

双线高精度温度传感器

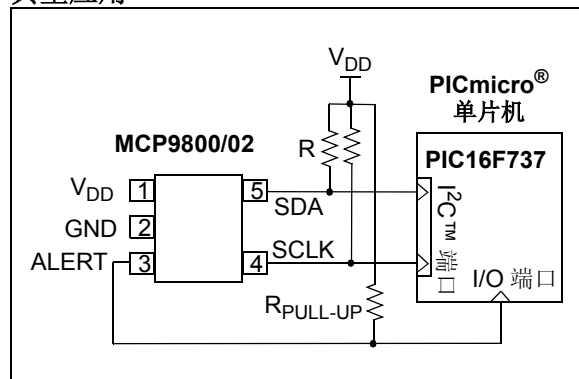
特性

- 温度数字转换器
- 12 位分辨率精度：
 - +25°C 时为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (典型值)
 - -10°C 至 +85°C 时为 $\pm 1^\circ\text{C}$ (最大误差)
 - -10°C 至 +125°C 时为 $\pm 2^\circ\text{C}$ (最大误差)
 - -55°C 至 +125°C 时为 $\pm 3^\circ\text{C}$ (最大误差)
- 用户可选择分辨率：9 – 12 位
- 工作电压范围：2.7V 至 5.5V
- 双线接口：I²C™/SMBus 兼容
- 工作电流：200 μA (典型值)
- 关断电流：1 μA (最大值)
- 省电的单次 (One-shot) 温度测量
- 封装类型：SOT-23-5、MSOP-8 和 SOIC-8

典型应用

- 个人电脑和服务器
- 硬盘驱动器及其他 PC 外设
- 娱乐系统
- 办公设备
- 数据通讯设备
- 移动电话
- 通用温度监测

典型应用



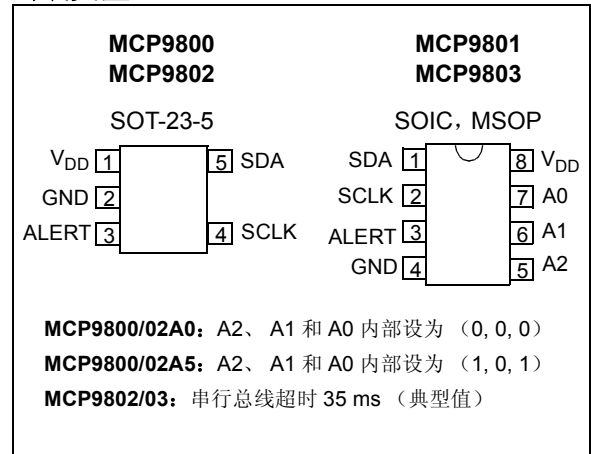
概述

Microchip Technology Inc. (美国微芯科技公司) 的 MCP9800/1/2/3 系列数字温度传感器可将 -55°C 和 +125°C 范围之间的温度转换为一个数值。在 -10°C 至 +85°C 时，精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ (最大误差)。

MCP9800/1/2/3 系列具备用户可编程的寄存器，使温度传感应用更灵活。寄存器设置允许用户选择 9 位至 12 位的温度测量分辨率，并可配置为省电关断模式和单次测量 (关断时根据命令进行一次转换) 模式，还可规定两种模式的温度报警输出和迟滞限制。当温度变化超过规定的限制时，MCP9800/1/2/3 输出报警信号。用户可选择报警输出信号的极性设置，用于恒温器操作的低电平有效或高电平有效比较器输出，或用于基于微处理器系统的温度事件中中断输出。

该传感器具备业界标准的双线 I²C™/SMBus 兼容的串行接口，允许在一条串行总线上对最多八个器件进行控制。上述特性使 MCP9800/1/2/3 成为精密多区温度监测应用的理想选择。

封装类型



MCP9800/1/2/3

1.0 电气特性

绝对最大额定值 †

V_{DD}	6.0V
所有输入 / 输出引脚的电压.....	GND – 0.3V 至 5.5V
储存温度.....	-65°C 至 +150°C
通电时的环境温度.....	-55°C 至 +125°C
结温 (T_J).....	150°C
所有引脚的 ESD 保护 (HBM:MM)....	(4 kV:400V)
各引脚的闭锁电流.....	±200 mA

† 注：如果器件运行参数超过上述各项最大额定值，即可能对器件造成永久性损坏。上述数值为运行条件最大值，我们不建议器件在该规范范围外运行。如果器件长时间在绝对最大额定条件下工作，其稳定性会受到影响。

引脚功能表

名称	功能
SDA	双向串行数据（开漏输出）
SCLK	串行时钟输入
ALERT	温度报警输出（开漏）
A2	地址选择引脚（bit 2）
A1	地址选择引脚（bit 1）
A0	地址选择引脚（bit 0）
V_{DD}	电源输入
GND	接地

直流特性

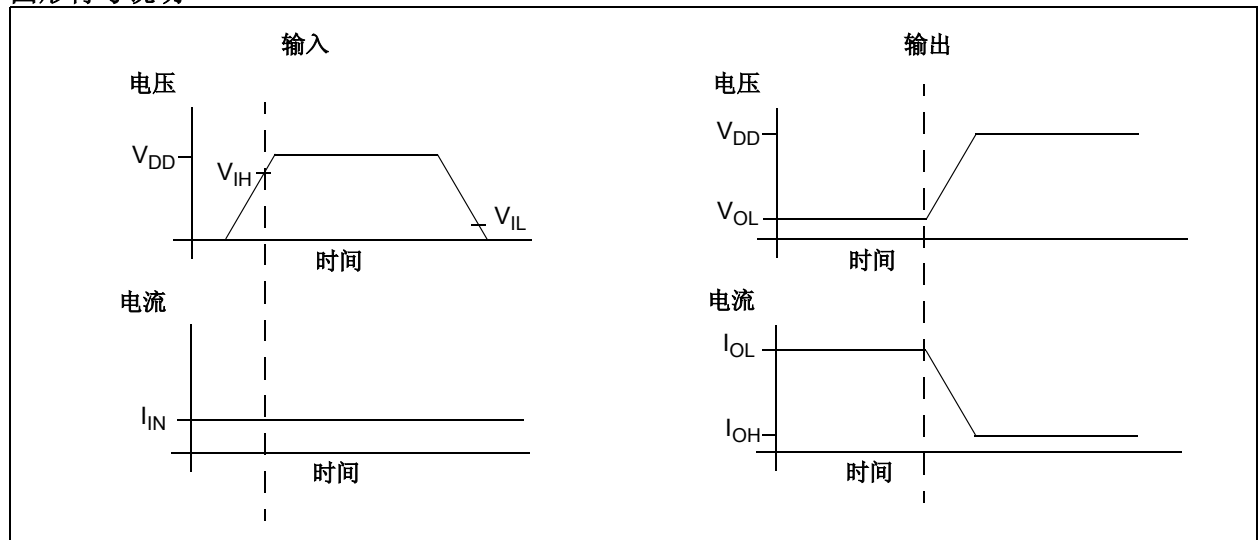
电气规范：除非另外说明，否则 $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$ ，GND = 接地，且 $T_A = -55°C$ 至 $+125°C$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电源						
工作电压范围	V_{DD}	2.7	—	5.5	V	
工作电流	I_{DD}	—	200	400	μA	连续工作
关断电流	I_{SHDN}	—	0.1	1	μA	关断模式
上电复位阈值 (POR)	V_{POR}	—	1.7	—	V	V_{DD} 下降沿
温度传感器精度						
12 位分辨率精度：						
$T_A = +25°C$	T_{ACY}	—	±0.5	—		$V_{DD} = 3.3V$
$-10°C < T_A \leq +85°C$	T_{ACY}	-1.0	—	+1.0		$V_{DD} = 3.3V$
$-10°C < T_A \leq +125°C$	T_{ACY}	-2.0	—	+2.0		$V_{DD} = 3.3V$
$-55°C < T_A \leq +125$	T_{ACY}	-3.0	—	+3.0	°C	$V_{DD} = 3.3V$
内部 $\Sigma\Delta$ ADC						
转换时间：						
9 位分辨率	t_{CONV}	—	30	75	ms	每秒采样 33 次（典型值）
10 位分辨率	t_{CONV}	—	60	150	ms	每秒采样 17 次（典型值）
11 位分辨率	t_{CONV}	—	120	300	ms	每秒采样 8 次（典型值）
12 位分辨率	t_{CONV}	—	240	600	ms	每秒采样 4 次（典型值）
报警输出（开漏）						
高电平电流	I_{OH}	—	—	1	μA	$V_{OH} = 5V$
低电平电压	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 3 mA$
热响应						
响应时间	t_{RES}	—	1.4	—	s	至 63% (88°C) 的时间 27°C (空气) 至 125°C (油)

数字输入 / 输出引脚特性

电气规范：除非另外说明，否则 $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$ ， $GND =$ 接地，且 $T_A = -55^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$ 。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
串行输入 / 输出 (SCLK、SDA、A0、A1 和 A2)						
输入						
高电平电压	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
低电平电压	V_{IL}	—	—	$0.3 V_{DD}$	V	
输入电流	I_{IN}	-1	—	+1	μA	
输出 (SDA)						
低电平电压	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 3 mA$
高电平电流	I_{OH}	—	—	1	μA	$V_{OH} = 5V$
低电平电流	I_{OL}	6	—	—	mA	$V_{OL} = 0.6V$
电容	C_{IN}	—	10	—	pF	
SDA 和 SCLK 输入						
迟滞	V_{HYST}	$0.05 V_{DD}$	—	—	V	

图形符号说明



温度特性

电气规范：除非另外说明，否则 $V_{DD} = +2.7V$ 至 $+5.5V$ ， $GND =$ 接地。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
规定温度范围	T_A	-55	—	+125	$^{\circ}C$	(注 1)
工作温度范围	T_A	-55	—	+125	$^{\circ}C$	
储存温度范围	T_A	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
封装热阻						
热阻，5 引脚 SOT23	θ_{JA}	—	256	—	$^{\circ}C/W$	
热阻，8 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	163	—	$^{\circ}C/W$	
热阻，8 引脚 MSOP	θ_{JA}	—	206	—	$^{\circ}C/W$	

