

DS18B20 在桥梁混凝土测温中的应用

作者：中南大学铁道校区防灾研究所 蒋晴霞 赵望达 裘志浩

摘要：摘要介绍美国 DALLAS 公司的单线数字温度传感器 DS18B20 在其前代产品 DS1820 基础上的新特性和与单片机的较详细的接口电路及读写时序，并针对它在桥梁混凝土测温系统的应用中出现的与硬件和软件有关的问题给出解决方法。

关键词：DS18B20 混凝土 测温单片机

概述

秦皇岛-沈阳高速铁路客运专线上有许多要架桥的路段，而在远离桥梁厂的野外现场浇制桥梁时，为保证梁身浇注的质量，须做到：① 养护时梁内任意两点之间的温度差不能超过规定值；② 混凝土浇注后 14 天的水化热温度曲线须符合所用规格混凝土的水化热温度曲线；③ 混凝土受太阳照射后桥身的各个部位的热胀冷缩不同，导致桥面和腹板出现日照温差，产生温度应力，此应力不能超过一安全极限值，否则将影响桥梁的承载力。本系统采用 DS18B20 和单片机及其外围电路构成完整的温度采集及数据传送电路，用于采集混凝土浇注后 14 天内的水化热温度及第 14 天以后，1 年内的日照温差，并存入数据库，对桥梁的质量及使用年限进行评估和预测。

一、DS18B20 新特点和结构

DS18B20 是美国 DALLAS 公司继 DS1820 之后推出的增强型单总线数字温度传感器。它在测温精度、转换时间、传输距离、分辨率等方面较 DS1820 有了很大的改进，给用户带来了更方便的使用和更令人满意的效果。

1. DS18B20 的新性能

- (1) 可用数据线供电，电压范围：3.0~5.5V；
- (2) 测温范围：-55~+125℃，在-10~+85℃时精度为±0.5℃；
- (3) 可编程的分辨率为 9~12 位，对应的可分辨温度分别为 0.5℃、0.25℃、0.125℃和 0.0625℃；
- (4) 12 位分辨率时最多在 750ms 内把温度值转换为数字；
- (5) 负压特性：电源极性接反时，温度计不会因发热而烧毁，但不能正常工作。

2. DS18B20 的外形及引脚说明

外形如图 1 所示。其体积只有 DS1820 的一半，引脚定义相同。

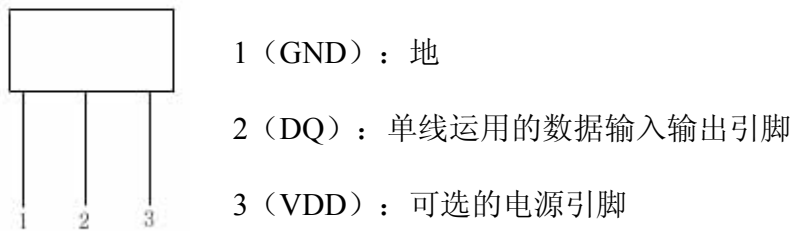


图 1 DS18B20 引脚结构图

3. DS18B20 内部结构

(1) DS18B20 的内部结构如图 2 所示。

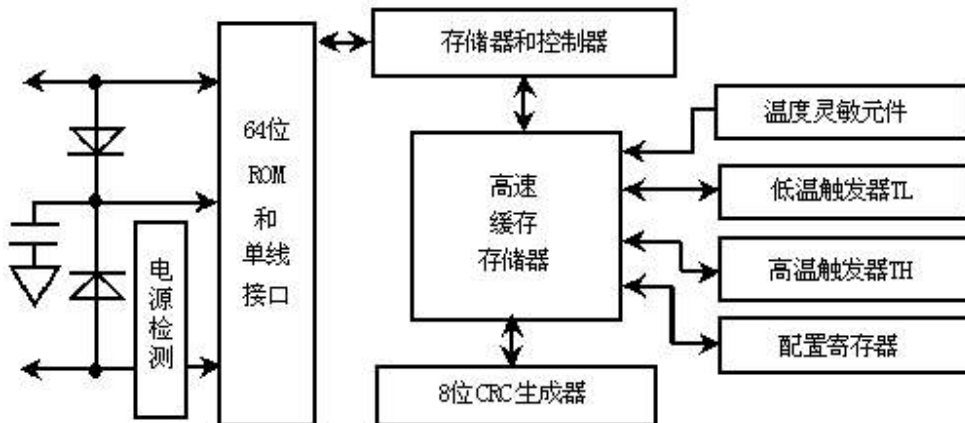


图 2 DS18B20 内部结构图

DS18B20 有 4 个主要的数据部件：

- ① 64 位激光 ROM。64 位激光 ROM 从高位到低位依次为 8 位 CRC、48 位序列号和 8 位家族代码(28H)组成。
- ② 温度灵敏元件。
- ③ 非易失性温度报警触发器 TH 和 TL。可通过软件写入用户报警上下限值。

