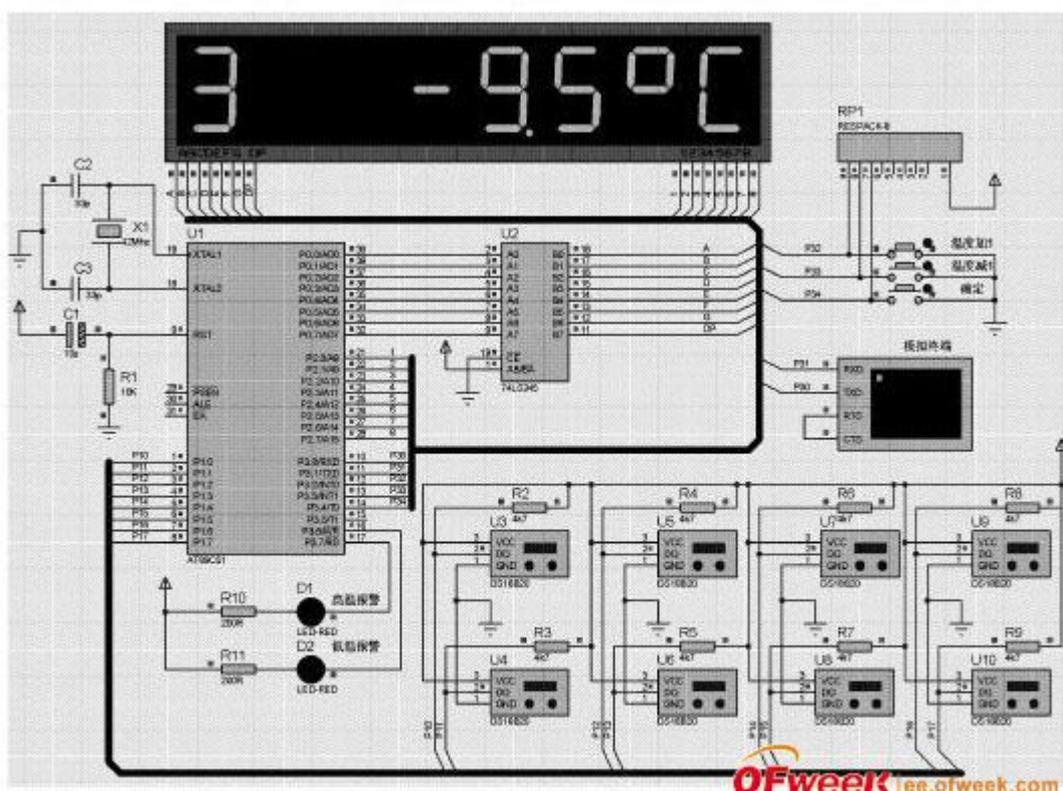


图2 硬件仿真电路图 **电子工程网**

2.1 测温电路设计

采用 8 片 DS18B20 组成多路测温电路。DS18B20 内部均有一个全球唯一的 64 位产品序列号，单片机通过序列号可对一条总线上的多路 DS18B20 进行控制，读取其温度。但 DS18B20 仅由单总线采集多路温度数据时，软件设计算法复杂，读取速度慢，无法适用于实时性要求高的测温场合。特别是当单总线上挂接的 DS18B20 传感器个数大于 8 个时，采用寄生电源供电方式亦存在总线驱动能力不足等问题[3]。为此，本设计采用“单总线结构+并行 I/O 口输入”相结合的方式，实时巡回采集多路 DS18B20 的温度信息。具体做法是：硬件上将 8 片 DS18B20 的单总线分别连到单片机的并行 P1 口引脚，同时各片 DS18B20 的电源端采用外部电源供电方式，且每个单总线另接一个 4.7 kΩ 的上拉电阻到 5 V 电源以保证达到足够的工作电流；软件上读取多路温度与读取单路温度的操作类似，不需读取读出所用 DS18B20 的序列号，而只需通过参数传递来循环读取各路温度数据（软件设计中介绍）。

2.2 键盘与 LED 显示电路设计

LED 显示电路设计：P0 口输出显示代码经 74LS245 驱动后接到 8 位 LED 数码管的段选线，P2 口输出接到 LED 的位选线。正常情况下，8 位 LED 数码管用于循环显示通道号及该通道的温度值。

键盘输入设计:采用独立式键盘 P3.2~P3.4 用来修改温度报警的上限与下限值。系统默认的温度报警上限为 50 ℃,下限为-10 ℃。系统上电后,LED 数码管将先后显示温度报警上/下限值。若按 P3.2 键报警值加 1;若按 P3.3 键报警值减 1;P3.4 为确定键,用于保存修改值。

此外,当系统检测到当前通道温度值超过设定的上、下限时,将通过 P3.6,P3.7 进行闪光报警提示。

2.3 串行通信设计

检测系统可通过串行口与上位机进行通信,向上位机传送温度值及相应的通道号。实物中通过 RS 232 串行接口与上位机连接,上位机的控制界面由 VB 6.0 编写。当运行 Proteus 软件时,可以从虚拟终端看到上位机接收到的 8 个通道的温度数据及相应的通道号。

