

嵌入式单总线控制器设计

张 武

(安徽农业大学 信息与计算机学院, 安徽 合肥 230036)

摘 要: 以数字式温度传感器 DS1820 为例, 介绍了单总线器件的工作原理, 详细分析了单总线器件的通信时序。微处理器与单总线器件通信时必须关闭中断, 造成系统实时性差。对此提出了采用 VHDL 语言设计嵌入式单总线控制器的方法。给出了基于 VHDL 的嵌入式单总线控制器的软硬件设计及仿真波形。该控制器的功能已在 MAX+plusII 平台上仿真实现, 能够产生 DS1820 的通信时序。

关键词: 单总线; DS1820; VHDL; 控制器

中图分类号: TP212.11

文献标识码: A

Design of embedded 1-wire controller

ZHANG Wu

(College of Information and Computer Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: This paper employed the digital thermostat DS1820 as an example to introduce the working principle of the 1-wire chip and also detailedly analyzed the communication sequence of the chip. The disable interrupt in the communication of the MCU and 1-wire chip would result in the poor real time quality. To solve this problem, VHDL was adopted to design the embedded 1-wire controller. This paper described the hardware and software design of the embedded 1-wire controller as well as its simulation waveform. The controller design was validated on MAX+plus II and it was able to create the communication sequence of DS1820.

Key words: 1-wire; DS1820; VHDL; controller

DS1820 是美国 DALLAS 公司生产的一种单总线(1-wire)数字温度传感器, 采用 1-wire 总线通信协议。具有独特的单总线通信方式以及较高的测量精度, 从而获得了广泛应用。参考文献[1]详细介绍了 DS1820 的基本原理和通信时序, 提出由单片机的 I/O 端口模拟单总线时序来控制 DS1820 的方法^[1]。参考文献[2]更进一步地将 DS1820 测量温度的分辨率由 0.5 °C 提高到了 0.1 °C。将 DS1820 应用于不同领域, 同样取得了较好的效果^[3-5]。上述文献在使用 DS1820 时均采用微处理器作为总线主机, 利用微处理器的 I/O 端口, 用软件模拟单总线时序, 实现与 DS1820 的通信。因为 1-wire 器件对总线时序要求严格, 因此, 为了保证与 DS1820 的可靠通信, 微处理器需要采用关闭中断的办法, 以防止操作时序被中断服务所破坏。这种方法增加了软件的设计难度, 影响了系统的实时性^[6]。

VHDL 作为电子设计主流硬件描述语言, 采用了层次化设计方式, 具有电路行为描述能力强、灵活、通用、

运算速度快的特点, 能够较容易地实现时序逻辑控制^[7]。以数字温度传感器 DS1820 为例, 设计一个基于 VHDL 的单总线控制器, 实现与 DS1820 的通信。本文介绍的单总线控制器, 有较强的可扩展性, 可以连接多种单总线器件, 且微处理器可以不用被迫关闭中断, 满足实时性严格要求的应用。

1 DS1820 简介

1.1 DS1820 内部结构

DS1820 主要由 4 部分组成: 64 bit 光刻 ROM、温度敏感器件、高速暂存存储器和温度报警触发器 TH、TL。64 bit 光刻 ROM 保存 DS1820 的唯一 64 bit 的 ROM 编码。高速暂存存储器包含 9 个连续的字节, 存放测得的温度(补码)、TH 和 TL 的拷贝、计数器余值和 CRC 校验等数据, 其结构如图 1 所示。所有数据均以最低有效位在前的方式读写。

DS1820 可以采用寄生电源的方式供电, 在信号线为高电平的时间周期内, 把能量储存在内部电容器中, 在信号线为低电平期间, 由存储在电容器内的电荷供电。

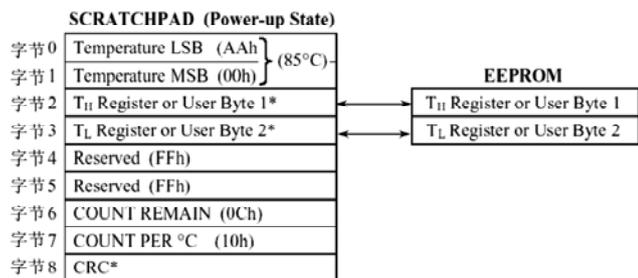


图1 DS1820存储器

DS1820工作时信号线须接4.7 kΩ的上拉电阻,以保证信号线有足够的驱动能力。

1.2 DS1820 时序及工作方式

DS1820时序如图2所示,时序波形的电平分为3种类型:主机作用的高低电平、DS1820输出的高低电平和由上拉电阻拉起的高电平(后2种情况主机释放信号线)。DS1820闲置时信号线应保持高电平。对DS1820的任何操作(读、写、复位等)都是由主机对信号线由逻辑高电平拉至低电平开始。