④ 配置寄存器。配置寄存器为高速暂存存储器中的第五个字节。DS18B20 在工作时按此寄存器中的分辨率将温度转换成相应精度的数值，其各位定义如图 3 所示。其中，TM：测试模式标志位，出厂时被写入 0，不能改变；R0、R1：温度计分辨率设置位，其对应四种分辨率如表 1 所列，出厂时 R0、R1 置为缺省值：R0=1，R1=1（即 12 位分辨率），用户可根据需要改写配置寄存器以获得合适的分辨率。

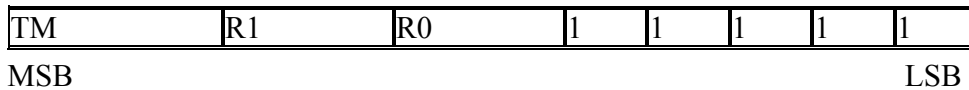


图 3 DS18B20 配置寄存器结构图

表 1 配置寄存器与分辨率关系表

R0	R1	温度计分辨率/bit	最大转换时间/ms
0	0	9	93.75
0	1	10	187.5
1	0	11	375
1	1	12	750

(2) 高速暂存存储器

高速暂存存储器由 9 个字节组成，其分配如图 4 所示。当温度转换命令发布后，经转换所得的温度值以二字节补码形式存放在高速暂存存储器的第 0 和第 1 个字节。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，数据格式如图 5 所示。对应的温度计算：当符号位 S=0 时，直接将二进制位转换为十进制；当 S=1 时，先将补码变为原码，再计算十进制值。表 2 是对应的一部分温度值。

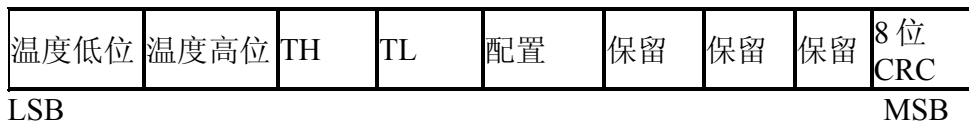


图 4 DS18B20 存储器映像图

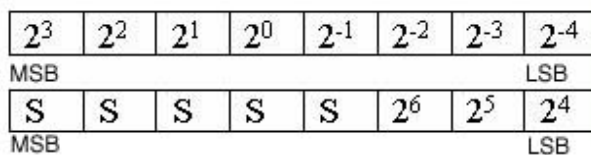


图 5 温度值格式图

表 2 DS18B20 温度数据表

温度/°C	二进制表示	十六进制表示
+125	00000111 11010000	07D0H
+25.0625	00000001 10010001	0191H
+10.125	00000000 10100010	00A2H
+0.5	00000000 00001000	0008H
0	00000000 00000000	0000H
-0.5	11111111 11111000	FFF8H
-10.125	11111111 01011110	FF5EH
-25.0625	11111110 01101111	FE6FH
-55	11111100 10010000	FC90H

4. DS18B20 工作原理

DS18B20 的读写时序和测温原理与 DS1820 相同,只是得到的温度值的位数因分辨率不同而不同,且温度转换时的延时时间由 2s 减为 750ms。

DS18B20 的读写时序如下。

```

PROC   WRITE
WRITE: MOV   R2,#8
        CLR   C
WR1:   CLR   DQ
        MOV   R7,#6
        DJNZ R7,$
        RRC   A
        MOV   DQ,C
        MOV   R7,#23
        DJNZ R7,$
        SETB DQ
        NOP
        DJNZ R2,WR1
        SETB DQ
        RET

```

;读一个字节,出口:A=读入的字节

```

PROC   DREAD
DREAD: MOV   R2,#8
READL: CLR   C

```

```

SETB  DQ
NOP
NOP
CLR   DQ
NOP
NOP
NOP
SETB  DQ ;产生时间片
MOV   R7,#7
DJNZ  R7,$
MOV   C,DQ
MOV   R7,#23
DJNZ  R7,$
RRC   A
DJNZ  R2,READL
RET

```

二、DS18B20 在桥梁测温中的应用

1. 测温系统要求

由于桥梁施工过程中桥墩、梁身和桥面的二次施工为不同单位负责，故须自备电源，尽量减少功耗；因数据要求长期保存，故要求容量较大的存储器；要对数据进行分析且形成数据库，从而需要可靠的通讯接口。

2. 系统设计要点

(1) DS18B20 采用三线制供电方式，传输线采用普通的三芯线。因混凝土的碱性很大，传感器用环氧树脂封装在导热性能良好的薄铁筒内，72 个点顺序排列在一根三芯线上。为避开混凝土浇注时的直接冲力，传感器顺着钢筋走线。

