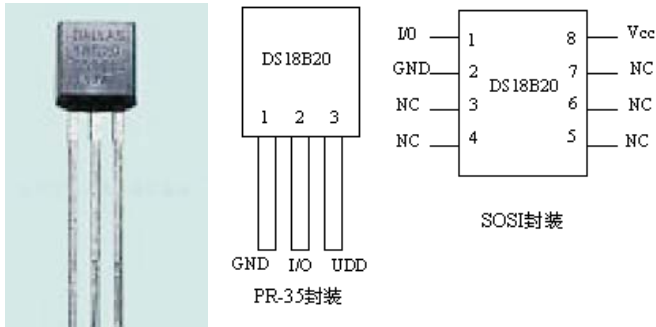


# DS-18B20 數位溫度感測器介紹



## 1、DS18B20 的主要特性

- 1.1、適應電壓範圍更寬，電壓範圍：3.0~5.5V，在寄生電源方式下可由數據線供電
- 1.2、獨特的單線介面方式，DS18B20 在與微處理器連接時僅需要一條口線即可實現微處理器與 DS18B20 的雙向通訊
- 1.3、DS18B20 支援多點組網功能，多個 DS18B20 可以並聯在唯一的三線上，實現組網多點測溫
- 1.4、DS18B20 在使用中不需要任何週邊元件，全部傳感元件及轉換電路集成在形如一只三極管的積體電路內
- 1.5、溫範圍 -55°C ~ +125°C，在 -10~+85°C 時精度為 ±0.5°C
- 1.6、可編程的解析度為 9~12 位元，對應的可分辨溫度分別為 0.5°C、0.25°C、0.125°C 和 0.0625°C，可實現高精度測溫
- 1.7、在 9 位解析度時最多在 93.75ms 內把溫度轉換為數位，12 位元解析度時最多在 750ms 內把溫度值轉換為數位，速度更快
- 1.8、測量結果直接輸出數位溫度信號，以"一線匯流排"串列傳送給 CPU，同時可傳送 CRC 校驗碼，具有極強的抗干擾糾錯能力
- 1.9、負壓特性：電源極性接反時，晶片不會因發熱而燒毀，但不能正常工作。

## 2、DS18B20 的外形和內部結構

DS18B20 內部結構主要由四部分組成：64 位元光刻 ROM、溫度感測器、非揮發的溫度報警觸發器 TH 和 TL、配置寄存器。

DS18B20 的外形及管腳排列如下圖 1:

### DS18B20 引腳定義：

- (1) DQ 為數位信號輸入/輸出端；
- (2) GND 為電源地；
- (3) VDD 為外接供電電源輸入端（在寄生電源接線方式時接地）。

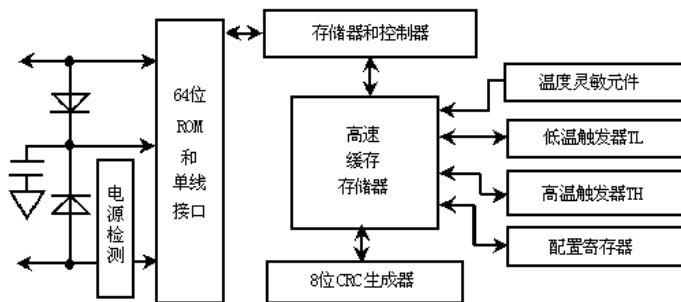


圖 2：DS18B20 內部結構圖

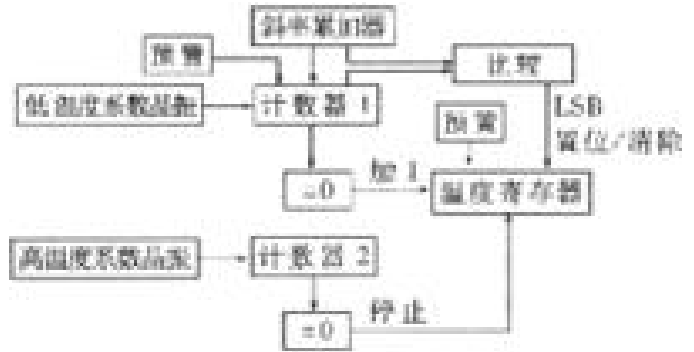


圖 3：DS18B20 測溫原理框圖

## 3、DS18B20 工作原理

DS18B20 的讀寫時序和測溫原理與 DS1820 相同，只是得到的溫度值的位元數因解析度不同而不同，且溫度轉換時的延時時間由 2s 減為 750ms。DS18B20 測溫原理如圖 3 所示。圖中低溫度係數晶振的振盪頻率受溫度影響很小，用於產生固定頻率的脈衝信號送給計數器 1。高溫度係數晶振 隨溫度變化其振盪率明顯改變，所產生的信號作為計數器 2 的脈衝輸入。計數器 1 和溫度寄存器被預置在  $-55^{\circ}\text{C}$  所對應的一個基數值。計數器 1 對 低溫度係數晶振產生的脈衝信號進行減法計數，當計數器 1 的預置值減到 0 時，溫度寄存器的值將加 1，計數器 1 的預置將重新被裝入，計數器 1 重新開始對低溫度係數晶振產生的脈衝信號進行計數，如此迴圈直到計數器 2 計數到 0 時，停止溫度寄存器值的累加，此時溫度寄存器中的數值即為所測溫度。圖 3 中的斜率累加器用於補償和修正測溫過程中的非線性，其輸出用於修正計數器 1 的預置值。

DS18B20 有 4 個主要的資料部件：

(1) 光刻 ROM 中的 64 位序列號是出廠前被光刻好的，它可以看作是該 DS18B20 的位址序列碼。64 位光刻 ROM 的排列是：開始 8 位元 (28H) 是產品類型標號，接著的 48 位是該 DS18B20 自身的序列號，最後 8 位是前面 56 位的迴圈冗餘校驗碼 ( $\text{CRC}=\text{X8}+\text{X5}+\text{X4}+1$ )。光刻 ROM 的作用 是使每一個 DS18B20 都各不相同，這樣就可以實現一根匯流排上掛接多個 DS18B20 的目的。

(2) DS18B20 中的溫度感測器可完成對溫度的測量，以 12 位轉化為例：用 16 位元符號擴展的二進位補數讀數形式提供，以  $0.0625^{\circ}\text{C}/\text{LSB}$  形式表達，其中 S 為符號位元。

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
<b>LS Byte</b>	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
<b>MS Byte</b>	S	S	S	S	S	$2^6$	$2^5$	$2^4$

表 1: DS18B20 溫度值格式表

這是 12 位元轉化後得到的 12 位元資料，存儲在 18B20 的兩個 8 比特的 RAM 中，二進位中的前面 5 位元是符號位元，如果測得的溫度大於 0，這 5 位為 0，只要將測到的數值乘於 0.0625 即可得到實際溫度；如果溫度小於 0，這 5 位為 1，測到的數值需要取反加 1 再乘於 0.0625 即可得到實際溫度。例如  $+125^{\circ}\text{C}$  的數位輸出為 07D0H， $+25.0625^{\circ}\text{C}$  的數位輸出為 0191H， $-25.0625^{\circ}\text{C}$  的數位輸出為 FF6FH， $-55^{\circ}\text{C}$  的數位輸出為 FC90H。

表 2: DS18B20 溫度資料表

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
$+125^{\circ}\text{C}$	0000 0111 1101 0000	07D0h
$+85^{\circ}\text{C}^*$	0000 0101 0101 0000	0550h
$+25.0625^{\circ}\text{C}$	0000 0001 1001 0001	0191h
$+10.125^{\circ}\text{C}$	0000 0000 1010 0010	00A2h
$+0.5^{\circ}\text{C}$	0000 0000 0000 1000	0008h
$0^{\circ}\text{C}$	0000 0000 0000 0000	0000h
$-0.5^{\circ}\text{C}$	1111 1111 1111 1000	FFF8h
$-10.125^{\circ}\text{C}$	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
$-25.0625^{\circ}\text{C}$	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
$-55^{\circ}\text{C}$	1111 1100 1001 0000	FC90h

