

## FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Each device has a unique 64-bit serial code stored in an onboard ROM
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Measures temperatures from  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$  ( $-67^{\circ}\text{F}$  to  $+257^{\circ}\text{F}$ )  $0.5^{\circ}\text{C}$  accuracy from  $-10^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer resolution is user-selectable from 9 to 12 bits
- Converts temperature to 12-bit digital word in 750ms (max.)
- User-definable nonvolatile (NV) alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Available in 8-pin SO (150mil), 8-pin SOP, and 3-pin TO-92 packages
- Software compatible with the DS1822
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive

## 特征：

- 独特的单线接口，只需 1 个接口引脚即可通信
- 每个设备都有一个唯一的 64 位串行代码存储在光盘片上
- 多点能力使分布式温度检测应用得以简化
- 不需要外部部件
- 可以从数据线供电，电源电压范围为 3.0V 至 5.5V
- 测量范围从  $-55^{\circ}\text{C}$  至  $+125^{\circ}\text{C}$  ( $-67^{\circ}\text{F}$  至  $257^{\circ}\text{F}$ )，从  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$  的精度为  $0.5^{\circ}\text{C}$
- 温度计分辨率是用户可选择的 9 至 12 位
- 转换 12 位数字的最长时间是 750ms
- 用户可定义的非易失性的温度告警设置
- 告警搜索命令识别和寻址温度在编定的极限之外的器件（温度告警情况）
- 采用 8 引脚 SO (150mil)，8 引脚 SOP 和 3 引脚 TO-92 封装
- 软件与 DS1822 兼容
- 应用范围包括恒温控制 工业系统 消费类产品 温度计或任何热敏系统

## DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$  and is accurate to  $0.5^{\circ}\text{C}$  over the range of  $-10^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ . In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s

distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

## 简介

该 DS18B20 的数字温度计提供 9 至 12 位的摄氏温度测量，并具有与非易失性用户可编程上限和下限报警功能。信息单线接口送入 DS18B20 或从 DS18B20 送出，因此按照定义只需要一条数据线（和地线）与中央微处理器进行通信。它的测温范围从  $-55^{\circ}\text{C}$  到  $+125^{\circ}\text{C}$ ，其中从  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$  可以精确到  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。此外，DS18B20 可以从数据线直接供电（“寄生电源”），从而消除了供应需要一个外部电源。

每个 DS18B20 的有一个唯一的 64 位序列码，它允许多个 DS18B20s 的功能在同一 1 - 巴士线，因此，用一个微处理器控制大面积分布的许多 DS18B20s 是非常简单的。此特性的应用范围包括 HVAC、环境控制、建筑物、设备或机械内的温度检测以及过程监视和控制系统。

## OVERVIEW

Figure 1 shows a block diagram of the DS18B20, and pin descriptions are given in Table 1. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (TH and TL), and the 1-byte configuration register. The configuration register allows the user to set the resolution of the temperature-to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits. The TH, TL and configuration registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18B20 uses Dallas' exclusive 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and “time slots,” is covered in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

Another feature of the DS18B20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (CPP), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as “parasite power.” As an alternative, the DS18B20 may also be powered by an external supply on VDD.

## 综述

图 1 显示了 DS18B20 的框图，引脚说明如表 1。64 位 ROM 存储设备的独特序号。存储器包含 2 个字节的温度寄存器，它存储来自温度传感器的数字输出。此外，暂存器可以访问的 1 个字节的上下限温度告警触发器（TH 和 TL）和 1 个字节的配置寄存器。配置寄存器

允许用户设置的温度到数字转换的分辨率为 9, 10, 11 或 12 位。TH, TL 和配置寄存器是非易失性的, 因此掉电时依然可以保存数据。

该 DS18B20 使用 Dallas 的单总线协议, 总线之间的通信用一个控制信号就可以实现。控制线需要一个弱上拉电阻, 因为所有的设备都是通过 3 线或开漏端口连接 (在 DS18B20 中用 DQ 引脚) 到总线的。在这种总线系统中, 微处理器 (主设备) 和地址标识上使用其独有的 64 位代码。因为每个设备都有一个唯一的代码, 一个总线上连接设备的数量几乎是无限的。单总线协议, 包括详细的解释命令和“时间槽”, 此资料的单总线系统部分包括这些内容。