3 软件设计

3.1 软件总体设计

如图 3 所示。

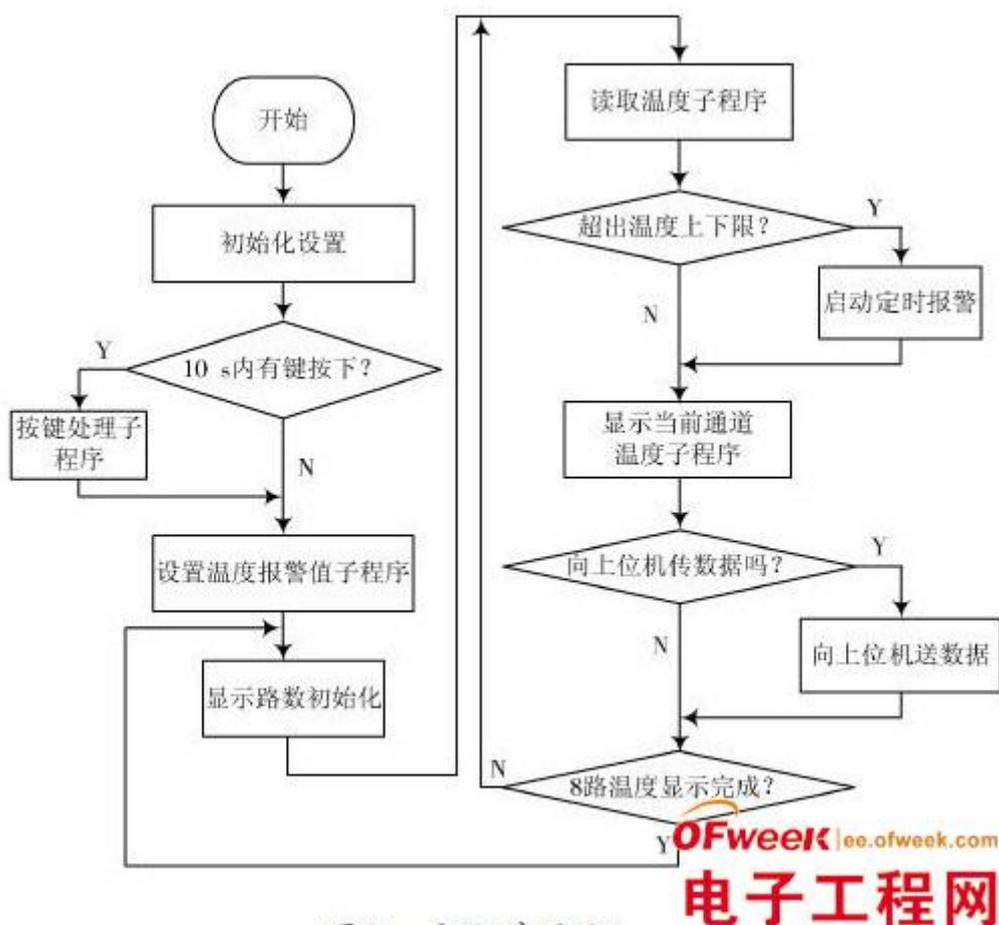


图3 主程序流程

系统上电复位后，程序主要包括：

(1) 系统初始化设置。

(2) 按键处理子程序：LED 数码管显示上限报警温度值并闪烁，若 10 s 之中有按键输入修改温度值，则进行键盘操作直至修改完成，并保存温度上限值；若 10 s 之内无按键输入或按 P3.4 “确定” 键，则保存上限温度；接着显示下限报警温度值并闪烁，重复上述操作后保存下限报警温度值。

(3) 温度报警值设置子程序：实现将 8 路的报警温度写入 DS18B20 中，流程图详见图 4 所示。

(4) 读取温度子程序：在对显示路数初始化后，进行温度值读取，这是软件设计的关键，下面将单独介绍。

(5) 温度报警处理：读取某路 DS18B20 温度值及报警上下限值后，进行比较，若超出范围则启动定时器 0，驱动上/下限报警提示单元。

(6) 显示当前通道温度子程序：取得当前通道号后，根据读取的 2 字节温度值（温度暂存器格式参考 DS18B20 技术手册），判断其符号位并分别读取其整数部分和小数部分，通过运算后保存到显示缓冲区，进行动态显示，并刷新显示若干时间。

(7) 上位机通信子程序：每采集一路温度数据，通过 RS 232 串口，将其通道号、温度值发送给上位机，完成相应通道的温度数据采集处理。

(8) 循环修改：修改通道号，进行下一路温度数据采集，直至 8 路温度处理完成，如此循环往复。

3.2 读取温度子程序设计

采用 DS18B20 进行单路测量时，可直接与单片机相连，不需读取读出器件的 64 位产品序列号。当采用 DS18B20 进行多路测温时，在初始化操作后，通常的做法是需要在线逐个地搜索 64 位 ROM 编码以确认各个 DS18B20 所在位置，并对 ROM 编码进行冗余校验，算法设计复杂。且等待多路搜索是否完成需要消耗大量的时间，使程序执行的效率和系统实时性受到了影响。