\*The power-on reset value of the temperature register is  $+85^{\circ}\text{C}$

(3) DS18B20 溫度感測器的記憶體 DS18B20 溫度感測器的內部記憶體包括一個高速暫存 RAM 和一個非易失性的可電擦除的 EEPRAM,後者存放高溫度和低溫度觸發器 TH、TL 和結構寄存器。

(4) 配置寄存器 該位元組各位的意義如下：

**表 3：配置寄存器結構**

TM	R1	R0	1	1	1	1	1
----	----	----	---	---	---	---	---

低五位一直都是"1"，TM 是測試模式位元，用於設置 DS18B20 在工作模式還是在測試模式。在 DS18B20 出廠時該位被設置為 0，用戶不要去改動。R1 和 R0 用來設置解析度，如下表所示：（DS18B20 出廠時被設置為 12 位）

**表 4：溫度解析度設置表**

R1	R0	解析度	溫度最大轉換時間
0	0	9 位	93.75ms
0	1	10 位	187.5ms
1	0	11 位	375ms
1	1	12 位	750ms

#### 4、高速暫存記憶體

高速暫存記憶體由 9 個位元組組成，其分配如表 5 所示。當溫度轉換命令發佈後，經轉換所得的溫度值以二位元組補數形式存放在 高速暫存記憶體的 第 0 和 第 1 個位元組。單片機可通過單線介面讀到該資料，讀取時低位元在前，高位在後，資料格式如表 1 所示。對應的溫度計算：當符號位元 S=0 時，直接將二進位位元轉換為十進位；當 S=1 時，先將補數變為原碼，再計算十進位值。表 2 是對應的一部分溫度值。第九個位元組是 冗餘檢驗位元組。

**表 5：DS18B20 暫存寄存器分佈**

寄存器內容	位元組位址
溫度值低位元 (LS Byte)	0
溫度值高位 (MS Byte)	1
高溫限值 (TH)	2
低溫限值 (TL)	3
配置寄存器	4
保留	5
保留	6
保留	7
CRC 校驗值	8

根據 DS18B20 的通訊協定，主機（單片機）控制 DS18B20 完成溫度轉換必須經過三個步驟：每一次讀寫之前都要對 DS18B20 進行 復位操作，復位成功後發送一條 ROM 指令，最後發送 RAM 指令，這樣才能對 DS18B20 進行預定的操作。重定要求主 CPU 將資料線下拉 500 微秒，然後釋放，當 DS18B20 收到信號後等待 16~60 微秒左右，後發出 60~240 微秒的存在低脈衝，主 CPU 收到此信號表示重定成功。

**表 6：ROM 指令表**

指令	約定代碼	功能
讀 ROM	33H	讀 DS1820 溫度感測器 ROM 中的編碼（即 64 位元位址）
符合 ROM	55H	發出此命令之後，接著發出 64 位元 ROM 編碼，訪問單匯流排上與該編碼相對應的 DS1820 使之作出回應，為下一步對該 DS1820 的讀寫作準備。
搜索 ROM	0FOH	用於確定掛接在同一匯流排上 DS1820 的個數和識別 64 位 ROM 地址。為操作各器件作好準備。
跳過 ROM	0CCH	忽略 64 位 ROM 地址，直接向 DS1820 發溫度變換命令。適用於單片工作。
告警搜索命令	0ECH	執行後只有溫度超過設定值上限或下限的片子才做出回應。

**表 6：RAM 指令表**

指令	約定代碼	功能
溫度變換	44H	啓動 DS18B20 進行溫度轉換，12 位元轉換時最長爲 750ms（9 位爲 93.75ms）。結果存入內部 9 位元組 RAM 中。
讀暫存器	0BEH	讀內部 RAM 中 9 位元組的內容
寫暫存器	4EH	發出向內部 RAM 的 3、4 位元組寫上、下限溫度資料命令，緊跟該命令之後，是傳送兩位元組的資料。
複製暫存器	48H	將 RAM 中第 3、4 位元組的內容複製到 EEPROM 中。
重調 EEPROM	0B8H	將 EEPROM 中內容恢復到 RAM 中的第 3、4 位元組。
讀供電方式	0B4H	讀 DS18B20 的供電模式。寄生供電時 DS18B20 發送“0”，外接電源供電 DS18B20 發送“1”。