DS18B20 的另一个特点是: 没有外部电源供电仍然可以工作。当 DQ 引脚为高电平时, 电压是单总线上拉电阻通过 DQ 引脚供应的。高电平信号也可以充当外部电源, 当总线是低电平时供应给设备电压。这种从总线提供动力的方法被称为“寄生电源”。作为替代电源, 该 DS18B20 也可以使用连接到 VDD 引脚的外部电源供电。

## OPERATION — MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, corresponding to increments of  $0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.125^{\circ}\text{C}$ , and  $0.0625^{\circ}\text{C}$ , respectively. The default resolution at power-up is 12-bit. The DS18B20 powers-up in a low-power idle state; to initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue “read time slots” (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18B20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the POWERING THE DS18B20 section of this datasheet.

The DS18B20 output temperature data is calibrated in degrees centigrade; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two’s complement number in the temperature register (see Figure 2). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers  $S = 0$  and for negative numbers  $S = 1$ . If the DS18B20 is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1 and 0 are undefined. Table 2 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

## 运用 —— 测量温度

该 DS18B20 的核心功能是它是直接输出数字信号的温度传感器。该温度传感器的分辨率为用户配置至 9, 10, 11 或 12 位, 相当于  $0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.125^{\circ}\text{C}$  和  $0.0625^{\circ}\text{C}$  的增量。其中传感器默认为 12 位。该 DS18B20 在低功耗空闲状态; 启动温度测量和模数转换, 主机必须发出一个转换命令。转换后, 所产生的数据存储在内存中的 2 比特温度寄存器中,

DS18B20 返回其空闲状态。如果 DS18B20 是由外部电源供电的，主机可以发出“读时隙”（见单总线系统部分），转换后，通过发送低电平 T 命令和 DS18B20 将响应，同时温度转换继续进行，当转换完成时变为高电平。如果 DS18B20 的是寄生电源供电的，在整个温度转换过程中此通知技术不能使用，因为总线必须变为高电平。总线需要寄生电源供电将在此资料的 DS18B20 驱动部分将详细介绍。

DS18B20 的输出温度数据为标准摄氏度;对于华氏温度的应用，必须通过查表或运用转换方法。温度数据在温度寄存器存储为一个 16 位符号扩展位和 2 位的补码（见表 2）。该标志位（S）表示温度的正负符号位：为正数时  $S = 0$ ，为负数时  $S = 1$ 。如果是 DS18B20 配置为 12 位分辨率，在温度寄存器的所有位将包含有效数据。对于 11 位分辨率，位 0 是未定义的。对于 10 位分辨率，位 1 和 0 是未定义的。对于 9 位分辨率，位 2，1 和 0 是未定义的。表 2 给出了输出数字数据和相应的 12 位分辨率温度读数转换例子。

## OPERATION — ALARM SIGNALING

After the DS18B20 performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte TH and TL registers (see Figure 3). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers  $S = 0$  and for negative numbers  $S = 1$ . The TH and TL registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. TH and TL can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the MEMORY section of this datasheet.

### 运用 - 报警信号

DS18B20 温度转换完成后，温度值与用户定义的 2 个报警触发值存储在 1 个字节的 TH 和 TL 寄存器（见图 3）。符号位（S）表示温度值的正负： $S = 0$  时为正值， $S = 1$  为负值。TH 和 TL 寄存器是非易失（EEPROM），因此他们将保留设备掉电时的数据。TH 和 TL 可通过暂存器中字节 2 和 3 获得，此内容在本数据表内存部分解释。

## TH AND TL REGISTER FORMAT Figure 3

Only bits 11 through 4 of the temperature register are used in the TH and TL comparison since TH and TL are 8-bit registers. If the measured temperature is lower than or equal to TL or higher than TH, an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18B20. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion. The master device can check the alarm flag status of all DS18B20s on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18B20s with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18B20s have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the TH or TL settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