(2) 多次测量并算出温度转换时的平均电流 I_1 和时间 t_1 及温度传感器和 MCU 均空闲时的平均电流 I_2 。根据预定更换电池的时间 t_2 得出采样次数 N ，然后根据电路总功耗，选择适当容量的电池。 $P_{总} = U[I_1 t_1 N + I_2 (t_2 - N t_1)]$ ， U 为系统电压。

(3) 为减少功耗，不进行温度采集时，使单片机进入睡眠状态，采用 DS12887 的定时中断，唤醒单片机进行温度转换操作。

(4) 将 2 字节的温度数据转换为 1 字节的补码(小数部分四舍五入，此时精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$)，然后根据测点数 n 、时钟的年月日时占用的字节(4 字节)、采样间隔时间 t 和要求保存数据的时间 t' 选取存储器容量 $N_{\text{Byte}} = (n+4)t'/t$ 。

(5) 在 VC++6.0 开发平台下编写便携式 PC 机与单片机的串行通讯程序，用于完成修改单片机的采样间隔时间、成批读取单片机外部存储器中的温度数据并将接收到的数据转存入数据库、画各点的水化热温度曲线和画同一截面上点的温度梯度曲线等功能。

3. 硬件构成

该系统采用带 8K 程序存储器的 AT89C52 单片机及大容量数据存储器 29FC040 和 DS12887 日历/时钟芯片等构成，如图 6 所示。

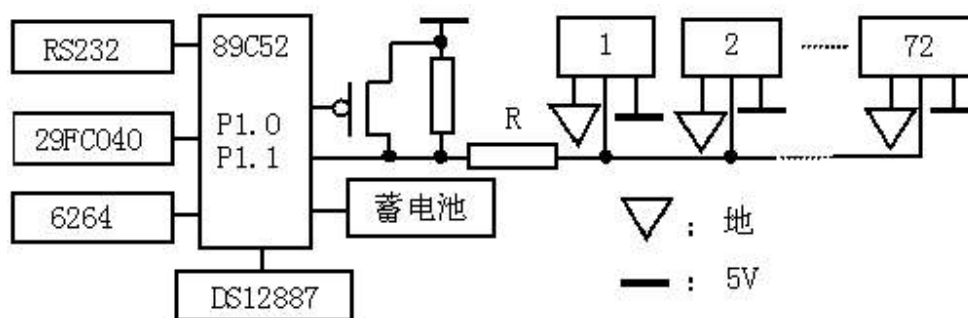


图 6 测温系统硬件电路结构图

(1) DS12887 用于产生定时中断，接收到中断后单片机先读取日历和时钟并存储，然后启动温度转换，再读取温度并存储。单片机构成的采集装置的缺省的采样间隔值为 1h(小时)，采样间隔值保存在有断电保存功能 DS12887 的用户字节中。测水化热时每小时采集 1 次；14 天后每天的 2 点和 14 点各采集 1 次。采样间隔时间只有通过便携式 PC 经 RS232 接口进行修改，这样，可避免进入桥梁中的工人或附近居民因好奇而偶然修改了采样值。

(2) 29FC040 用于存储一个 PC 成批读取数据周期内的所有温度值和其对应的采集时间等数据。

(3) 蓄电池的功率应考虑一定的余量，以与存储器时间相匹配。

结论

经实验室和现场调试及试验，发现了 DS18B20 的一些特点和使用中应注意的事项。

(1) 有很强的承受负压的能力，这样偶尔的误操作不会损坏温度计；

(2) 连接 DS18B20 的总线电缆(普通三芯线)在只有上拉电阻的情况下可靠传输长度可达 45m 左右, 距离再长时须根据分支点数、总线长度匹配其线间电容及阻抗;

(3) 温度转换时间由 DS1820 的 2s 降为 750ms, 且灵敏度大为提高, 在逐渐升温的水中与精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的温度计几乎同步, 且回复性很好;

(4) 和 DS1820 一样, DS18B20 的读写时序须经仔细调整, 在反复的调试中找出合适的延时时间;

(5) DS18B20 工作时电流高达 1.5mA, 总线上

挂接点数较多且同时进行转换时要考虑增加总线驱动, 可用一单片机端口在温度转换时导通一个 MOSFET, 使 I/O 线直接拉到电源从而提供一强的上拉;

(6) 在程序等待 DS18B20 发出的存在信号时, 最好设置一有限的等待时间, 否则一旦有温度计损坏时, 程序将进入一等待的死循环中。MES

参考文献

1 DALLAS Semiconductor Automatic Identification Data Book

2 金伟正.单线数字温度传感器的原理与应用.电子技术应用, 2000(6): 66~68