

## 带 SPI 串行接口的 2.7V, 12 位 A/D 转换器

### 特性

- 12 位分辨率
- $\pm 1$  LSB DNL (最大值)
- $\pm 1$  LSB INL (最大值) (MCP3201-B)
- $\pm 2$  LSB INL (最大值) (MCP3201-C)
- 片上采样和保持电路
- SPI 串行接口 (模式 0,0 和模式 1,1)
- 单电源供电的电压范围: 2.7V 至 5.5V
- 在  $V_{DD} = 5V$  时, 最大采样速率为 100 ksp/s
- 在  $V_{DD} = 2.7V$  时, 最大采样速率为 50 ksp/s
- 低功耗 CMOS 技术
- 500 nA 典型待机电流, 最大 2  $\mu A$ 。
- 5V 时, 工作电流最大为 400  $\mu A$
- 工业级温度范围:  $-40^{\circ}C$  到  $+85^{\circ}C$
- 8 引脚 MSOP、PDIP、SOIC 和 TSSOP 封装形式

### 应用

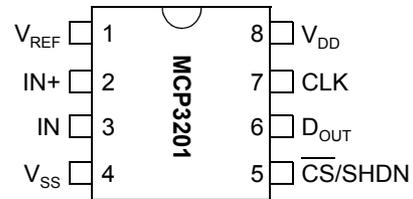
- 传感器接口
- 过程控制
- 数据采集
- 电池供电系统

### 说明

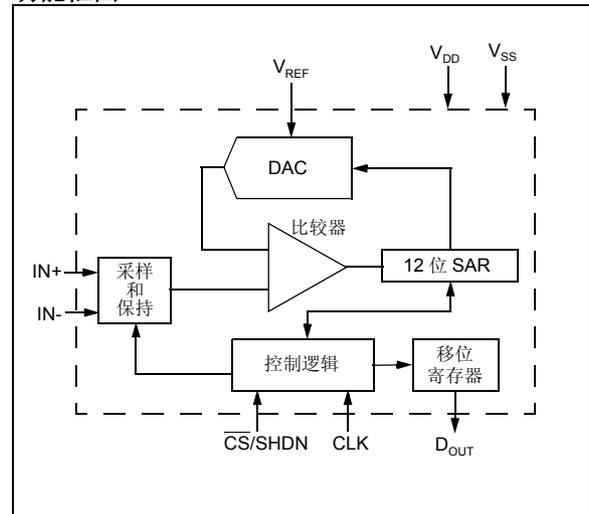
Microchip 的 MCP3201 是一款带有片上采样和保持电路的逐次逼近的 12 位模数 (Analog-to-Digital, A/D) 转换器。该器件提供一个伪差分输入通道。差分非线性 (Differential Nonlinearity, DNL) 被指定为  $\pm 1$  LSB, 而积分非线性 (Integral Nonlinearity, INL) 为  $\pm 1$  LSB (MCP3201-B) 和  $\pm 2$  LSB (MCP3201-C)。它使用符合 SPI 协议的简单串行接口与器件通信。在时钟速率为 1.6 MHz 时, 器件的采样速率最高为 100 ksp/s。MCP3201 器件的工作电压范围很宽为 2.7V—5.5V。低电流设计使它能够提供分别提供仅 500 nA 和 300  $\mu A$  的典型待机电流和典型工作电流。该器件以 8 引脚 MSOP、PDIP、TSSOP 和 150 mil SOIC 封装形式提供。

### 封装类型

#### MSOP、PDIP、SOIC 和 TSSOP



### 功能框图



# MCP3201

## 1.0 电气特性

### 1.1 最大额定值\*

$V_{DD}$  ..... 7.0V  
 所有输入和输出相对于  $V_{SS}$  的电压  $-0.6V$  至  $V_{DD} + 0.6V$   
 储存温度 .....  $-65^{\circ}C$  至  $+150^{\circ}C$   
 通电时的环境温度 .....  $-65^{\circ}C$  至  $+125^{\circ}C$   
 所有引脚上的 ESD 保护 (HBM) .....  $> 4 kV$

\*注: 如果器件工作条件超过上述“最大额定值”, 可能会对器件造成永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值, 我们不建议器件在该条件下或该规范规定的范围以外运行。长时间在最大额定值条件下工作会影响器件的稳定性。

## 引脚功能表

名称	功能
$V_{DD}$	+2.7V 至 5.5V 电源
$V_{SS}$	地
IN+	模拟输入正向端
IN-	模拟输入负向端
CLK	串行时钟
$D_{OUT}$	串行数据输出
CS/SHDN	片选 / 关断输入
$V_{REF}$	参考电压输入