### TH 和 TL 寄存器格式如图 3

只有温度寄存器 4 中的 11 位用于和 TL 的比较中，由于 TH 和 TL 都是 8 位寄存器。如果测量温度低于或等于 TL 或超过 TH，报警情况存在而且报警标志将设置在 DS18B20 的内部。每个温度测量后，这个标志位将被更新，因此，如果报警条件消失，下一个温度转换后，该标志位将被关闭。主设备可以通过搜索 ECH 命令检查总线上所有 DS18B20s 报警标志位的状态。任何有设置报警标志位的 DS18B20s 将响应命令，所以主设备可以决定到底是哪个

DS18B20s 在经历一个报警条件。如果报警的情况存在，TH 和 TL 设置已经改变了，另一个温度转换应该去验证报警条件。

## POWERING THE DS18B20

The DS18B20 can be powered by an external supply on the VDD pin, or it can operate in “parasite power” mode, which allows the DS18B20 to function without a local external supply. Parasite power is very useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 1 shows the DS18B20’s parasite-power control circuitry, which “steals” power from the 1-Wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18B20 while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (CPP) to provide power when the bus is low.

When the DS18B20 is used in parasite power mode, the VDD pin must be connected to ground. In parasite power mode, the 1-Wire bus and CPP can provide sufficient current to the DS18B20 for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (refer to the DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS and the AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS sections of this data sheet).

However, when the DS18B20 is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-Wire pullup resistor and is more current than can be supplied by CPP. To assure that the DS18B20 has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-Wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 4.

The 1-Wire bus must be switched to the strong pullup within 10  $\mu$ s (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (tconv) or data transfer (twr = 10ms). No other activity can take place on the 1-Wire bus while the pullup is enabled. The DS18B20 can also be powered by the conventional method of connecting an external power supply to the VDD pin, as shown in Figure 5.

The advantage of this method is that the MOSFET pullup is not required, and the 1-Wire bus is free to carry other traffic during the temperature conversion time. The use of parasite power is not recommended for temperatures above +100  $^{\circ}$ C since the DS18B20 may not be able to sustain communications due to the higher leakage currents that can exist at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that the DS18B20 be powered by an external power supply. In some situations the bus master may not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or powered by external supplies. The master needs this information to determine if the strong bus pullup should be used during temperature conversions. To get this information, the master can issue a Skip ROM [CCh] command followed by a Read Power Supply [B4h] command followed by a “read time slot”. During the read time slot, parasite powered DS18B20s will pull the bus low, and externally powered DS18B20s will let the bus remain high. If the bus is pulled low, the master knows that it must supply the strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions.

## DS18B20 的驱动

该传感器 DS18B20 可以用外部电源接 VDD 端供电，或者它可以工作在“寄生电源”模式下，这种模式允许 DS18B20 在没有外部电源下工作。寄生电源在远程或者空间受限情况下感温是非常有用的。图 1 显示了寄生功率控制电路，其中当总线引脚为高电平时，门宿舍从 DS18B20 通过连接单总线的 DQ 端“偷”电。当总线是高电平或者总线是低电平，而一些能量存储在 CPP 中来提供电源，“偷”来的电位 DS18B20 提供驱动。

当 DS18B20 在寄生电源模式下使用时，VDD 引脚必须接地。在寄生电源模式下，单总线和 CPP 可以提供足够的电流给 DS18B20 的大部分操作，只要指定的时间和电压的要求得到满足（参考本数据手册 DC 电气特性和 AC 电气特性章节）。

然而，当 DS18B20 温度转换或复制暂存器的数据到 EEPROM 时，工作电流可高达 1.5 毫安。这个电流会导致无法接受的电压下降，整个单总线电阻压降减小，更多的电流可以由寄生电源供应。为了确保 DS18B20 有足够的电流供应，无论正在发生温度转换或复制暂存器的数据到 EEPROM，单总线都必须接一个强上拉电阻。这可以通过使用一个 MOSFET 以直接把总线电压下降到如图 4 所示。