本设计采用“单总线结构+并行 I/O 口输入”结合的方式巡回读取多路温度。DS18B20 作为单总线芯片，进行信息交换时有严格的读/写时序要求。读取温度子程序流程如图 5 所示。首先通过参数传递将通道号传给读取温度子程序，接着对 DS18B20 进行初始化，然后直接执行跳过 ROM 命令（CCH），即不读取 64 位 ROM 编码而直接向 DS18B20 发出功能命令，节约了时间。之后，再向 DS18B20 发送温度转换命令（44H），DS18B20 启动温度采样与 A/D 转换，并将转换数据存储在暂存器中。

然后再次初始化 DS18B20，并在再一次跳过 ROM 命令后，执行单片机读暂存器命令（BEH），根据传递参数确定的通道号，可将通道号对应的 DS18B20 高速暂存存储器的 9 个字节数据读入单片机中，其中第 0, 1 字节分别是温度值低位 (LS byte) 和高位 (MS byte)，第 2, 3 字节分别是高温限值 (TH) 和低温限值 (TL)，从而完成某通道 DS18B20 的温度采集。

3.3 软件设计流程

软件设计流程如图 4, 图 5 所示。



图4 设置温度报警值子程序流程

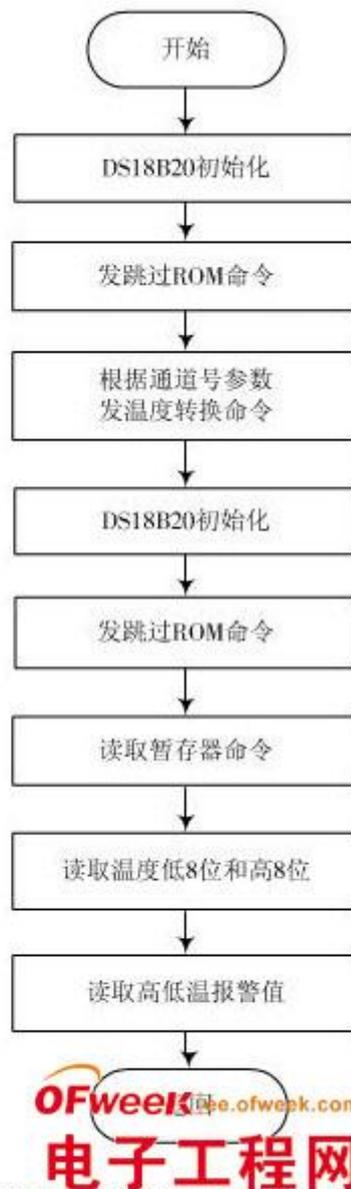


图5 读温度子程序流程

4 Keil C51 与 Proteus 联合仿真

软件采用 C 语言编程,在 Keil C51 集成开发环境下将编写的程序进行编译、调试[6],并生成目标文件 (XX.hex)。

同时利用嵌入式仿真软件 Proteus 绘制出电路仿真原理图, CPU 选择 AT89C51. 双击 AT89C51, 在出现的对话框中的“Program file”加入已生成的 XX.hex 文件, 并进行仿真调试, 调试成功则可以修改温度报警值, 及在正常运行时看到循环显示所采集到的温度值、通道号, 仿真效果图如图 6 所示。

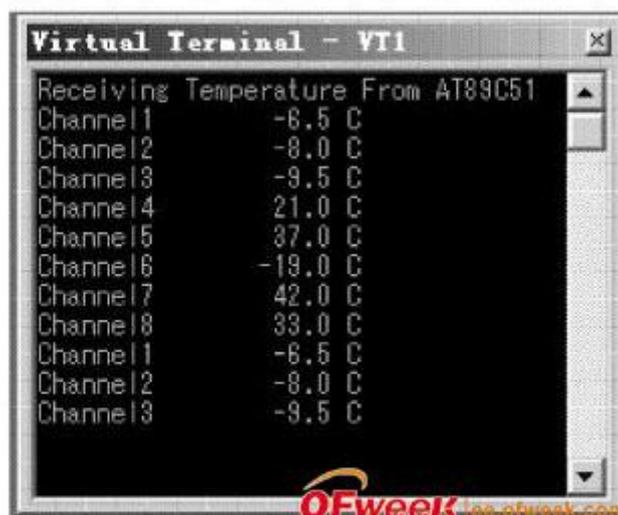


图6 模拟终端的电子工程网

5 结语

本设计以 Proteus 仿真软件作为开发工具，以 AT89C51 单片机作为控制核心，使用 DS18B20 芯片作为温度传感器，加上适当的外围电路，组成了多路温度巡回监测系统。与传统温度传感器相比，可直接输出数字信号而不必考虑 A/D 转换问题，抗干扰能力与可靠性大大提升。同时，采用单总线与多路并行输入相结合的方法，克服了 DS18B20 传统上采用单总线结构时所存在的问题，实现多路温度实时读取、巡回监测、与上位机通信等功能，且系统具有结构简洁、精度高、适应性强、维护方便等优点，在多路温度采集与监测领域中有很好的实用价值。