

文章编号:1004—5570(2007)03—0119—04

# 单总线数字温度传感器 DS18B20 原理及应用

农 静<sup>1</sup>, 郑宗亚<sup>1</sup>, 刘志杰<sup>2</sup>

(1. 上海海事大学, 上海 200135; 2. 贵州师范大学 网络与信息中心, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:**介绍了美国 DALLAS 公司生产的单总线数字温度传感器 DS18B20 的内部结构、工作原理以及与单片机的接口连接方式和 C 语言的编程方法。与传统装置相比,具有结构简单、测温精度高、应用面广等特点。

**关键词:**传感器;单总线;DS18B20

**中图分类号:**TP27 **文献标识码:**A

## The principle and application of 1-wire digital temperature sensor DS18B20

NONG Jing, ZHENG Zong-ya, LIU Zhi-jie

(1. Shanghai Maritime University, Shanghai, 200135, China;

2. Centre of Network and Information, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China)

**Abstract:** This paper introduces the characteristics, structure and principle of digital temperature sensor DS18B20. Meanwhile, the hardware interface and the software design are given between 89C2051 and DS18B20 in temperature measurement. Compared with the traditional temperature control devices, this system has the characters of simpler structure, higher precision and wider application.

**Key words:** sensor; 1-wire; DS18B20

DS18B20 是美国 DALLAS 公司生产的单总线数字温度传感器,可把温度信号直接转换成串行数字信号供微机处理,在一条总线上可挂接多个 DS18B20 芯片,是只有一个总线命令者和一个或多个从者组成的计算机应用系统。主机或从机通过一个漏极开路或三态端口连至该单总线,以允许设备在不发送数据时能够释放总线,而让其他设备使用总线。单总线通常要求外接一个约为  $4.7k\Omega$  的上拉电阻,当总线闲置时,其状态为高电平。DS18B20 数字温度传感器可提供 9 ~ 12 位温度读数。读取或写入 DS18B20 的信息仅需一根总线,总线本身可以向所有挂接的 DS18B20 芯片提供电源,而不需额外的电源。由于 DS18B20 这一特点,非常适合于多点温度检测系统,硬件结构简单,方

便联网,在仓储管理、工农业生产制造、气象观测、科学研究以及日常生活中被广泛应用。

文章将介绍智能集成温度传感器 DS18B20 的结构特征及控制方法,给出以此传感器和 89C2051 单片机构成的最小温度测量系统,并对其程序设计作了介绍。

### 1 DS18B20 性能特点<sup>[1]</sup>

采用单总线专用技术,既可通过串行口线,也可通过其它 I/O 口线与微机接口,无须经过其它变换电路,直接输出被测温度数字量(9 ~ 12 位二进制数,含 1 位符号位,可由编程决定具体位数)。

测温范围为  $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ ,测量分辨率为

收稿日期:2007-02-05

作者简介:农 静(1973-),女,广西蒙山县人,硕士研究生,研究方向:检测技术与自动化装置。

0.5℃,最高可达 0.062 5℃。

内含 64 位经过激光修正的只读存储器 ROM。

适配各种单片机或系统机。

用户可分别设定温度的上、下限。

供电方式有两种:①外加电源电压为 3.0 ~ 5.5V;②寄生电源。

## 2 DS18B20 内部结构

DS18B20 内部框图如图 1 所示<sup>[1]</sup>。主要包括 7 部分:①64 位光刻 ROM 与单线接口;②温度传感器;③寄生电源;④温度报警触发器 TH 和 TL,分别用来存储用户设定的温度上、下限;⑤高速暂存器,即便笺式 RAM,用于存放中间数据;⑥存储与控制逻辑;⑦8 位循环冗余校验码(CRC)。