注 1：在此范围内工作不得致使 T_J 超过最大结温 ($+150^{\circ}C$)。

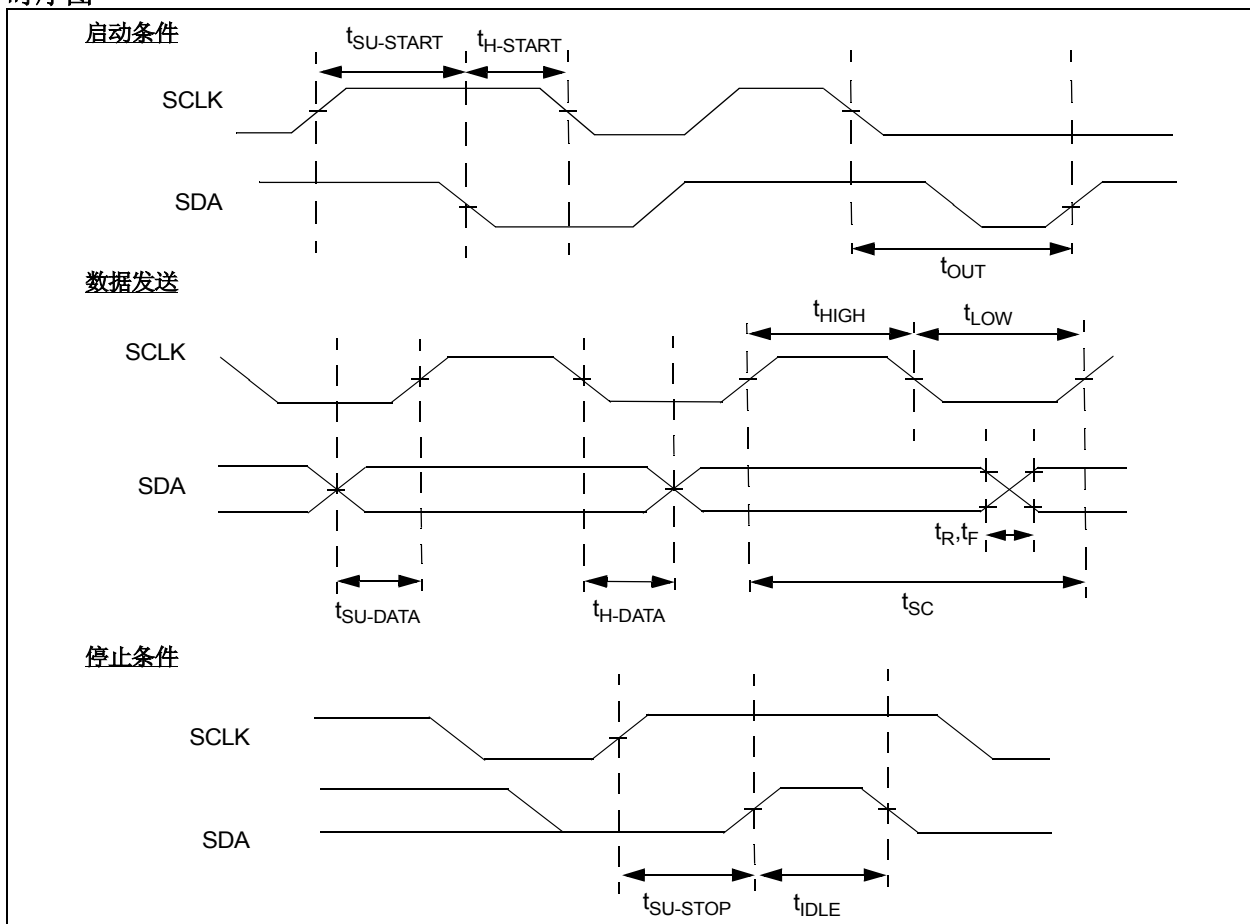
MCP9800/1/2/3

串行接口时序规范

电气规范: 除非另外说明, 否则 $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$, $GND =$ 接地, $-55^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$, $C_L = 80 pF$, 且所有限制值均在 50% 点处测量。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
双线 I²C/SMBus 兼容接口						
串行端口频率	f_{SC}	0	—	400	kHz	I ² C MCP9800/01
	f_{SC}	10	—	400	kHz	SMBus MCP9802/03
时钟周期	t_{SC}	2.5	—	—	μs	
低电平时钟	t_{LOW}	1.3	—	—	μs	
高电平时钟	t_{HIGH}	0.6	—	—	μs	
上升时间	t_R	20	—	300	ns	V_{DD} 的 10% 至 90% (SCLK, SDA)
下降时间	t_F	20	—	300	ns	V_{DD} 的 90% 至 10% (SCLK, SDA)
SCLK 拉高前数据建立	$t_{SU-DATA}$	0.1	—	—	μs	
SCLK 拉低后数据保持	t_{H-DATA}	0	—	0.9	μs	
启动条件建立时间	$t_{SU-START}$	0.6	—	—	μs	
启动条件保持时间	$t_{H-START}$	0.6	—	—	μs	
停止条件建立时间	$t_{SU-STOP}$	0.6	—	—	μs	
总线空闲	t_{IDLE}	1.3	—	—	μs	
超时	t_{OUT}	25	35	50	ms	仅限 MCP9802/03