单总线必须在转换 T[44h]或暂存器复制[48H]命令发出后，10 秒内（最大）转换到强上拉状态，而且总线必须在转换（tconv）或数据传输（twr = 10ms）期间通过上拉保持高电平。在单总线上拉使能时，其他活动不能发生。该 DS18B20 的也可以采用的连接外部电源到 VDD 脚上的传统方法，如图 5 所示。

这种方法的优点是不需要 MOSFET 的上拉，而且单总线可以在进行温度转换时间自由地进行其他操作。在 +100℃ 以上的高温时不推荐使用寄生电源，因为在这些温度下存在较高泄漏电流，DS18B20 可能无法维持通信。对于像在这种高温下的使用，强烈建议由一个 DS18B20 的外部电源供电。在某些情况下，总线主机可能不知道 DS18B20s 是外部电源还是寄生电源供电。主机需要这些信息来确定是否强大的总线上拉应在温度转换时使用。要获得这些信息，主机可以在“阅读时段”一个读取电源[B4h]命令后，发出一个跳过 ROM[CCh]命令。在读时隙，寄生电源给 DS18B20s 供电将把总线电平拉低，外部供电时 DS18B20s 将会让总线仍然保持高电平。如果总线拉低，主机知道在温度转换期间它必须提供单总线强上拉。

## 64-BIT LASERED ROM CODE

Each DS18B20 contains a unique 64-bit code (see Figure 6) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18B20's 1-Wire family code: 28h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the CRC GENERATION section. The 64-bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18B20 to operate as a 1-Wire device using the protocol detailed in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

## 64 位激光 ROM

每一 DS1820 包括一个唯一的 64 位长的 ROM 编码。开始的 8 位是单线产品系列编码：28h，接着的 48 位是唯一的系列号。最重要的 8 位是开始 56 位 CRC 位，从 56 位的 ROM 端计算而来。CRC 比特的详细内容将在 CRC 概述一章中介绍。64 位 ROM 代码和相关 ROM 功能控制逻辑使 DS18B20 作为使用协议的单线设备的运作，单总线系统的数据表部分详细介绍了这个协议。

## MEMORY

The DS18B20's memory is organized as shown in Figure 7. The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (TH and TL) and configuration register. Note that if the DS18B20 alarm function is not used, the TH and TL registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the DS18B20 FUNCTION COMMANDS section. Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to TH and TL registers. Byte 4 contains the configuration register data, which is explained in detail in the CONFIGURATION REGISTER section of this datasheet. Bytes 5, 6, and 7 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten; these bytes will return all 1s when read. Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the cyclic redundancy check (CRC) code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18B20 generates this CRC using the method described in the CRC GENERATION section. Data is written to bytes 2, 3, and 4 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command; the data must be transmitted to the DS18B20 starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-Wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the TH, TL and configuration data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command. Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E2[B8h] command. The master can issue read time slots following the Recall E2 command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

## 存贮器

DS1820 的存贮器如图 7 所示那样被组织 存贮器由一个高速暂存 便笺式 RAM、一个存贮高温度和低温度和触发器 TH 和 TL 的非易失性电可擦除 E2RAM 和存储配置寄存器组成。请注意，如果 DS18B20 的报警功能不使用，TH 和 TL 寄存器可以作为通用存储器。DS18B20 的功能命令部分详细叙述了所有内存的命令。暂存器的字节 0 和字节 1 分别包含 LSB 和 MSB 温度寄存器。这些字节是只读的。字节 2 和 3 提供是提供接入的 TH 和 TL 寄存器。字节 4 包含配置寄存器数据，数据表配置寄存器部分详细解释了它的内容。字节 5，6 和 7 是保留供内部使用的设备，不能被覆盖，当被读到时，这些字节将返回 1 秒。8 字节暂存器是只读的，并且包含了循环冗余校验码，通过暂存器的 0 到 7 字节。DS18B20 使用在 CRC 生成一节中描述的方法生成该 CRC。数据写入字节 2，3，暂存器 4 使用写入暂存[4Eh]指令;数据必须传输到 DS18B20 以最低有效位开始的第 2 字节。为了验证数据的完整性，数据被写入后暂存器可以读取（使用数据读取暂存器[与 Beh]命令）。当读取暂存器，数据是从最低有效位的 0 字节开始的。要传送的 TH，TL 和配置数据从暂存器到 EEPROM，主机必须发起复制暂存 [48h]命令。设备关机时，在 EEPROM 寄存器的数据将被保留，上电时 EEPROM 中的数据到相应的位置暂存器重新加载。数据也可以使用召回 E2 [B8h]命令在任何时间从 EEPROM 中重新加载向暂存器。主机可以在召回 E2 命令后发出读时隙后，DS18B20 的将通过传输 0 表明处在召回状态，当召回完成时将传输 1。