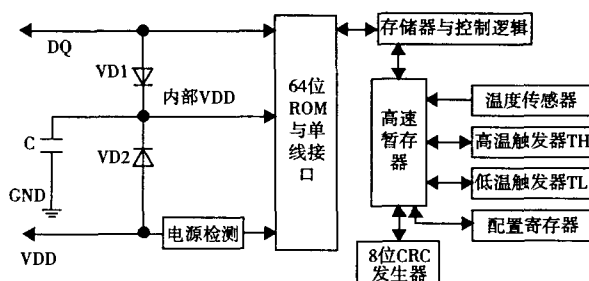


图 1 DS18B20 内部结构

Fig. 1 DS18B20 Block Diagram

光刻 ROM 中的 64 位序列号是出厂前被光刻好的,它可以看作是该 DS18B20 的地址序列码。第一个八位为单总线器件识别码(DS18B20 为 28h),接下来 48 位是器件的惟一系列码,最后八位是前 56 位的 CRC 校验码。每个 DS18B20 的序列号都各不相同,这样就可以实现一根总线上挂接多个 DS18B20 的目的。

其温度传感器可完成对温度的测量,以 16 位带符号扩展的二进制补码形式,存储在便笺 RAM 的第 0、1 字节。单片机可通过单线接口读到该数据,读取时低位在前,高位在后,数据格式以 0.062 5℃ / LSB 形式表示。当工作在 12 位分辨率下温度与数字输出的对应关系如表 1 所列。DS18B20 完成温度转换后,就把测得的温度值与 TH、TL 做比较,若  $T > TH$  或  $T < TL$ ,则将该器件内的告警标志置位,并对主机发出的告警搜索命令做出响应<sup>[2]</sup>。

配置寄存器的 R1、R0 位可编程设定温度分辨率,如表 2 所示。分辨率设定及用户设定的报警温度存储在非易失性电擦写 EEPROM 中,掉电后仍

然保存。

表 1 DS18B20 中的温度传感器对温度的测量值

Tab. 1 Temperature Data Relationship

温度值	16 进制输出
+125℃	07D0H
+85℃	0550H
+25.0625℃	0191H
+10.125℃	00A2H
+0.5℃	0008H
0℃	0000H
-0.5℃	FFF8H
-10.125℃	FF5EH
-25.0625℃	FF6FH
-55℃	FC90H

表 2 R1、R0 位设定分辨率和最大转换时间

Tab. 2 Thermometer resolution configuration

R1	R2	Thermometer Resolution	Max Conversion Time
0	0	9-bit	93.75ms ( $t_{conv}/8$ )
0	1	10-bit	187.5ms ( $t_{conv}/4$ )
1	0	11-bit	375ms ( $t_{conv}/2$ )
1	1	12-bit	750ms ( $t_{conv}$ )

## 3 DS18B20 控制方法

DS18B20 的管脚排列如图 2 所示。其中,NC 为空引脚,不连接外部信号;为接电源引脚,电源供电 3.0 ~ 5.5V;GND 接地;DQ 为数据的输入和输出引脚。

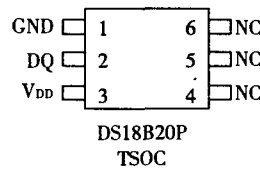


图 2 DS18B20 引脚分布图

Fig. 2 DS18B20 pin Assignment

DS18B20 与单片机的连接有两种方法,一种是 VDD 接外部电源,GND 接地,DQ 与单片机的 I/O 线相连;另一种是用寄生电源供电,此时 VDD、GND 接地,DQ 接单片 I/O。无论是内部寄生电源还是外部供电,I/O 口线都要接 4.7kΩ 左右的上拉电阻。

主 CPU 对 DS18B20 的访问流程是:对 DS18B20 初始化→ROM 操作命令→存储器(包括便笺式 RAM 和 EEPROM)操作命令→数据处理<sup>[2]</sup>。单总线上所有处理都从初始化开始,初始

化时序由主机发出的复位脉冲和一个或多个从机发出的应答脉冲组成。主机接收到从机的应答脉冲后,说明有单总线器件在线,主机就可以开始对从机进行 ROM 命令和存储器操作命令,使

DS18B20 完成温度测量并将测量结果存入高速暂存器中,然后读出此结果。DS18B20 有五条 ROM 操作命令和六条存储器操作命令<sup>[1]</sup>,其中存储器操作命令如表 3 所示:

表 3 存储器操作命令  
Tab.3 Memory command functions

指 令	约定代码	操 作 说 明
温度转换	44H	启动 DS18B20 进行温度转换
读暂存器	BEH	读暂存器 9 个字节内容
写暂存器	4EH	将数据写入暂存器的 TH、TL 字节
复制暂存器	48H	把暂存器的 TH、TL 字节写到 EEPROM 中
重新调 EEPROM	B8H	把 EEPROM 中的 TH、TL 字节写到暂存器 TH、TL 字节
读电源供电方式	B4H	启动 DS18B20 发送电源供电方式的信号给主 CPU

所有的 1—Wire 总线器件要求采用严格的信号时序,以保证数据的完整性。DS18B20 共有 6 种信号类型:复位脉冲、应答脉冲、写 0、写 1、读 0 和读 1。所有这些信号,除了应答脉冲以外,都由主机发出同步信号。并且发送所有的命令和数据都是字节的低位在前。详细的时序图可参见 DS18B20 数据手册。

4 智能温度测量系统

由 DS18B20 构成的最小温度测量系统由三部分组成:DS18B20 温度传感器、89C2051、显示模块<sup>[3]</sup>。

基于 DS18B20 的温度测量装置<sup>[4]</sup>电路如图 3 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,输出脚 DQ 直接与单片机的 P3.5 相连,R1 为 5kΩ 上拉电阻,传感器采用外部

电源供电。若采用带屏蔽的双绞电缆线,连线的长度可以达到 150m。89C2051 是整个装置的控制核心,89C2051 内带 2K 字节的 FlashROM,用户程序存放在这里。显示器模块由四位共阳数码管和 4 个 9012 组成。系统的运行程序采用 C 语言编写,采用模块化设计,整体程序由主程序和子程序组成<sup>[3][5]</sup>。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。

其中,系统对 DS18B20 操作的总体流程图如图 4 所示。

在对 DS18B20 进行读写操作时必须严格地按照 DS18B20 的时序进行,另外 89C2051 还要对 LED 进行动态显示驱动,因而软件相对比较复杂。而 89C2051 单片机内部仅有 2K 的程序存储空间,因此编程时就要求精打细算。

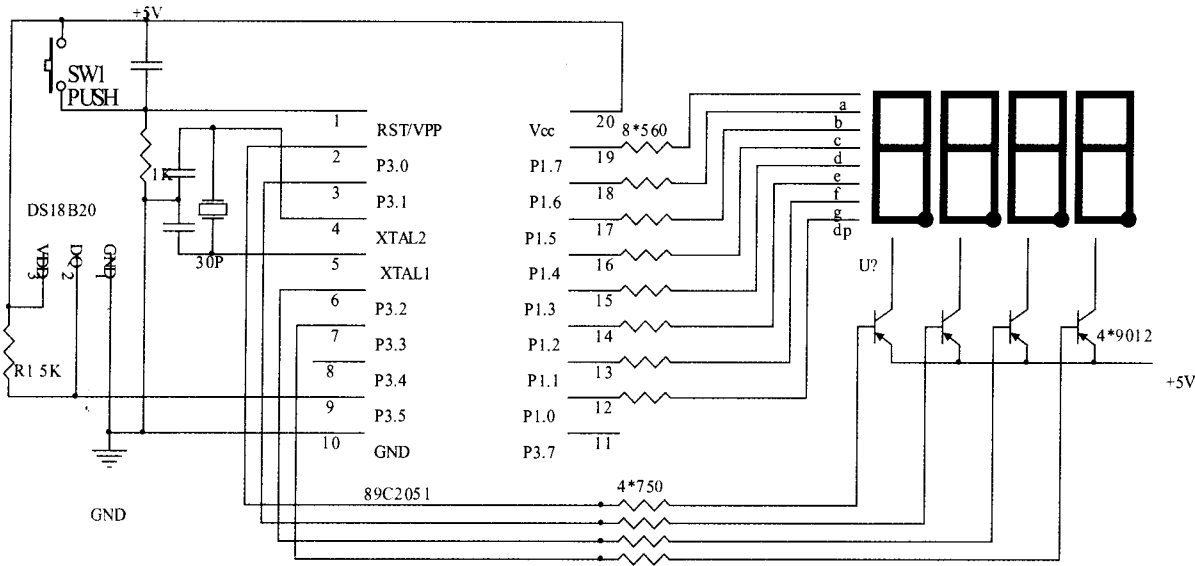


图 3 基于 DS18B20 的温度测量装置电路图  
Fig.3 Hardware diagram of temprature measure system with DS18B20