时序图



2.0 典型性能曲线

注：除非另外说明，否则 $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$ 。

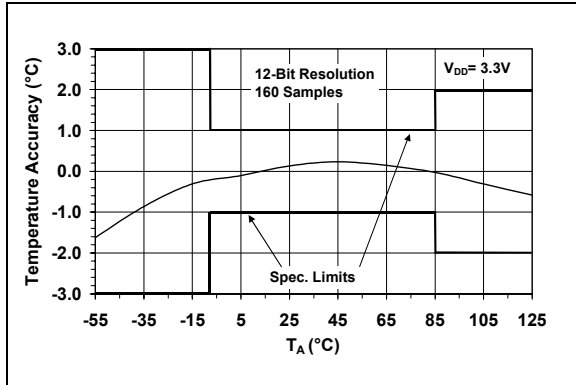


图 2-1: 平均温度精度—环境温度曲线, $V_{DD} = 3.3V$

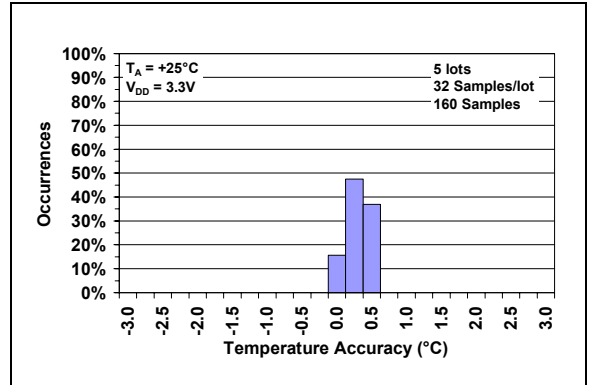


图 2-4: 温度精度柱状图, $T_A = +25^\circ C$

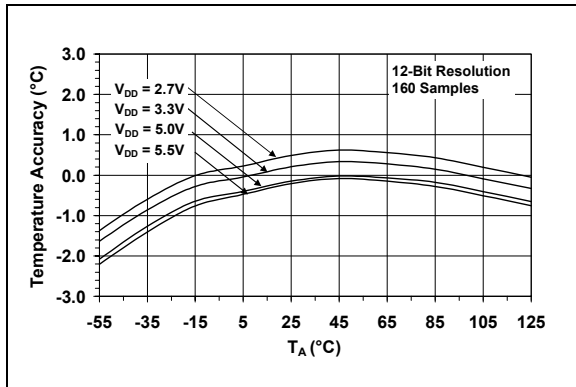


图 2-2: 平均温度精度—环境温度曲线

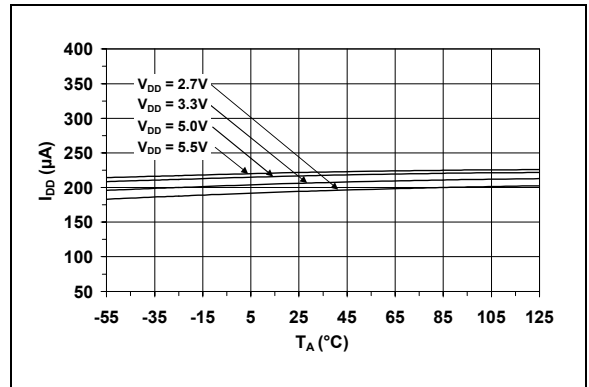


图 2-5: 供电电流—环境温度曲线

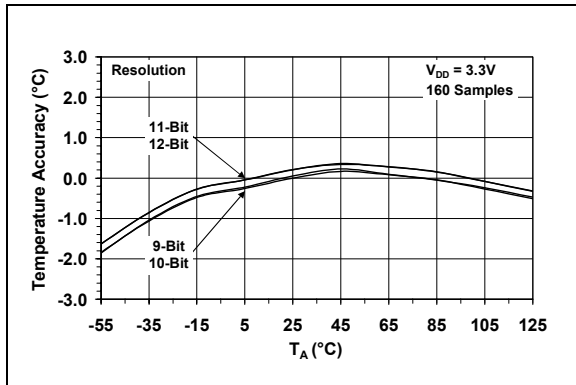


图 2-3: 平均温度精度—环境温度曲线, $V_{DD} = 3.3V$

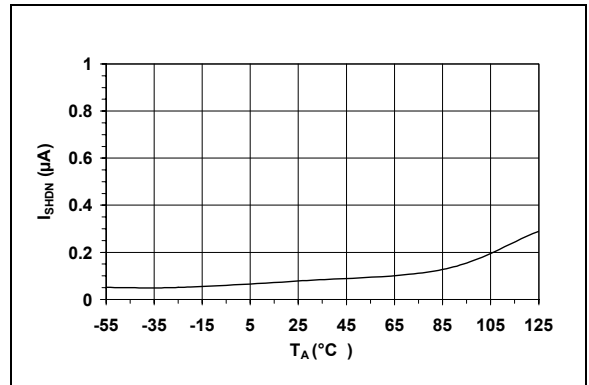


图 2-6: 关断电流—环境温度曲线

MCP9800/1/2/3

注：除非另外说明，否则 $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.5V$ 。

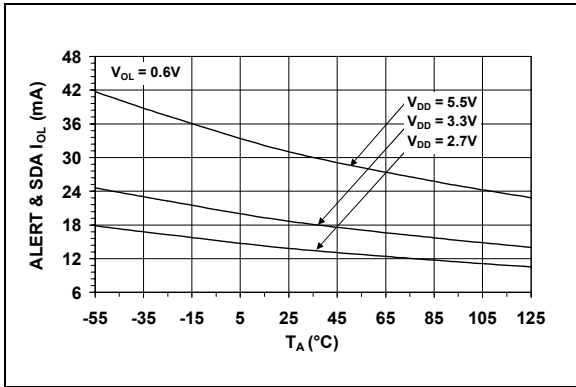


图 2-7: 报警和 SDA I_{OL} —环境温度曲线

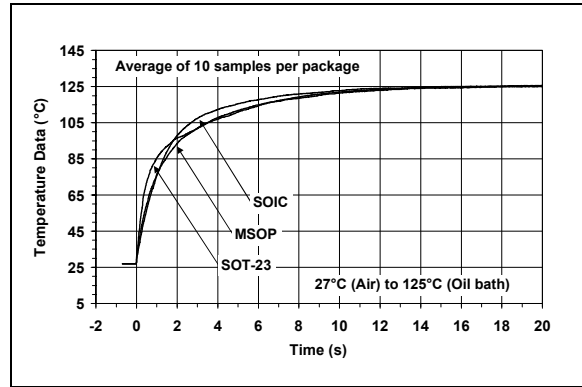


图 2-9: MCP980X 热响应—时间曲线

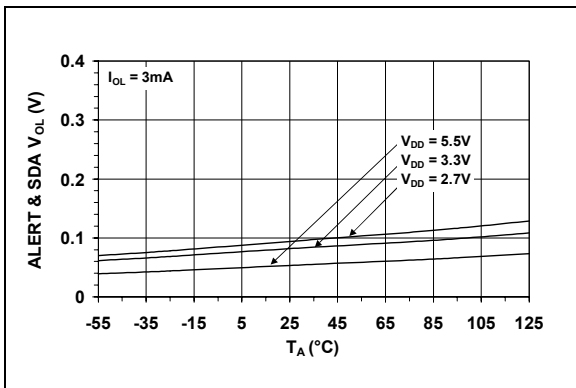


图 2-8: 报警和 SDA 输出 V_{OL} —环境温度曲线

3.0 引脚说明

引脚说明如表 3-1 所示。

表 3-1: 引脚功能表

MCP9800 MCP9802 SOT-23-5	MCP9801 MCP9803 MSOP 和 SOIC	符号	功能
5	1	SDA	双向串行数据
4	2	SCLK	串行时钟输入
3	3	ALERT	温度报警输出
2	4	GND	接地
—	5	A2	地址选择引脚 (bit 2)
—	6	A1	地址选择引脚 (bit 1)
—	7	A0	地址选择引脚 (bit 0)
1	8	V _{DD}	电源输入

3.1 串行数据引脚 (SDA)

SDA 是双向输入 / 输出引脚，用于向主机控制器串行发送数据或接收从主机控制器发送的数据。该引脚需要一个上拉电阻以输出数据。

3.2 串行时钟引脚 (SCLK)

SCLK 是时钟输入引脚。所有通讯和与时序均与此引脚的信号有关。时钟由主机控制器在总线上的产生。

3.3 电源输入 (V_{DD})

V_{DD} 引脚是电源引脚。直流电气规范表中所规定的工作电压施加于此引脚。

3.4 接地 (GND)

GND 引脚是系统接地引脚。

3.5 报警 (ALERT) 输出

MCP9800/1/2/3 的 ALERT 引脚为开漏输出引脚。当温度超出用户编程的温度限制时，器件输出报警信号。

3.6 地址引脚 (A2,A1,A0)

这些引脚为器件或从器件地址输入引脚，只在 MCP9801/03 上可用。MCP9800/02 的器件地址在出厂前设定。

地址引脚为器件地址位的最低有效位 (LSb)。最高有效位 (MSb) (A6,A5,A4,A3) 出厂时设定为 <1001>。如表 3-2 所示。

表 3-2: 从器件地址

器件	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
MCP9800/02A0	1	0	0	1	0	0	0
MCP9800/02A5	1	0	0	1	1	0	1
MCP9801/03	1	0	0	1	X	X	X

注：用户可选择地址以 X 表示。

MCP9800/1/2/3

4.0 功能说明

MCP9800/1/2/3 系列温度传感器由一个带隙型温度传感器，一个 $\Sigma\Delta$ 模数转换器 (ADC)，几个用户可编程寄存器和一个双线 I²C/SMBus 协议兼容的串行接口组成。

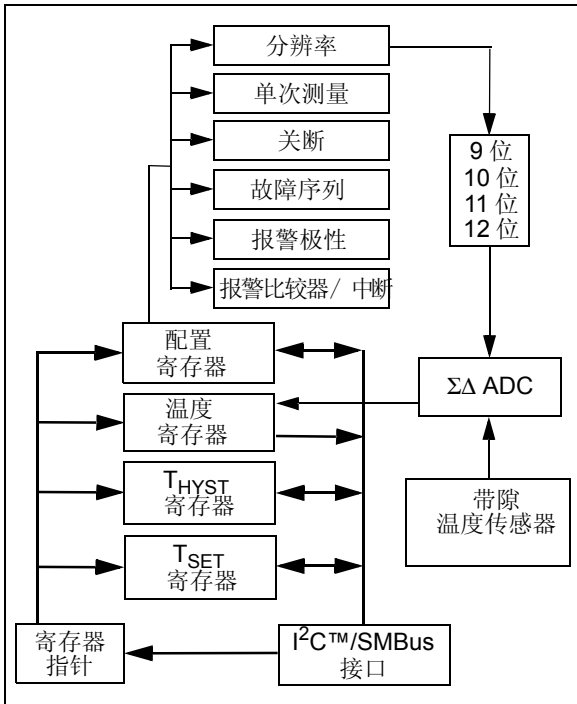


图 4-1: 功能框图

4.1 温度传感器

MCP9800/1/2/3 利用晶体管集电极电流从 IC_1 变化到 IC_2 时基极 - 发射极的电压差 (ΔV_{BE})。通过此方式， ΔV_{BE} 只取决于两个电流的比值和环境温度，如公式 4-1 所示。

公式 4-1:

$$\Delta V_{BE} = \left(\frac{kT}{q}\right) \times \ln(IC_1/IC_2)$$

其中:

T = 温度，以开氏温标表示
 ΔV_{BE} = 二极管基极 - 发射极的电压差
k = 玻耳兹曼常数
(Boltzmann's constant)
q = 电量
 IC_1 和 IC_2 = 比值为 n:1 的电流

4.2 $\Sigma\Delta$ 模数转换器

使用 $\Sigma\Delta$ 模数转换器将 ΔV_{BE} 转换为与晶体管温度相对应的数值。转换器的分辨率可调节从 9 位 (转换时间为 30 ms) 至 12 位 (转换时间为 240 ms)。这样就使用户可在分辨率和转换时间之间进行权衡。详情请参见第 4.3.4 节“传感器配置寄存器 (CONFIG)”和第 4.3.4.7 节“ $\Sigma\Delta$ ADC 分辨率”。

4.3 寄存器

MCP9800/1/2/3 系列有四个用户可访问的寄存器，分别为环境温度寄存器，温度限制设置寄存器，温度迟滞寄存器以及器件配置寄存器。

环境温度寄存器为只读寄存器，用于存取环境温度数据。来自 ADC 的数据并行地装载到此寄存器中。温度限制设置和温度迟滞寄存器均为可读 / 写寄存器，用于提供用户可编程的温度极限。如果环境温度漂移超出编程极限，MCP9800/1/2/3 在报警引脚输出报警信号（见第 4.3.4.3 节“ALERT 输出配置”）。器件配置寄存器为用户提供了配置 MCP9800/1/2/3 的各种功能的通道。这些寄存器将在以下各节中详细介绍。

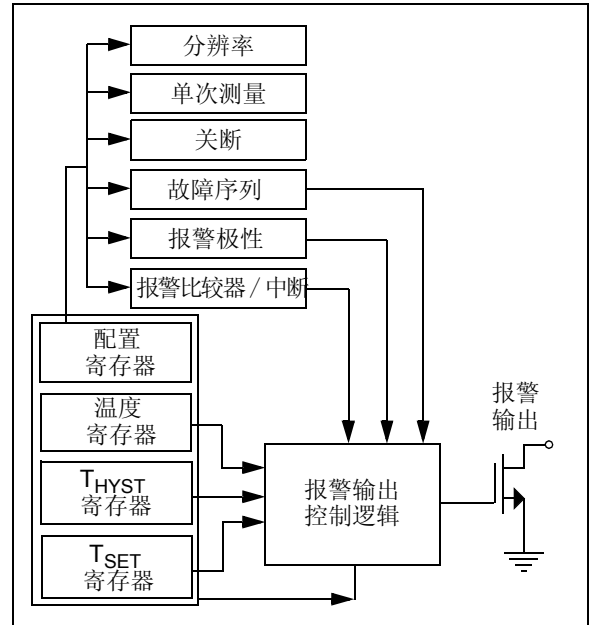


图 1: 寄存器框图

寄存器的访问是通过使用串行接口向 MCP9800/1/2/3 发送寄存器指针来进行的。这是一个 8 位指针，但只使用两个最低有效位 (LSb) 作为指针，将所有其他位清零。该器件还保留了其他寄存器用于测试和校准。如果访问这些寄存器，那么器件可能无法按规范操作。指针说明如下。

寄存器 4-1:

寄存器指针

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
0	0	0	0	0	0	0	P1	P0
bit 7								bit 0

bit 7-3 未用：读为 0

bit 2-0 指针位

- 00 = 温度寄存器
- 01 = 配置寄存器
- 10 = 温度迟滞寄存器
- 11 = 温度限制设置寄存器

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未用位，读为 0
- n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

MCP9800/1/2/3

4.3.1 环境温度寄存器 (T_A)

MCP9800/1/2/3 有一个 16 位只读环境温度寄存器 (T_A)，它包含 9 位到 12 位温度数据。该数据为二进制补码格式。位的分配和相应分辨率如下寄存器分配表所示。