## CONFIGURATION REGISTER

Byte 4 of the scratchpad memory contains the configuration register, which is organized as

illustrated in Figure 8. The user can set the conversion resolution of the DS18B20 using the R0 and R1 bits in this register as shown in Table 3. The power-up default of these bits is R0 = 1 and R1 = 1 (12-bit resolution). Note that there is a direct tradeoff between resolution and conversion time. Bit 7 and bits 0 to 4 in the configuration register are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten; these bits will return 1s when read.

## 配置寄存器

暂存存储器的第四字节包含配置寄存器，其组织结构如图 8 所示。用户可以使用该寄存器如表 3 所示的 R0 和 R1 的位设置 DS18B20 的转换分辨率。这些位默认是 R0 和 R1 都等于 1（12 位）的分辨率。请注意，两者之间是有直接的分辨率和转换时间的对比。第 7 位，并在配置寄存器 0 至 4 位是保留供内部使用的设备，不能被覆盖，这些位被读出时将返回 1 秒。

## CRC GENERATION

CRC bytes are provided as part of the DS18B20's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM.

The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18B20.

To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18B20 that prevents a command sequence from proceeding if the DS18B20 CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master. The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is: The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18B20 using the polynomial generator shown in Figure 9. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should be shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the re-calculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18B20 must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Dallas 1-Wire cyclic redundancy check is available in Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Products.

## CRC 生成

CRC 字节是 DS18B20 的 64 位 ROM 代码的一部分，在暂存器的第 9 比特。CRC 的代码是由前 56 位的 ROM 代码计算出的，并处在 ROM 中最重要的字节。暂存器中的 CRC 代码是由



存储器中的数据计算出来的，因此它变化时，在暂存器中的数据也会变化。CRCs 提供总线主机数据验证方法，当主机从 DS18B20 读取数据时。为了验证数据已被正确读取，总线主机必须从接收到的数据中重新计算 CRC，然后比较此值无论是 ROM 代码（为 ROM 读）或暂存器的 CRC（为暂存器读取）。如果计算出的 CRC 与读到的 CRC 匹配，说明已收到的数据准确无误。CRC 的值比较，是否继续运作完全由总线主机决定。如果 DS18B20 的 CRC（ROM 或暂存器）与由总线主机产生的值不匹配，DS18B20 中没有任何电路阻止命令序列的进程。由总线主机产生的价值电路。CRC 的同等多项式函数（ROM 或暂存器）是：

$$CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

总线主机可以重新计算 CRC，然后使用如图 9 所示的多项式发生器与从 DS18B20 得到用的 CRC 值进行比较。该电路由一个移位寄存器和 XOR 门组成，移位寄存器初始化为 0。从暂存器最低有效位或 0 字节的最低有效位的开始，每次一比特应该移入移位寄存器。从 ROM 或从暂存器中最重要的第 7 字节转移到第 56 比特后，多项式发生器将包含重新计算的 CRC 校验码。接下来，8 位 ROM 代码或暂存器从 DS18B20 的 CRC 必须转移到电路。此时，如果重新计算的 CRC 是正确的，移位寄存器将包含所有 0。对达拉斯的单总线循环冗余校验的更多信息在应用笔记 27：理解和使用触摸与达拉斯半导体存储器产品的循环冗余校验中有详细介绍。

## 1-WIRE BUS SYSTEM

The 1-Wire bus system uses a single bus master to control one or more slave devices. The DS18B20 is always a slave. When there is only one slave on the bus, the system is referred to as a “single-drop” system; the system is “multidrop” if there are multiple slaves on the bus. All data and commands are transmitted least significant bit first over the 1-Wire bus. The following discussion of the 1-Wire bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1-Wire signaling (signal types and timing).