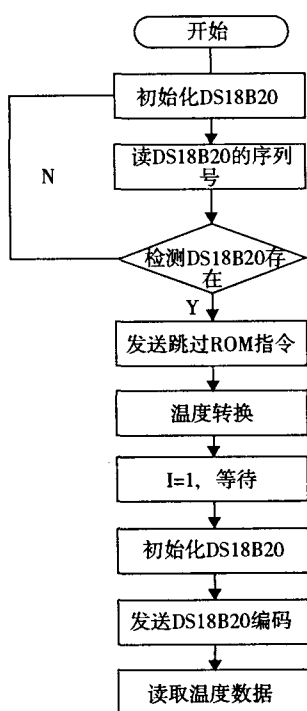


图 4 DS18B20 操作的总体流程图

Fig.4 Flow Chart of software

单个 DS18B20 温度读写的部分程序如下。

```

#include <reg51.h>
#include <adsacc.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
bit P3_5 = P3^5
uchar TEMP;          //温度值的变量
uchar flag1;         //温度的正、负标志位

void delay(unsigned int count) //延时子程序
{ ... }

void dsreset(void)          //复位和初始化
{ ... }

bit teread1(void)          //读取数据的一位
{ ... }

unsigned char tmpread2(void) //读一个字节
{ ... }

void tmpwrite(unsigned char dat) //写一个字节
{ ... }

void tmpchange(void)        //DS18B20 开始转换
{ dsreset();               //复位
  delay();                 //延时
  tmpwrite(0xcc);          //跳过 ROM 命令
  tmpwrite(0x44);          //发送转换命令 44H
}

void tmp(void)              //读取温度

```

```

{ unsigned char a,b;
  dsreset();              //复位
  delay(1);              //延时
  tmpwrite(0xcc);        //跳过 ROM 命令
  tmpwrite(0xbe);        //发送读取命令
  a = tmpread2();        //读取低位温度
  b = tmpread2();        //读取高位温度
  flag1 = b;
  if(flag1)              //若 b 为 1 则为负温
  {
    TEMP = ~a + 1;      //对负温去除其补码
  }
  else
  {
    TEMP = a;
  }
}

rom()                    //读取序列号子程序
{ ... }

main()
{
  do{
    tmpchange();          //温度转换
    delay(200);          //延时
    tmp();                //读取温度
  } while(1)
}

```

## 5 结语

本文以广泛应用的数字温度传感器 DS18B20 为例,说明了 1—Wire 总线的操作过程和基本原理。事实上,基于 1—Wire 总线的产品还有很多种,如 1—Wire 总线的 EEPROM、实时时钟、电子标签等。它们都具有节省 I/O 资源、结构简单、开发快捷、成本低廉、便于总线扩展等优点,因此有广阔的应用空间,具有较大的推广价值。

## 参考文献:

- [1] DS18B20 Data Sheet[z]. DALLAS SEMICONDUCTOR, 2001.
- [2] 韩志军,刘新民. 数字温度传感器 DS18B20 及应用[J]. 南京工程学院学报(自然科学版),2003,1(1):9-14.
- [3] 李钢,赵彦峰. 1—Wire 总线数字温度传感器 DS18B20 原理及应用[J]. 现代电子技术,2005,(21):20-23.
- [4] 沙占友,王晓君,马洪涛,等. 智能化集成温度传感器原理与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [5] 刘建亭,毛善坤. DS18B20 工作原理及基于 C 语言的接口设计[J]. 仪器仪表用户,2005,12(6):138-140.