寄存器的刷新速率取决于所选的 ADC 分辨率。9 位分辨率需 30 ms (典型值)，12 位分辨率需 240 ms (典型值)。由于此寄存器是双缓冲的，用户可在 MCP9800/1/2/3 在后台进行模数转换时读取寄存器。十进制代码转换为温度的公式如公式 4-2 所示：

公式 4-2:

$$T_A = Code \times 2^n$$

其中：

n = -1、-2、-3 和 -4 分别用于 9 位、10 位、11 位和 12 位分辨率

T_A = 环境温度 (°C)

Code = MCP980X 的十进制输出 (表 4-1)

寄存器 4-2: 环境温度寄存器 (T_A)

高八位:							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
符号位	2 ⁶ °C/位	2 ⁵ °C/位	2 ⁴ °C/位	2 ³ °C/位	2 ² °C/位	2 ¹ °C/位	2 ⁰ °C/位
bit 15							bit 8

低八位:							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C/位	2 ⁻² °C/位	2 ⁻³ °C/位	2 ⁻⁴ °C/位	0	0	0	0
bit 7							bit 0

注：选择 9 位、10 位或 11 位分辨率时，bit 6、bit 7 或 bit 8 将分别保持清零。

图注:

R = 可读位 W = 可写位 U = 未用位，读为 0
 - n = POR 时的值 1 = 置 1 0 = 清零 x = 未知

表 4-1: 环境温度转换为代码

环境温度				代码			T _A (°C)
9 位	10 位	11 位	12 位	二进制	十六进制	十进制	
+125°C				0111 1101 0uuu uuuu ⁽¹⁾	0FA	250	+125
+25.4375°C				0001 1001 0uuu uuuu	032	50	+25
+0.5°C				0000 0000 1uuu uuuu	001	1	+0.5
	+125°C			0111 1101 00uu uuuu	1F4	500	+125
	+25.4375°C			0001 1001 01uu uuuu	065	101	+25.25
	+0.25°C			0000 0000 01uu uuuu	001	1	+0.25
		+125°C		0111 1101 000u uuuu	3E8	1000	+125
		+25.4375°C		0001 1001 011u uuuu	0CB	203	+25.375
		+0.125°C		0000 0000 001u uuuu	001	1	+0.125
			+125°C	0111 1101 0000 uuuu	7D0	2000	+125
			+25.4375°C	0001 1001 0111 uuuu	197	407	+25.4375
			+0.0625°C	0000 0000 0001 uuuu	001	1	+0.0625
0°C				0000 0000 0000 uuuu	000	0	0
			-0.0625°C	1111 1111 1111 uuuu ⁽²⁾	001 ⁽³⁾	-1	-0.0625
			-25.4375°C	1110 0110 1001 uuuu	197	-407	-25.4375
			-55°C	1100 1001 0000 uuuu	370	-880	-55

注 1: u 表示未用位。MCP9800/1/2/3 将未用位清零。
 2: 此数据为二进制补码格式，表示低于 0°C 的环境温度。
 3: 十六进制负温度幅值。转换是通过将每个二进制值求反并加 1 完成的。

4.3.2 温度限制设置寄存器 (T_{SET})

MCP9800/1/2/3 有一个 16 位可读/写温度限制设置寄存器 (T_{SET})，它包含一个二进制补码格式的 9 位数据。该数据表示最大温度限制。如果环境温度超出此规定限制，MCP9800/1/2/3 就发出报警输出（见第 4.3.4.3 节“ALERT 输出配置”）。

该寄存器使用 9 个最高有效位 (MSb)，所有其他位均为无关位。

T_{SET} 寄存器的上电默认值为 80°C，二进制表示为 <01010 0000>。

寄存器 4-3: 温度限制设置寄存器 (T_{SET})

高八位:							
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
符号位	2 ⁶ °C/位	2 ⁵ °C/位	2 ⁴ °C/位	2 ³ °C/位	2 ² °C/位	2 ¹ °C/位	2 ⁰ °C/位
bit 15							bit 8

低八位:							
R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C/位	0	0	0	0	0	0	0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未用位, 读为 0
- n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP9800/1/2/3

4.3.3 温度迟滞寄存器 (T_{HYST})

MCP9800/1/2/3 有一个 16 位可读 / 写温度迟滞寄存器 (T_{HYST})，它包含一个二进制补码格式的 9 位数据。该寄存器用于设置 T_{SET} 限制的迟滞。因此该数据表示温度限制的最小值。如果环境温度漂移到低于规定的限制，MCP9800/1/2/3 就发出一个报警信号（见第 4.3.4.3 节“ALERT 输出配置”）。

该寄存器使用九个最高有效位 (MSb)，所有其他位均为无关位。

T_{HYST} 寄存器的上电默认值为 75°C，二进制表示为 <01001 0110>。

寄存器 4-4: 温度迟滞寄存器 (T_{HYST})

高八位:							
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
符号位	2 ⁶ °C/位	2 ⁵ °C/位	2 ⁴ °C/位	2 ³ °C/位	2 ² °C/位	2 ¹ °C/位	2 ⁰ °C/位
bit 15							bit 8

低八位:							
R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C/位	0	0	0	0	0	0	0
bit 7							bit 0

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未用位, 读为 0
- n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零
		x = 未知

4.3.4 传感器配置寄存器 (CONFIG)

MCP9800/1/2/3 有一个 8 位可读 / 写配置寄存器 (CONFIG)，它允许用户选择不同功能。这些功能包括关断、报警输出选择为比较器输出或中断输出、报警输出极性、故障序列周期、温度测量分辨率以及单次测量模式 (关断时单次转换)。这些功能在以下各节详细介绍。

寄存器 4-5: 配置寄存器 (CONFIG)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
单次测量	分辨率	故障序列	报警极性	比较器 / 中断	关断		
bit 7						bit 0	

- bit 7 **单次测量位**
1 = 使能
0 = 禁止 (上电时的默认值)
- bit 5-6 **$\Sigma\Delta$ ADC 分辨率位**
00 = 9 位 (上电时的默认值)
01 = 10 位
10 = 11 位
11 = 12 位
- bit 3-4 **故障序列位**
00 = 1 (上电时的默认值)
01 = 2
10 = 4
11 = 6
- bit 2 **报警极性位**
1 = 高电平有效
0 = 低电平有效 (上电时的默认值)
- bit 1 **比较器 / 中断位**
1 = 中断模式
0 = 比较器模式 (上电时的默认值)
- bit 0 **关断位**
1 = 使能
0 = 禁止 (上电时的默认值)

图注:

R = 可读位	W = 可写位	U = 未用位, 读为 0
- n = POR 时的值	1 = 置 1	0 = 清零 x = 未知

MCP9800/1/2/3

4.3.4.1 关断模式

关断模式将禁止所有耗电活动（包括温度采样操作），只保持串行接口工作。器件在此模式下消耗 $1\ \mu\text{A}$ （最大值）的电流。器件保持为此模式直至转换寄存器被更新为使能连续转换，或下一个上电周期。

在关断模式下，CONFIG、 T_A 、 T_{SET} 和 T_{HYST} 寄存器可被读取或写入。但串行总线的活动将增加关断电流。

4.3.4.2 单次测量模式

MCP9800/1/2/3 还可用于单次测量模式，这可通过将 CONFIG 寄存器中的 bit 7 置 1 来选定。单次测量模式执行一次温度测量后返回关断模式。此模式下温度的测量是根据控制器件命令来进行的，因此对低功耗应用特别有用。例如，9 位 T_A 在单次测量模式下 $30\ \text{ms}$ 消耗 $200\ \mu\text{A}$ （典型值）电流，在关断模式下消耗 $0.1\ \mu\text{A}$ （典型值）。

要执行此功能，器件需要先置于关断模式下。这可通过向 CONFIG 寄存器发送一个字节，将 bit 0 置 1 并将 bit 7 清零来完成。器件一旦处于关断模式，就需要再次写入 CONFIG，将 bit 0 和 bit 7 置 1。这样就开始了 9 位数据的 $30\ \text{ms}$ 单次转换周期。转换结束时， T_A 被更新，CONFIG 的 bit 7 被 MCP9800/1/2/3 清零。

表 4-2: 关断和单次测量模式说明

工作模式	单次测量 (Bit 7)	关断 (Bit 0)
连续转换	0	0
关断	0	1
连续转换 (单次测量被忽略)	1	0
单次测量	1	1

注：需先编程关断命令 <01> 后，再发送单次测量命令 <11>。

4.3.4.3 ALERT 输出配置

ALERT 输出可通过 CONFIG 的 bit 1 配置为比较器输出或中断输出模式。还可通过 CONFIG 的 bit 2 将极性规定为高电平有效或低电平有效。以下各节将逐一介绍两种输出模式，图 4-2 给出了图形说明。

4.3.4.4 比较器模式

在比较器模式下，当 T_A 大于 T_{SET} 时发出 ALERT 输出。该引脚保持有效直至 T_A 低于 T_{HYST} 。比较器模式对于恒温类应用（如在温度超过安全操作范围时打开冷却风扇或触发系统关断）很有用。

在比较器模式下，如果器件进入关断模式并发出 ALERT 输出，则输出在关断期间保持有效。欲解除报警输出，器件必须工作在连续转换模式下且 T_A 低于 T_{HYST} 。

4.3.4.5 中断模式

在中断模式下，当 T_A 大于 T_{SET} 时发出 ALERT 输出。但当用户执行一次对任意寄存器的读取时，该输出就被解除。该模式设计用于基于中断驱动的单片系统。收到中断信号的单片机必须通过读取 MCP9800/1/2/3 的任一寄存器对中断作出应答。这将清除中断而 ALERT 信号也将被解除。当 T_A 漂移到 T_{HYST} 以下时，MCP9800/1/2/3 输出另一个中断，控制器需要读一个寄存器以解除 ALERT 输出。关断器件也可复位或解除 ALERT 输出。