## 5、DS18B20 的應用電路

DS18B20 測溫系統具有測溫系統簡單、測溫精度高、連接方便、佔用口線少等優點。下面就是 DS18B20 幾個不同應用方式下的 測溫電路圖：

### 5.1、DS18B20 寄生電源供電方式電路圖

如下面圖 4 所示，在寄生電源供電方式下，DS18B20 從單線信號線上汲取能量：在信號線 DQ 處於高電平期間把能量儲存在內部 電容裏，在信號線處於低電平期間消耗電容上的電能工作，直到高電平到來再給寄生 電源（電容）充電。

獨特的寄生電源方式有三個好處：

- 1) 進行遠距離測溫時，無需本地電源
- 2) 可以在沒有常規電源的條件下讀取 ROM
- 3) 電路更加簡潔，僅用一根 I/O 口實現測溫

要想使 DS18B20 進行精確的溫度轉換，I/O 線必須保證在溫度轉換期間提供足夠的能量，由於每個 DS18B20 在溫度轉換期間工作電流達到 1mA，當幾個溫度感測器掛在同一根 I/O 線上進行多點測溫時，只靠 4.7K 上拉電阻就無法提供足夠的 能量，會造成無法轉換溫度或溫度誤差極大。

因此，圖 4 電路只適應于單一溫度感測器測溫情況下使用，不適宜採用電池供電系統中。並且工作電源 VCC 必須保證在 5V，當電源電壓下降時，寄生電源能夠汲取的能量也降低，會使溫度誤差變大。

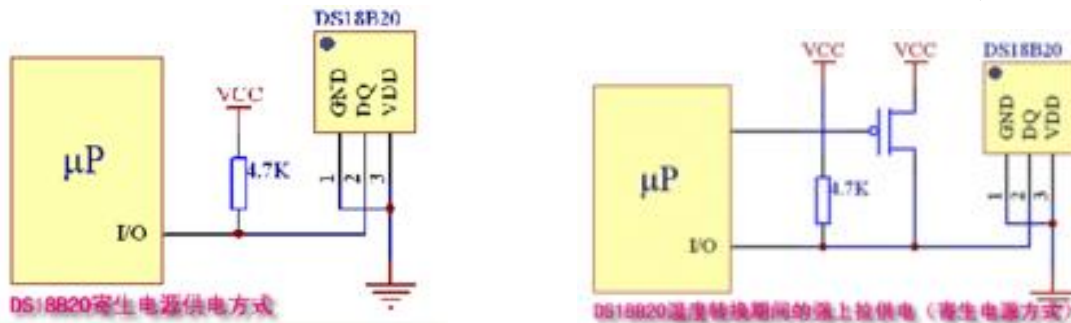


圖 4

圖 5

### 5.2、DS18B20 寄生電源強上拉供電方式電路圖

改進的寄生電源供電方式如下面圖 5 所示，爲了使 DS18B20 在動態轉換週期中獲得足夠的電流供應，當進行溫度轉換或拷貝到 E2 記憶體操作時，用 MOSFET 把 I/O 線直接拉到 VCC 就可提供足夠的電流，在發出任何涉及到拷貝到 E2 記憶體或啓動溫度轉換的指令後，必須在最多 10  $\mu$ S 內把 I/O 線轉換到強上拉狀態。在強上拉方式下可以解決電流供應不走的問題，因此也適合於多點測溫應用，缺點就是要多佔用一根 I/O 口線進行強上拉切換。

注意：在圖 4 和圖 5 寄生電源供電方式中，DS18B20 的 VDD 引腳必須接地

### 5.3、DS18B20 的外部電源供電方式

在外部電源供電方式下，DS18B20 工作電源由 VDD 引腳接入，此時 I/O 線不需要強上拉，不存在電源電流不足的問題，可以保證轉換精度，同時在匯流排上理論可以掛接任意多個 DS18B20 感測器，組成多點測溫系統。注意：在外部供電的方式下，DS18B20 的 GND 引腳不能懸空，否則不能轉換溫度，讀取的溫度總是 85°C。