由时序图可知,单总线的通信协议由6种信号类别组成:复位脉冲、存在脉冲、写0、写1、读0、读1。所

有这些信号除了存在脉冲之外,均由总线主机产生。

主机通过单总线对DS1820的操作必须首先由ROM操作命令之一开始。现以单总线只挂接一个DS1820,读取温度数据为例,其工作过程如下:

- (1)主机产生复位脉冲,DS1820返回响应脉冲;
- (2)主机写入Skip ROM(CCH,跳过ROM)命令,该命令为5种ROM操作命令之一;
- (3)主机写入温度转换(44H)命令;
- (4)主机再次产生复位脉冲,DS1820返回响应脉冲;
- (5)主机写入Skip ROM(CCH,跳过ROM)命令;
- (6)主机写入读暂存存储器命令(BEH);
- (7)读暂存存储器的温度数据。

2 控制器设计

2.1 控制器结构

控制器结构如图3所示,控制器由4部分组成,即逻辑控制、单总线时序控制、数据缓存和计数器。逻辑控制部分用于实现与CPU的通信,D₀~D₇为8位双向数据线,EN为启动信号,下降沿有效。A₁、A₀为地址信号,其组合决定控制器的工作状态。A₁A₀=00,控制器对DS1820执行复位操作;A₁A₀=01,控制器执行写入操作;

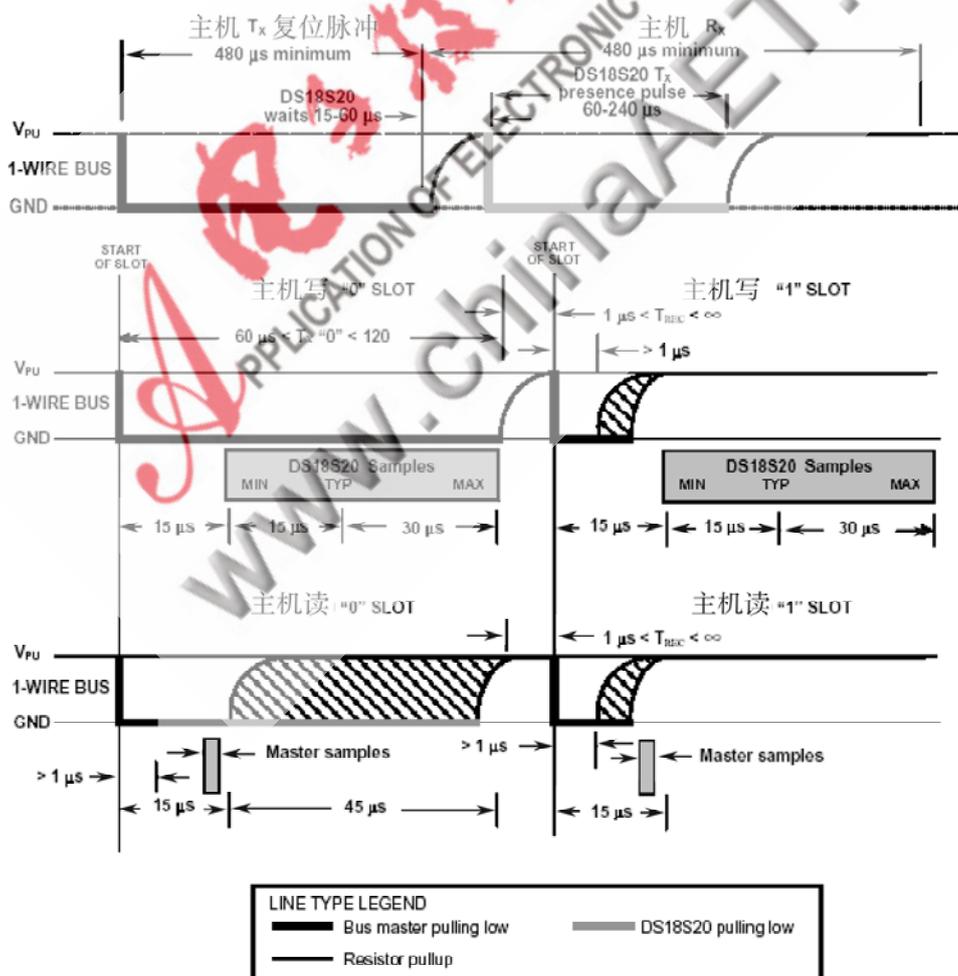


图2 DS1820 时序

$A_1A_0=10$, 控制器执行读出操作。控制器由外部提供 200 kHz 的时钟信号 CLK, 产生 $5 \mu\text{s}$ 的计数周期, 控制器以 $5 \mu\text{s}$ 为一个时间片形成 DS1820 的读写时序。计数器的计数输出值控制读写周期。单总线时序控制部分的主要功能是产生单总线的读写时序, 并向 DS1820 输出控制命令, 读出 DS1820 测得的数字温度值及其他输出信息。