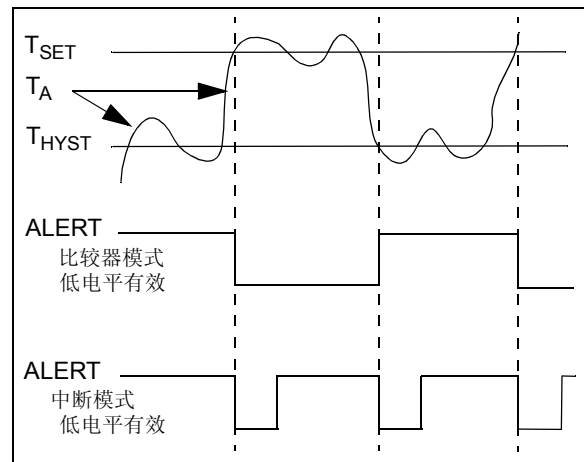


图 4-2: 报警输出

4.3.4.6 故障序列

故障序列功能可用作一个滤波器，以减小误激活报警引脚的可能性。 T_A 必须在所选择的转换周期数内连续保持高于 T_{SET} ，转换周期数可通过故障序列位进行选择。CONFIG 的 bit 3 和 bit 4 可用于选择最多六个故障序列周期。例如，如果选择了六个故障序列， T_A 必须大于 T_{SET} 并保持连续六次转换后，才能发出 ALERT 信号，作为比较器或中断输出。

此序列设置也适用于 T_{HYST} 。 T_A 必须低于 T_{HYST} 并保持连续六次转换后，才能解除 ALERT 信号（比较器模式），或发出另一个中断信号（中断模式）。

4.3.4.7 Σ - Δ ADC 分辨率

MCP9800/1/2/3 允许用户选择 ADC 分辨率，使用 CONFIG 寄存器的 bit 6 和 bit 5 可选择 9 位至 12 位分辨率。用户使用更精细的分辨率可更清楚地看到环境温度的变化趋势和特征。提高分辨率还可减少量化误差。图 2-4 显示了精度与分辨率曲线。

表 4-3 所示为相应分辨率下 T_A 寄存器的转换时间。

表 4-3: 分辨率和转换时间

位	分辨率 °C/位 (典型值)	转换时间 t_{CONV} ms (典型值)
9	0.5	30
10	0.25	60
11	0.125	120
12	0.0625	240

4.4 上电默认设置小结

MCP9800/1/2/3 有一个内部上电延时复位 (POR) 电路。如果电源电压 V_{DD} 降到 1.7V (典型值) 阈值以下，器件就将寄存器复位为上电默认设置。

表 4-4 所示为上电默认设置的小结。

表 4-4: 上电默认设置

寄存器	数据 (16 进制)	上电默认设置
T_A	0000	0°C
T_{SET}	A000	80°C
T_{HYST}	9600	75°C
指针	00	温度寄存器
CONFIG	00	连续转换比较器模式 低电平有效输出 故障序列 1 9 位分辨率

MCP9800/1/2/3

5.0 串行通信

5.1 双线 I²C/SMBus 兼容接口

MCP9800/1/2/3 串行时钟输入 (SCLK) 和双向串行数据线 (SDA) 组成了双线双向串行通讯端口。

定义了以下总线协议:

表 5-1: MCP980X 串行总线转换

术语	说明
发送器	向总线发送数据的器件
接收器	从总线接收数据的器件
主器件	控制串行总线的器件, 通常为单片机
从器件	被主器件寻址的器件, 如 MCP9800/1/2/3
启动	由主器件发出的独特信号, 用于启动与从器件的串行连接
停止	由主器件发出的独特信号, 用于终止来自从器件的串行连接
读 / 写	对 MCP9800/1/2/3 寄存器的读 / 写
ACK	接收器通过查询总线作出接收每个字节的应答 (ACK)
NACK	接收器不应答 (NAK) 或释放总线以显示数据结束 (EOD)
忙	总线正在使用, 无法进行通讯
不忙	总线处于空闲状态, SDA 和 SCLK 均为高电平
数据有效	SDA 必须在 SCLK 变为高电平以前保持稳定, 数据位才被视为有效。在正常数据传输过程中, SDA 只有在 SCLK 为低时改变状态

5.1.1 数据传送

数据传送由启动条件 (START) 触发, 接着是 7 位器件地址和 1 位可读 / 写位。从器件应答 (ACK) 确认接收每个字节。每次存取均必须以停止条件 (STOP) 结束。

当总线空闲时可进行数据传送。

5.1.2 主器件 / 从器件

总线由主器件 (通常为单片机) 控制, 主器件控制对总线的访问并产生启动和停止条件。MCP9800/1/2/3 是从器件, 不控制总线上的其他器件。主器件和从器件均可作为发送器或接收器。但触发哪种模式由主器件决定。

5.1.3 启动 / 停止条件

SDA 线从高到低跳变 (同时 SCLK 为高电平) 是启动条件。所有数据传送前均必须有一个来自主器件的启动条件。如果数据传输期间产生了启动条件, 则 MCP9800/1/2/3 将复位并接受新的启动条件。

SDA 线从低到高跳变 (同时 SCLK 为高电平) 是停止条件。所有数据传送均以来自主器件的停止条件结束。如果在数据发送时出现停止条件, 则 MCP9800/1/2/3 将释放总线。

5.1.4 地址字节

启动条件之后, 主机必须向 MCP9800/1/2/3 发送地址字节。MCP9800/02A0 和 MCP9800/02A5 的 7 位地址分别以二进制表示为 1001000 和 1001101。MCP9802/03 的地址以二进制表示为 1001, A2, A1, A0, 其中 A0、A1 和 A2 位通过将相应引脚连接到 V_{DD} <1> 和 GND <0> 进行外部设置。串行位流中发送的 7 位地址必须与所选地址匹配, MCP9800/1/2/3 才能作出 ACK 响应。

地址字节中的 bit 8 是可读 / 写位。将此位置 1 是读操作命令, 清零是写操作命令。

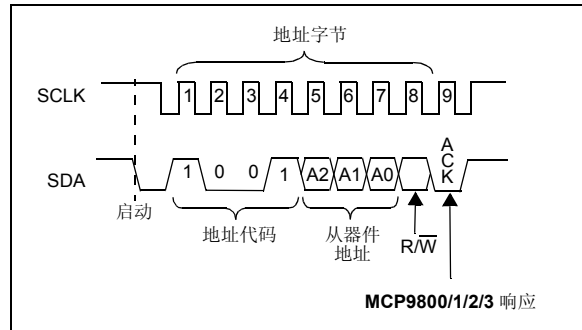


图 5-1: 器件寻址

5.1.5 数据有效

启动条件之后，发送数据的每一位必须在 SCLK 从低跳变到高（见串行接口时序规范）之前，保持 $t_{\text{SU-DATA}}$ 所规定的一段时间的稳定。

5.1.6 应答（ACK）

每个接收器件在被寻址时都必须在接收每一字节后产生一个应答位。主器件必须产生一个额外的时钟脉冲以识别 ACK。

应答器件必须在来自主器件的 SCLK 从低跳变为高以前，将 SDA 线拉低并保持 $t_{\text{SU-DATA}}$ 的时间，并在 SCLK 从高跳变为低后保持 $t_{\text{H-DATA}}$ 的时间。

读操作期间，一旦从器件的最后一位发出，主器件就必须通过不产生 ACK 位向从器件发送数据结束（EOD）信号。这种情况下，从器件将释放数据线以使主器件能产生停止条件。

5.1.7 超时（MCP9802/03）

如果 SCLK 的低电平保持了 t_{OUT} 规定的时间，MCP9802/03 将复位串行接口。这将时钟设为 SMBus 规范中指定的最低时钟速度。I²C 总线规范不限制时钟速度，因此主器件可无限期占用时钟进行数据处理（仅限 MCP9800/01）。