圖 6：外部供電方式單點測溫電路

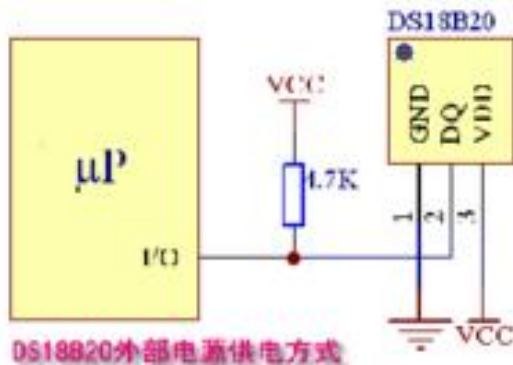
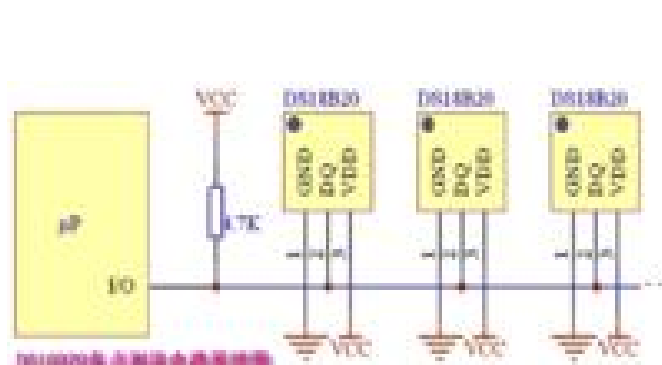


圖 7：外部供電方式的多點測溫電路圖



外部電源供電方式是 DS18B20 最佳的工作方式，工作穩定可靠，抗干擾能力強，而且電路也比較簡單，可以開發出穩定可靠的多點溫度監控系統。站長推薦大家在開發中使用外部電源供電方式，畢竟比寄生電源方式只多接一根 VCC 引線。在外接電源方式下，可以充分發揮 DS18B20 寬電源電壓範圍的優點，即使電源電壓 VCC 降到 3V 時，依然能夠保證溫度量精度。

## 6、DS1820 使用中注意事項

DS1820 雖然具有測溫系統簡單、測溫精度高、連接方便、佔用口線少等優點，但在實際應用中也應注意以下幾方面的問題：

6.1、較小的硬體開銷需要相對複雜的軟體進行補償，由於 DS1820 與微處理器間採用串列資料傳送，因此，在對 DS1820 進行讀寫編程時，必須嚴格的保證讀寫時序，否則將無法讀取測溫結果。在使用 PL/M、C 等高階語言進行系統程式設計時，對 DS1820 操作部分最好採用組合語言實現。

6.2、在 DS1820 的有關資料中均未提及單匯流排上所掛 DS1820 數量問題，容易使人誤認為可以掛任意多個 DS1820，在實際應用中並非如此。當單匯流排上所掛 DS1820 超過 8 個時，就需要解決微處理器的匯流排驅動問題，這一點在進行多點測溫系統設計時要加以注意。

6.3、連接 DS1820 的匯流排電纜是有長度限制的。試驗中，當採用普通信號電纜傳輸長度超過 50m 時，讀取的測溫資料將發生錯誤。當將匯流排電纜改為雙絞線帶遮罩電纜時，正常通訊距離可達 150m，當採用每米絞合次數更多的雙絞線帶遮罩電纜時，正常通訊距離進一步加長。這種情況主要是由匯流排分佈電容使信號波形產生畸變造成的。因此，在用 DS1820 進行長距離測溫系統設計時要充分考慮匯流排分佈電容和阻抗匹配問題。

6.4、在 DS1820 測溫程式設計中，向 DS1820 發出溫度轉換命令後，程式總要等待 DS1820 的返回信號，一旦某個 DS1820 接觸不好或斷線，當程式讀該 DS1820 時，將沒有返回信號，程式進入閉環。這一點在進行 DS1820 硬體連接和軟體設計時也要給予一定的重視。測溫電纜線建議採用遮罩 4 芯雙絞線，其中一對線接地線與信號線，另一組接 VCC 和地線，遮罩層在源端單點接地。