独特的单线接口，只需 1 个接口引脚即可通信

每个设备都有一个唯一的 64 位串行代码存储在光盘中

多点能力使分布式温度检测应用得以简化

不需要外部部件

可以从数据线供电，电源电压范围为 3.0V 至 5.5V

测量范围从 -55 °C 至 +125 °C (-67 °F 至 257 °F)，从 -10 °C 至 +85 °C 的精度为 0.5 °C

温度计分辨率是用户可选择的 9 至 12 位

转换 12 位数字的最长时间是 750ms

用户可定义的非易失性的温度告警设置

告警搜索命令识别和寻址温度在编定的极限之外的器件（温度告警情况）

采用 8 引脚 SO (150mil)，8 引脚 SOP 和 3 引脚 TO-92 封装

软件与 DS1822 兼容

应用范围包括恒温控制 工业系统 消费类产品 温度计或任何热敏系统

该 DS18B20 的数字温度计提供 9 至 12 位的摄氏温度测量，并具有与非易失性用户可编程上限和下限报警功能。信息单线接口送入 DS1820 或从 DS1820 送出，因此按照定义只需要一条数据线（和地线）与中央微处理器进行通信。它的测温范围从 -55 °C 到 +125 °C，其中从 -10 °C 至 +85 °C 可以精确到 0.5 °C。此外，DS18B20 可以从数据线直接供电（“寄生电源”），从而消除了供应需要一个外部电源。

每个 DS18B20 的有一个唯一的 64 位序列码，它允许多个 DS18B20s 的功能在同一 1 - 巴士线，因此，用一个微处理器控制大面积分布的许多 DS18B20s 是非常简单的。此特性的应用范围包括 HVAC、环境控制、建筑物、设备或机械内的温度检测以及过程监视和控制系统。

图 1 显示了 DS18B20 的框图，引脚说明如表 1。64 位 ROM 存储设备的独特序号。存储器包含 2 个字节的温度寄存器，它存储来自温度传感器的数字输出。此外，暂存器可以访问的 1 个字节的上下限温度告警触发器 (TH 和 TL) 和 1 个字节的配置寄存器。配置寄存器允许用户设置的温度到数字转换的分辨率为 9, 10, 11 或 12 位。TH, TL 和配置寄存器是非易失性的，因此掉电时依然可以保存数据。

该 DS18B20 使用 Dallas 的单总线协议，总线之间的通信用一个控制信号就可以实现。控制线需要一个弱上拉电阻，因为所有的设备都是通过 3 线或开漏端口连接（在 DS18B20 中用 DQ 引脚）到总线的。在这种总线系统中，微处理器（主设备）和地址标识上使用其独有的 64 位代码。因为每个设备都有一个唯一的代码，一个总线上连接设备的数量几乎是无限的。单总线协议，包括详细的解释命令和“时间槽”，此资料的单总线系统部分包括这些内容。

DS18B20 的另一个特点是：没有外部电源供电仍然可以工作。当 DQ 引脚为高电平时，电压是单总线上拉电阻通过 DQ 引脚供应的。高电平信号也可以充当外部电源，当总线是低电平时供应给设备电压。这种从总线提供动力的方法被称为“寄生电源”。作为替代电源，该 DS18B20 也可以使用连接到 VDD 引脚的外部电源供电。