MCP9800/1/2/3

5.2 MCP9800/1/2/3 串行协议的图形表示

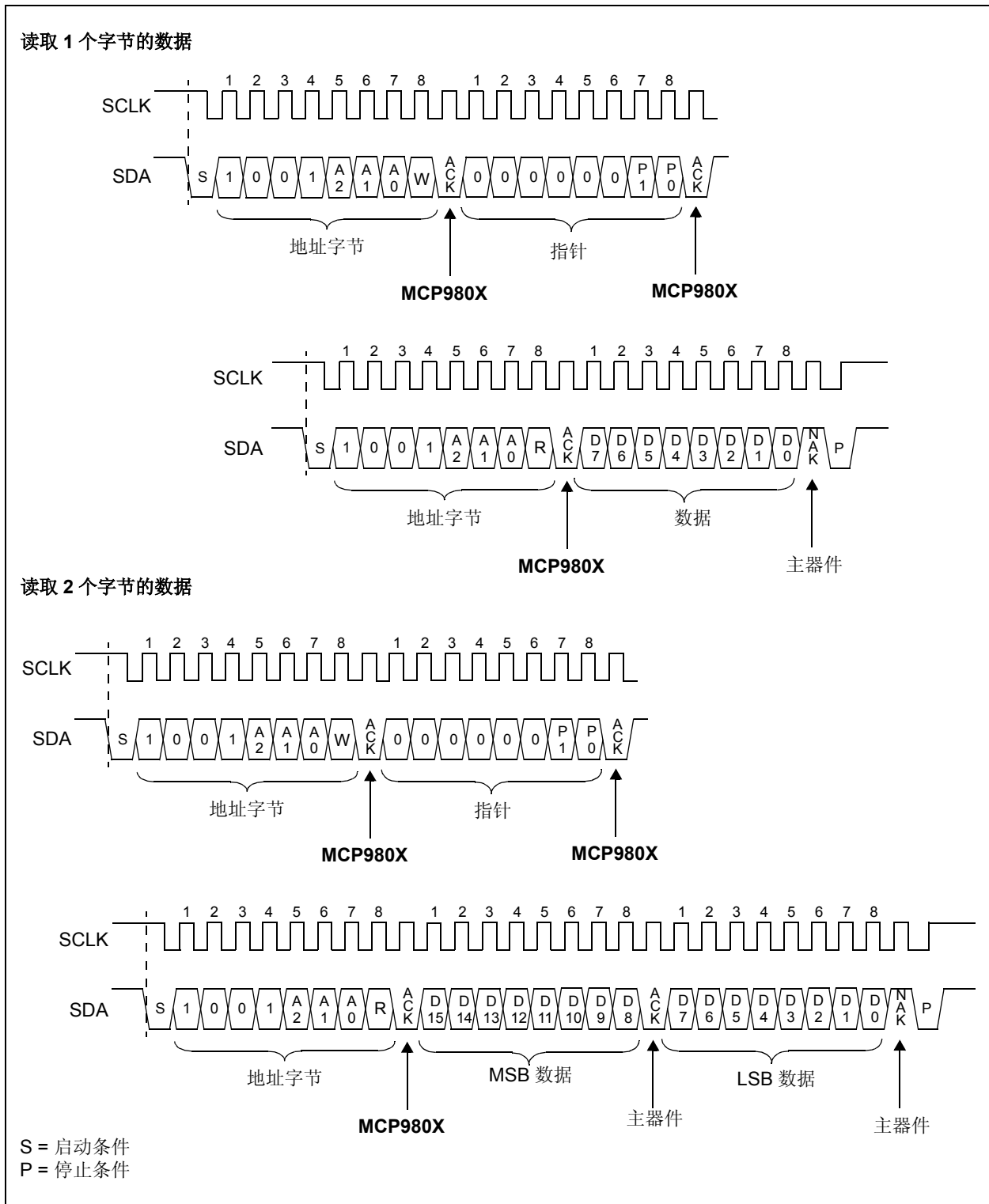


图 5-2: 从寄存器读取 1 个字节和 2 个字节的数据

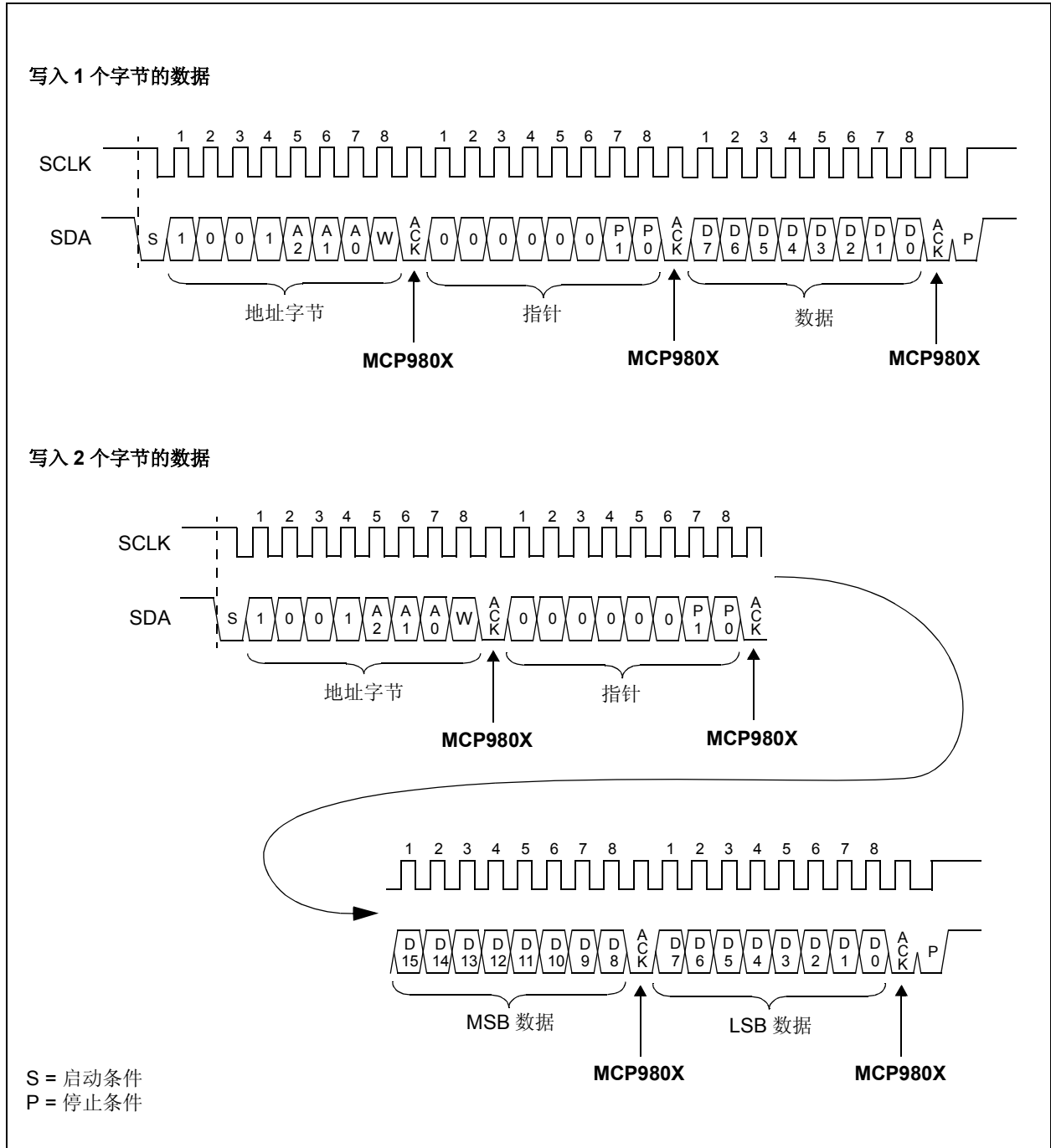
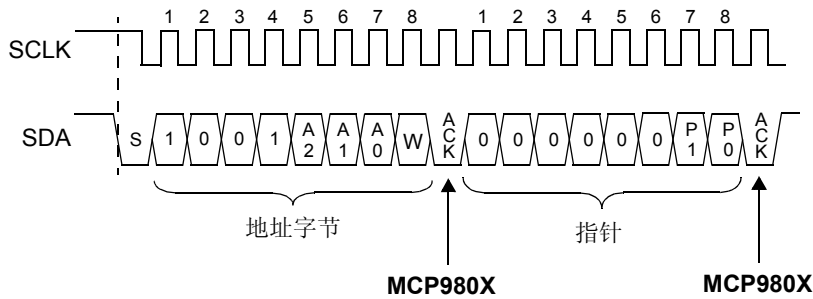