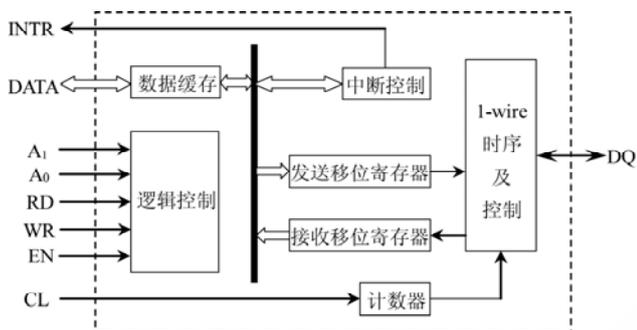


图3 控制器结构

2.2 读写时序的实现

DS1820 要求引脚驱动必须是漏极开路引脚, 控制器用三态门与 DS1820 连接, 如图 4 所示。其中 ctrl 为三态门控制信号, 当 ctrl=0 时输出信号, ctrl=1 时输入信号。控制器采用 $5 \mu\text{s}$ 作为基本计时单位, 可以保证 DS1820 时序关系有一定的余地。



图4 输出引脚连接

写字节部分 VHDL 代码:

```
PROCESS(cq)—输出 1 bit
SIGNAL cout: STD_LOGIC_VECTOR(2 DOWNTO 0);
VARIABLE di: STD_LOGIC;
BEGIN
ctrl<= '0';
IF(cq>= "0000" AND cq<= "0010")THEN
di:= '0'; ——拉低输出电位 10 μs
ELSIF(cq>"0010" AND cq<"1110")THEN
di:=rq; ——取发送移位寄存器的输出位
ELSIF(cq>= "1110")THEN
```

```
di:= '1'; cout<=cout + 1;
```

```
END IF;
```

```
dqo<=di;
```

```
END PROCESS;
```

```
PROCESS(cout) ——计数
```

```
SIGNAL f: STD_LOGIC;
```

```
IF cout= "111" THEN
```

```
f<= '0'; ——8 位输出结束, 停止计时
```

```
ELSE f<= '1';
```

```
END IF;
```

```
END PROCESS;
```

3 仿真波形

控制器的 VHDL 程序在 MAX+plusII 平台编译通过, 并获得了正确的复位、读、写时序。图 5 为写时序波形, 写入 77H 字节。每次写入新的 bit 前, 控制器将总线电平拉底 $10 \mu\text{s}$ 。

基于 VHDL 的嵌入式 DS1820 控制器, 具有转换速度快、精度高、通用性好等优点。同时, 嵌入软核的 FPGA 可以分担许多微处理器的工作, 降低系统对 CPU 实时性的要求, 也降低了软件开发的难度。本文虽然是针对 DS1820 设计的控制器, 但由于单总线通信协议的通用性, 也可以用于其他单总线器件。

参考文献

- [1] 王成江, 王安敏, 张玉华. 单总线数字温度传感器原理及应用[J]. 半导体技术, 2003, 28(2): 68-70.
- [2] 薛智宏, 赵金, 解丽红. DS1820 的测量原理及提高分辨率的方法[J]. 河北工业科技, 2002, 19(6): 4-7.
- [3] 许勇. DS1820 在网络中心机房温控中的应用[J]. 电脑开发与应用, 2001, 14(9): 424-425.
- [4] 陈善富, 王荣亮. DS1820 与 PIC12C5XX 系列微控制器应用于火灾感温测控制器[J]. 计算机与现代化, 2000, 70(6): 111-114.
- [5] 张令. 温室群的温度自动测试系统[J]. 邯郸职业技术学院学报, 2003, 16(4): 65-68.
- [6] 李农. FPGA 与 DS18B20 型温度传感器通信的实现[J]. 国外电子元器件, 2006, 2(2): 48-51.
- [7] 袁伟亭, 周润景. FPGA 与 DS18B20 组成的测温系统设计[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2006, 37(4): 459-463.

(收稿日期: 2009-01-29)

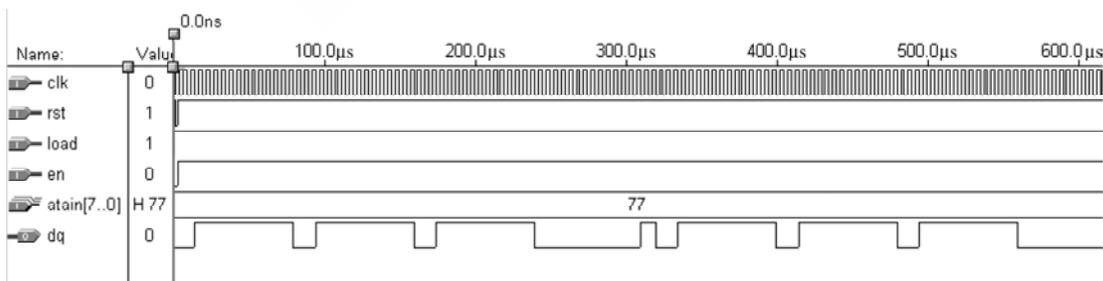


图5 写时序波形