该 DS18B20 的核心功能是它是直接输出数字信号的温度传感器。该温度传感器的分辨率为用户配置至 9, 10, 11 或 12 位，相当于  $0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.125^{\circ}\text{C}$  和  $0.0625^{\circ}\text{C}$  的增量。其中传感器默认为 12 位。该 DS18B20 在低功耗空闲状态；启动温度测量和模数转换，主机必须发出一个转换命令。转换后，所产生的数据存储在内存中的 2 比特温度寄存器中，DS18B20 返回其空闲状态。如果 DS18B20 是由外部电源供电的，主机可以发出“读时隙”（见单总线系统部分），转换后，通过发送低电平 T 命令和 DS18B20 将响应，同时温度转换继续进行，当转换完成时变为高电平。如果 DS18B20 的是寄生电源供电的，在整个温度转换过程中此通知技术不能使用，因为总线必须变为高电平。总线需要寄生电源供电将在此资料的 DS18B20 驱动部分将详细介绍。

DS18B20 的输出温度数据为标准摄氏度；对于华氏温度的应用，必须通过查表或运用转换方法。温度数据在温度寄存器存储为一个 16 位符号扩展位和 2 位的补码（见表 2）。该标志位 (S) 表示温度的正负符号位：为正数时  $S = 0$ ，为负数时  $S = 1$ 。如果是 DS18B20 配置为 12 位分辨率，在温度寄存器的所有位将包含有效数据。对于 11 位分辨率，位 0 是未定义的。对于 10 位分辨率，位 1 和 0 是未定义的。对于 9 位分辨率，位 2, 1 和 0 是未定义的。表 2 给出了输出数字数据和相应的 12 位分辨率温度读数转换例子。

该传感器 DS18B20 可以用外部电源接 VDD 端供电，或者它可以工作在“寄生电源”模式下，这种模式允许 DS18B20 在没有外部电源下工作。寄生电源在远程或者空间受限情况下感温是非常有用的。图 1 显示了寄生功率控制电路，其中当总线引脚为高电平时，力部门宿舍从 DS18B201 通过连接单总线的 DQ 端“偷”电。当总线是高电平或者总线是低电平，而一些能量存储在 CPP 中来提供电源，“偷”来的电位 DS18B20 提供驱动。

当 DS18B20 在寄生电源模式下使用时，VDD 引脚必须接地。在寄生电源模式下，单总线和 CPP 可以提供足够的电流给 DS18B20 的大部分操作，只要指定的时间和电压的要求得到满足（参考本数据手册 DC 电气特性和 AC 电气特性章节）。

然而，当 DS18B20 温度转换或复制暂存器的数据到 EEPROM 时，工作电流可高达 1.5 毫安。这个电流会导致无法接受的电压下降，整个单总线电阻压降减小，更多的电流可以由寄生电源供应。为了确保 DS18B20 有足够的电流供应，无论正在发生温度转换或复制暂存器的数据到 EEPROM，单总线都必须接一个强上拉电阻。这可以通过使用一个 MOSFET 以直接把总线电压下降到如图 4 所示。

单总线必须在转换  $T[44h]$  或暂存器复制  $[48H]$  命令发出后，10 秒内（最大）转换到强上拉状态，而且总线必须在转换（ $t_{conv}$ ）或数据传输（ $t_{wr} = 10ms$ ）期间通过上拉保持高电平。在单总线上拉使能时，其他活动不能发生。该 DS18B20 的也可以采用的连接外部电源到 VDD 脚上的传统方法，如图 5 所示。

这种方法的优点是不需要 MOSFET 的上拉，而且单总线可以在进行温度转换时间自由地进行其他操作。在  $+100^{\circ}C$  以上的高温时不推荐使用寄生电源，因为在这些温度下存在较高泄漏电流，DS18B20 可能无法维持通信。对于像在这种高温下的使用，强烈建议由一个 DS18B20 的外部电源供电。在某些情况下，总线主机可能不知道 DS18B20s 是外部电源还是寄生电源供电。主机需要这些信息来确定是否强大的总线上拉应在温度转换时使用。要获得这些信息，主机可以在“阅读时段”一个读取电源  $[B4h]$  命令后，发出一个跳过 ROM  $[CCh]$  命令。在读时隙，寄生电源给 DS18B20s 供电将把总线电平拉低，外部供电时 DS18B20s 将会让总线仍然保持高电平。如果总线拉低，主机知道在温度转换期间它必须提供单总线强上拉。