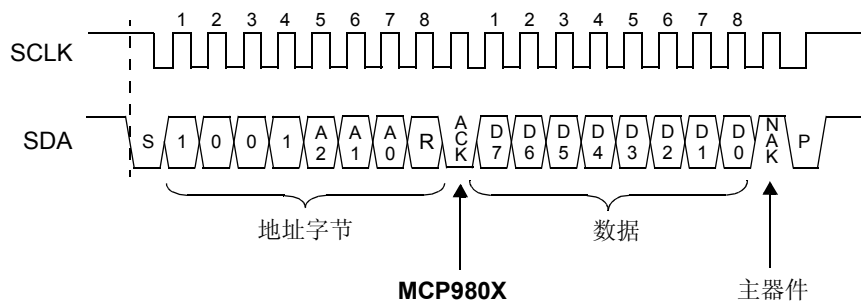
图 5-3: 从寄存器写入 1 个字节和 2 个字节数据

MCP9800/1/2/3

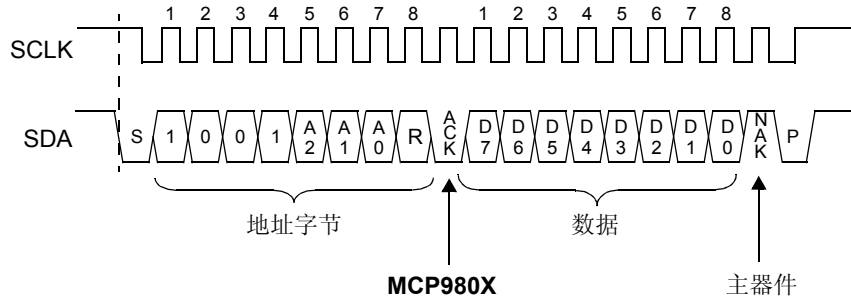
寄存器指针设置为连续接收



接收 1 个字节的数据



接收另一个 1 个字节的数据

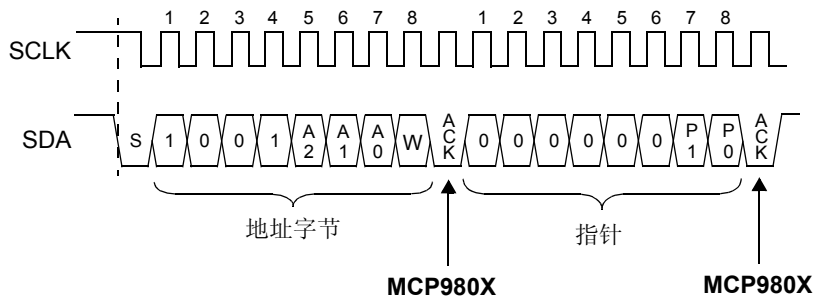


注： 用户可从先前设置的寄存器指针继续无限期接收 1 个字节的数据。

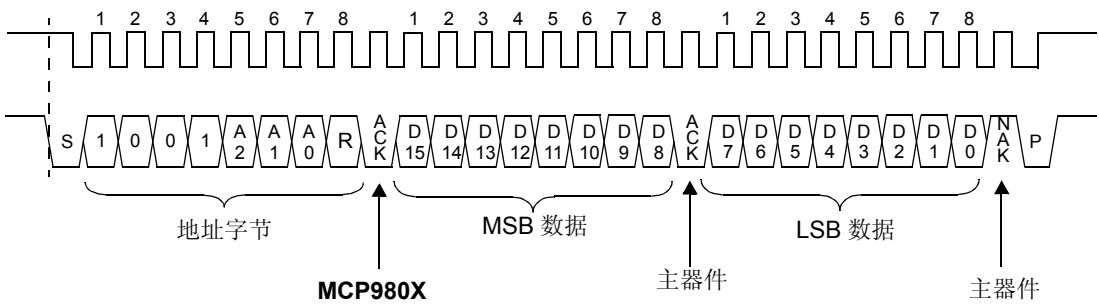
S = 启动条件
P = 停止条件

图 5-4: 从先前设置的指针接收 1 个字节的数据

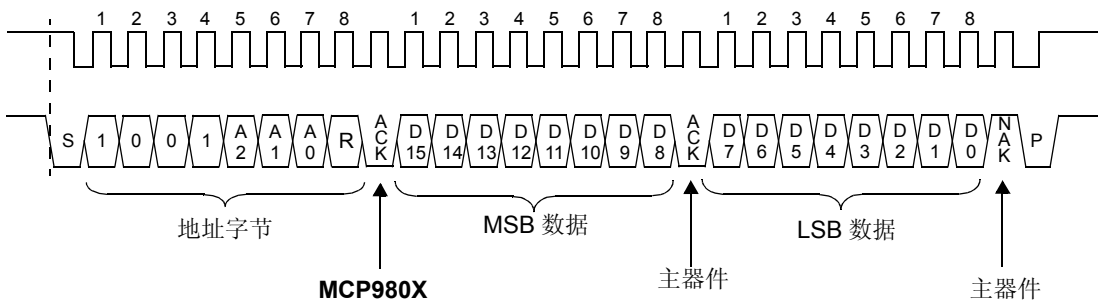
寄存器指针设置为连续接收



接收 2 个字节的数据



接收另一个 2 个字节的数据



注： 用户可从先前设置的寄存器指针继续无限期接收 2 个字节的数据。

S = 启动条件
P = 停止条件

图 5-5: 从先前设置的指针接收 2 个字节的数据

MCP9800/1/2/3

6.0 应用信息

6.1 连接到串行总线

SDA 和 SCLK 串行接口均为需要上拉电阻的开漏引脚。配置如图 6-1 所示。

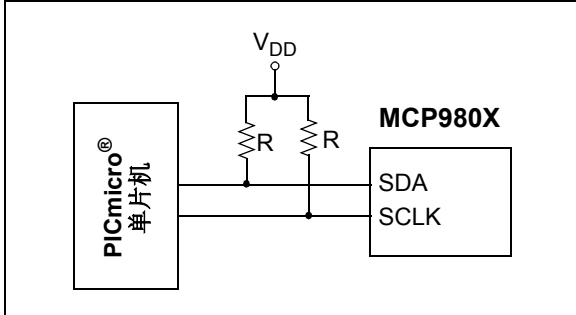


图 6-1: 串行接口上的上拉电阻

对于 SMBus 协议，连接到总线的器件数量只有 SDA 和 SCLK 线的最大上升和下降时间的限制。与 I²C 规范不同，SMBus 并不规定最大总线电容值，而是规定流过上拉电阻的电流为 350 μ A（最大值）。因此上拉电阻值将根据系统电源电压（V_{DD}）而变化。在 5V 系统中，上拉电阻值范围为 14.3 k Ω 至 50 k Ω 。最大限度地降低总线电容依然很重要，因为它直接影响到 SDA 和 SCLK 线的上升和下降时间。

尽管 SMBus 规范要求电压降为 0.4V 时 SDA 和 SCLK 线只拉低 350 μ A（最大值）的电流，MCP9800/1/2/3 却设计达到 0.4V（最大值）压降时拉低 3 mA 的电流。这使 MCP9800/1/2/3 能够驱动较低阻值的上拉电阻和较高电容的总线。此应用中，总线上的所有器件必须达到相同的拉低电流要求。

6.2 典型应用

Microchip 提供几种带有主同步串行端口模块（包括 I²C 接口模式）的单片机产品系列。此模块实现了所有主器件和从器件功能，并简化了固件开发开销。图 6-2 所示为采用 PIC16F737 作为主器件，控制其他连接在总线上的 Microchip 从器件产品（如 EEPROM、风扇控制器以及 MCP980X 温度传感器）的典型应用。

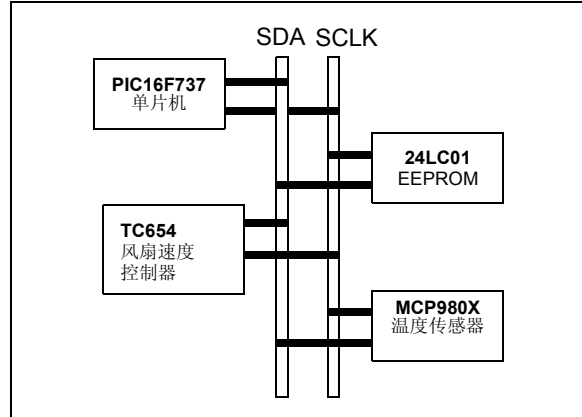


图 6-2: SMBus 上的多个器件

报警输出可与多个其他开漏器件线。在这种应用中，需要将输出编程为低电平有效输出。配置为这种形式的多数系统均需要上拉电阻。

6.3 布局注意事项

除用于测量温度的主器件控制器以外，MCP9800/1/2/3 不需要任何其他元件。但我们建议在 V_{DD} 和 GND 引脚之间连接一个容量为 0.1 μ F 至 1 μ F 的去耦电容。建议使用高频陶瓷电容。必须使此电容尽量靠近电源引脚，以提供有效的噪声保护。

6.4 散热注意事项

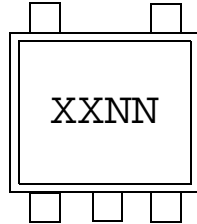
MCP9800/1/2/3 通过监测管芯（Die）内二极管的电压进行温度测量。在管芯和印刷电路板（Printed Circuit Board, PCB）之间由引脚提供了一条低阻抗散热通道。因此，MCP9800/1/2/3 可有效地监测 PCB 的温度。但周围空气的散热通道却不如上述散热通道有效，这是因为器件的塑料封装起了隔热作用。

如果 MCP9800/1/2/3 SDA 和 SCLK 通讯线连接有大负载的上拉电阻，则有可能出现自加热误差。通常这种自加热误差可以忽略，因为 MCP9800/1/2/3 消耗的电流相对较小。但为了最大限度地提高温度精度，必须使 SDA 和 SCLK 引脚连接小负载电阻。

7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

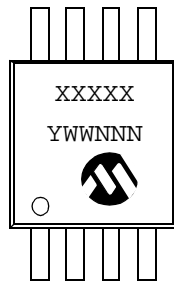
5 引脚 SOT-23



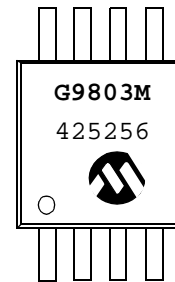
示例:

器件编号	MCP9800	器件编号	MCP9802
MCP9800A0T-M/OTG	LDNN	MCP9802A0T-M/OTG	JKNN
MCP9800A5T-M/OTG	LJNN	MCP9802A5T-M/OTG	JRNN

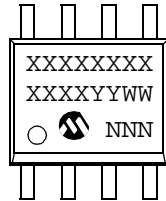
8 引脚 MSOP



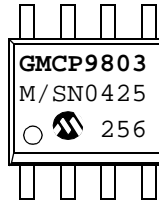
示例:



8 引脚 SOIC (150 mil)



示例:



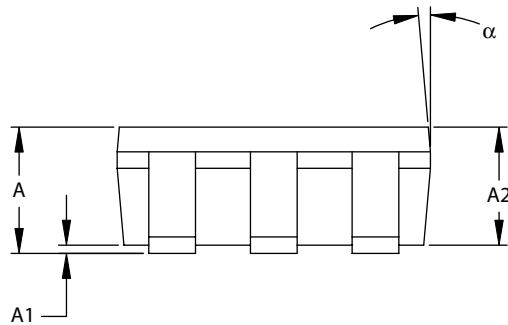
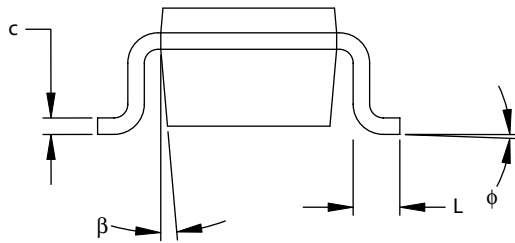
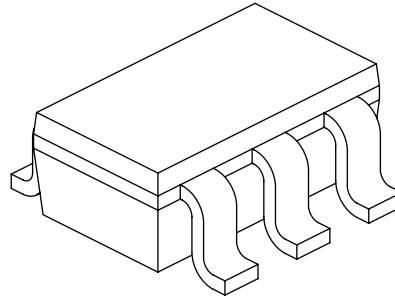
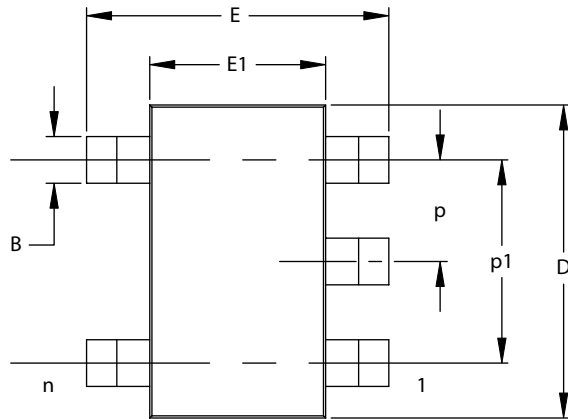
图注: XX...X 用户指定信息 *
 YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
 WW 星期代码 (一月一日的星期代码是“01”)
 NNN 以字母数字排序的追踪代码

注: Microchip 元器件编号如果无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制客户指定信息的可用字符数。

* 标准器件标识包括 Microchip 元器件编号、年份代码、星期代码和追踪代码。

MCP9800/1/2/3

5 引脚塑料小外形晶体管 (OT) (SOT-23)



尺寸范围	单位	英寸*			毫米		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n	5			5		
引脚间距	p		.038			0.95	
外侧两引脚间距 (基本)	p1		.075			1.90	
总高度	A	.035	.046	.057	0.90	1.18	1.45
塑模封装厚度	A2	.035	.043	.051	0.90	1.10	1.30
悬空间隙	A1	.000	.003	.006	0.00	0.08	0.15
总宽度	E	.102	.110	.118	2.60	2.80	3.00
塑模封装宽度	E1	.059	.064	.069	1.50	1.63	1.75
总长度	D	.110	.116	.122	2.80	2.95	3.10
底足长度	L	.014	.018	.022	0.35	0.45	0.55
底足倾斜角	ϕ	0	5	10	0	5	10
引脚厚度	c	.004	.006	.008	0.09	0.15	0.20
引脚宽度	B	.014	.017	.020	0.35	0.43	0.50
塑模上半部锥度	α	0	5	10	0	5	10
塑模下半部锥度	β	0	5	10	0	5	10

*控制参数

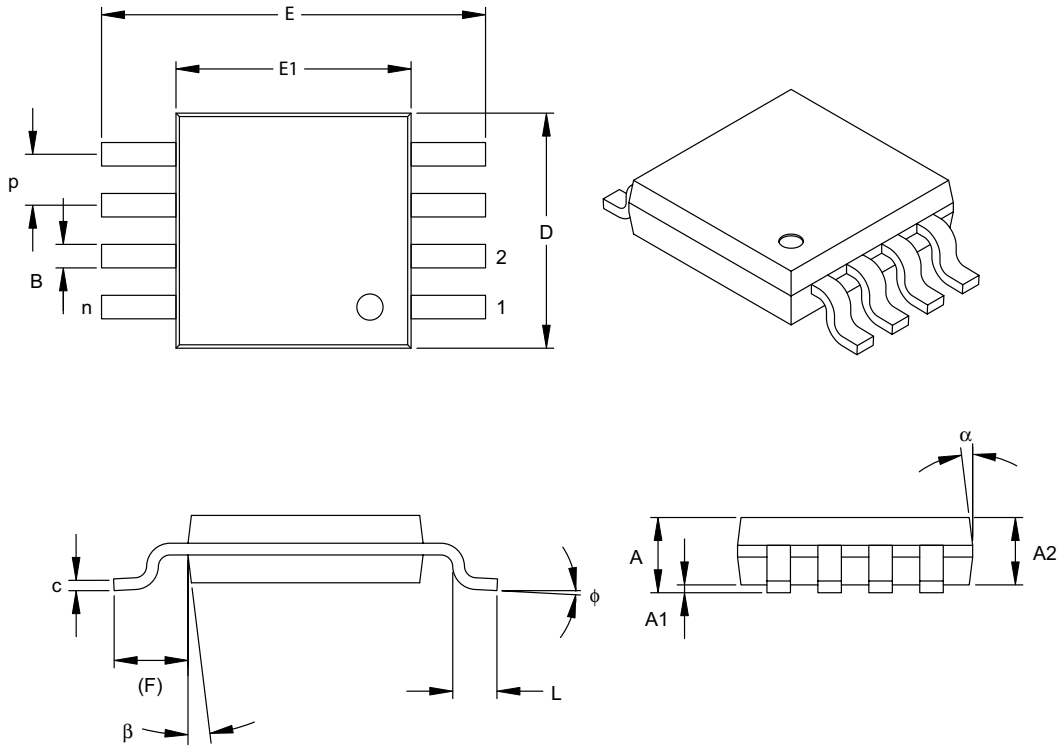
注:

尺寸D和E1不包括塑模的毛边或突起。塑模的毛边或突起不得超过每侧0.005英寸 (0.127毫米)。

等同于EIAJ号: SC-74A

图号C04-091

8 引脚塑料缩小外形封装 (MS) (MSOP)



尺寸范围	单位	英寸			毫米*		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n	8			8		
引脚间距	p	.026 BSC			0.65 BSC		
总高度	A	-	-	.043	-	-	1.10
塑模封装厚度	A2	.030	.033	.037	0.75	0.85	0.95
悬空间隙	A1	.000	-	.006	0.00	-	0.15
总宽度	E	.193 TYP.			4.90 BSC		
塑模封装宽度	E1	.118 BSC			3.00 BSC		
总长度	D	.118 BSC			3.00 BSC		
底足长度	L	.016	.024	.031	0.40	0.60	0.80
引脚占位长度 (参考)	F	.037 REF			0.95 REF		
底足倾斜角	ϕ	0°	-	8°	0°	-	8°
引脚厚度	c	.003	.006	.009	0.08	-	0.23
引脚宽度	B	.009	.012	.016	0.22	-	0.40
塑模上半部锥度	α	5°	-	15°	5°	-	15°
塑模下半部锥度	β	5°	-	15°	5°	-	15°

*控制参数

注:

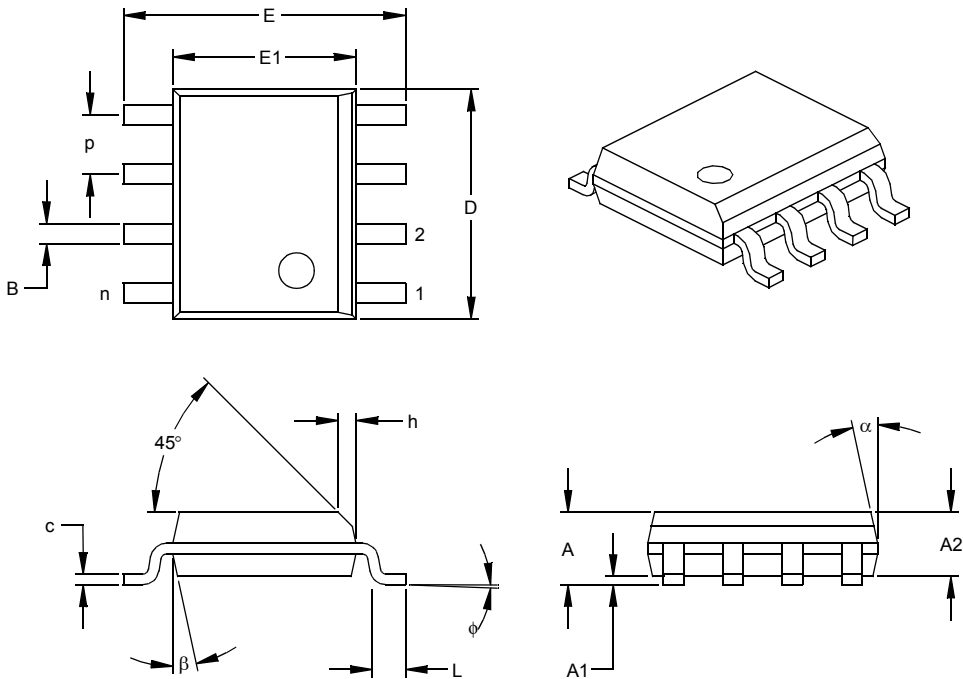
尺寸D和E1不包括塑模的毛边或突起。塑模的毛边或突起不得超过每侧0.010英寸(0.254毫米)。

等同于JEDEC号: MO-187

图号C04-111

MCP9800/1/2/3

8 引脚塑料小外形 (SN) —— 窄型, 150 mil 主体 (SOIC)



尺寸范围	单位	英寸*			毫米		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n	8			8		
引脚间距	p		.050			1.27	
总高度	A	.053	.061	.069	1.35	1.55	1.75
塑模封装厚度	A2	.052	.056	.061	1.32	1.42	1.55
悬空间隙 §	A1	.004	.007	.010	0.10	0.18	0.25
总宽度	E	.228	.237	.244	5.79	6.02	6.20
塑模封装宽度	E1	.146	.154	.157	3.71	3.91	3.99
总高度	D	.189	.193	.197	4.80	4.90	5.00
斜面投影距离	h	.010	.015	.020	0.25	0.38	0.51
底足长度	L	.019	.025	.030	0.48	0.62	0.76
底足倾斜角	φ	0	4	8	0	4	8
引脚厚度	c	.008	.009	.010	0.20	0.23	0.25
引脚宽度	B	.013	.017	.020	0.33	0.42	0.51
上半部塑模锥度	α	0	12	15	0	12	15
下半部塑模锥度	β	0	12	15	0	12	15

* 控制参数
§ 重要特性

注：
尺寸 D 和 E1 不包括塑模的毛边或突起。塑模的毛边或突起每侧不得超过 0.010 英寸 (0.254 毫米)。
等同于 JEDEC 号: MS-012
图号 C04-057

产品标识体系

欲订货，或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

PART NO.	XX	X	=X	XX	X
器件	从地址	卷带式	温度范围	封装	无铅
<p>器件： MCP9800：温度传感器 MCP9801：温度传感器 MCP9802：温度传感器 MCP9803：温度传感器</p> <p>A0 = 从地址置为 000 A5 = 从地址置为 101</p> <p>卷带式： = 空白 T = 卷带式</p> <p>温度范围： M = -55°C 至 +125°C</p> <p>封装： OT = 塑料小外形晶体管（SOT-23），5 引脚 MS = 塑料微型小外形（MSOP），8 引脚 SN = 塑料 SOIC，（150 mil 主体），8 引脚</p> <p>无铅： G = 无铅器件</p>					
<p>示例：</p> <p>a) MCP9800A0T-M/OTG 从地址 000，卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 SOT-23 封装。</p> <p>b) MCP9800A5T-M/OTG 从地址 101，卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 SOT-23 封装。</p> <p>a) MCP9801-M/MSG -55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 MSOP 封装。</p> <p>b) MCP9801T-M/MSG 卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 MSOP 封装。</p> <p>c) MCP9801-M/SNG -55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 SOIC 封装。</p> <p>d) MCP9801T-M/SNG 卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 SOIC 封装。</p> <p>a) MCP9802A0T-M/OT 从地址 000，卷带式，-55°C 至 +125°C，SOT-23 封装。</p> <p>b) MCP9802A5T-M/OT 从地址 101，卷带式，-55°C 至 +125°C，SOT-23 封装。</p> <p>a) MCP9803-M/MSG -55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 MSOP 封装。</p> <p>b) MCP9803T-M/MSG 卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 MSOP 封装。</p> <p>c) MCP9803-M/SNG -55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 SOIC 封装。</p> <p>d) MCP9803T-M/SNG 卷带式，-55°C 至 +125°C，无铅 8 引脚 SOIC 封装。</p>					

销售与技术支持

数据手册

初始数据手册中所述的产品可能会有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

1. Microchip 网站 <http://www.microchip.com>
2. 当地 Microchip 销售办事处（见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本（包括文献编号）。

客户通知系统

欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 www.microchip.com 上注册。

MCP9800/1/2/3

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其他受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。未经 Microchip 书面批准, 不得将 Microchip 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、PICMASTER、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、MPASM、MPLIB、MPLINK、MPSIM、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、Real ICE、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock 和 Zena 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2005, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于 2003 年 10 月通过了 ISO/TS-16949:2002 质量体系认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣何塞 San Jose
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 - 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-2229-0061
Fax: 91-80-2229-0062

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Gumi
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820