## 电气特性

除非另外声明, 否则所有参数均适用于以下条件:  $V_{DD} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $V_{REF} = 5V$ ,  $T_{AMB} = -40^{\circ}C$  至  $+85^{\circ}C$ ,  $f_{SAMPLE} = 100 ksp/s$  且  $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>转换速率:</b>						
转换时间	$t_{CONV}$	—	—	12	时钟周期	
模拟输入采样时间	$t_{SAMPLE}$	1.5			时钟周期	
吞吐量	$f_{SAMPLE}$	—	—	100 50	ksp/s ksp/s	$V_{DD} = V_{REF} = 5V$ $V_{DD} = V_{REF} = 2.7V$
<b>DC 精度:</b>						
分辨率		12			位	
积分非线性误差	INL	—	$\pm 0.75$ $\pm 1$	$\pm 1$ $\pm 2$	LSB LSB	MCP3201-B MCP3201-C
差分非线性误差	DNL	—	$\pm 0.5$	$\pm 1$	LSB	温度变化时不丢失编码
失调误差		—	$\pm 1.25$	$\pm 3$	LSB	
增益误差		—	$\pm 1.25$	$\pm 5$	LSB	
<b>动态性能:</b>						
总谐波失真	THD	—	-82	—	dB	$V_{IN} = 0.1V$ 至 $4.9V@1 kHz$
信噪比和失真 (SINAD)	SINAD	—	72	—	dB	$V_{IN} = 0.1V$ 至 $4.9V@1 kHz$
无失真动态范围	SFDR	—	86	—	dB	$V_{IN} = 0.1V$ 至 $4.9V@1 kHz$
<b>参考输入:</b>						
电压范围		0.25	—	$V_{DD}$	V	注 2
漏电流		—	100 .001	150 3	$\mu A$ $\mu A$	$\overline{CS} = V_{DD} = 5V$
<b>模拟输入:</b>						
输入电压范围 (IN+)	IN+	IN-	—	$V_{REF} + IN-$	V	
输入电压范围 (IN-)	IN-	$V_{SS} - 100$		$V_{SS} + 100$	mV	
泄漏电流		—	0.001	—	$\mu A$	
开关电阻	$R_{SS}$	—	1K	—	W	见图 4-1
采样电容	$C_{SAMPLE}$	—	20	—	pF	见图 4-1

注 1: 此参数是周期性采样得到的, 并未经过 100% 测试。

注 2: 请参见  $V_{REF}$  电平的线性性能曲线。

注 3: 由于采样电容最终会释放电荷, 因此低于 10 kHz 的有效时钟速率可能会影响线性性能, 尤其是在温度升高情况下。更多信息请参见第 6.2 节。

## 电气特性 (续)

除非另外声明, 否则所有参数均适用于以下条件:  $V_{DD} = 5V$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $V_{REF} = 5V$ ,  $T_{AMB} = -40^{\circ}C$  至  $+85^{\circ}C$ ,  $f_{SAMPLE} = 100$  kpsps 且  $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>数字输入 / 输出:</b>						
数据编码格式		标准二进制				
高电平输入电压	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
低电平输入电压	$V_{IL}$	—	—	$0.3 V_{DD}$	V	
高电平输出电压	$V_{OH}$	4.1	—	—	V	$I_{OH} = -1$ mA, $V_{DD} = 4.5V$
低电平输出电压	$V_{OL}$	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1$ mA, $V_{DD} = 4.5V$
输入泄漏电流	$I_{LI}$	-10	—	10	$\mu A$	$V_{IN} = V_{SS}$ 或 $V_{DD}$
输出泄漏电流	$I_{LO}$	-10	—	10	$\mu A$	$V_{OUT} = V_{SS}$ 或 $V_{DD}$
引脚电容 (所有输入 / 输出引脚)	$C_{IN}, C_{OUT}$	—	—	10	pF	$V_{DD} = 5.0V$ (注 1) $T_{AMB} = 25$ , $f = 1$ MHz
<b>时序参数:</b>						
时钟频率	$f_{CLK}$	—	—	1.6 0.8	MHz MHz	$V_{DD} = 5V$ (注 3) $V_{DD} = 2.7V$ (注 3)
时钟高电平时间	$t_{HI}$	312	—	—	ns	
时钟低电平时间	$t_{LO}$	312	—	—	ns	
CS 下降至 CLK 出现第一个上升沿的时间	$t_{SUCS}$	100	—	—	ns	
CLK 下降至输出数据有效的的时间	$t_{DO}$	—	—	200	ns	见测试电路图 1-2
CLK 下降至输出使能的时间	$t_{EN}$	—	—	200	ns	见测试电路图 1-2
CS 上升至输出禁止的时间	$t_{DIS}$	—	—	100	ns	见测试电路图 1-2 (注 1)
CS 禁止时间	$t_{CSH}$	625	—	—	ns	
$D_{out}$ 上升时间	$t_R$	—	—	100	ns	见测试电路图 1-2 (注 1)
$D_{out}$ 下降时间	$t_F$	—	—	100	ns	见测试电路图 1-2 (注 1)
<b>电源要求:</b>						
工作电压	$V_{DD}$	2.7	—	5.5	V	
工作电流	$I_{DD}$	—	300 210	400 —	$\mu A$ $\mu A$	$V_{DD} = 5.0V$ , $D_{OUT}$ 空载 $V_{DD} = 2.7V$ , $D_{OUT}$ 空载
待机电流	$I_{DDs}$	—	0.5	2	$\mu A$	$CS = V_{DD} = 5.0V$
<b>温度范围:</b>						
规定的温度范围	$T_A$	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
工作温度范围	$T_A$	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
存储温度范围	$T_A$	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
<b>封装热阻:</b>						
热阻, 8L-PDIP	$q_{JA}$	—	85	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8L-SOIC	$q_{JA}$	—	163	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8L-MSOP	$q_{JA}$	—	206	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8L-TSSOP	$q_{JA}$	—	124	—	$^{\circ}C/W$	

注 1: 此参数是周期性采样得到的, 并未经过 100% 测试。

2: 请参见  $V_{REF}$  电平的线性性能曲线。

3: 由于采样电容最终会释放电荷, 因此低于 10 kHz 的有效时钟速率可能会影响线性性能, 尤其是在温度升高情况下。更多信息请参见第 6.2 节。

# MCP3201

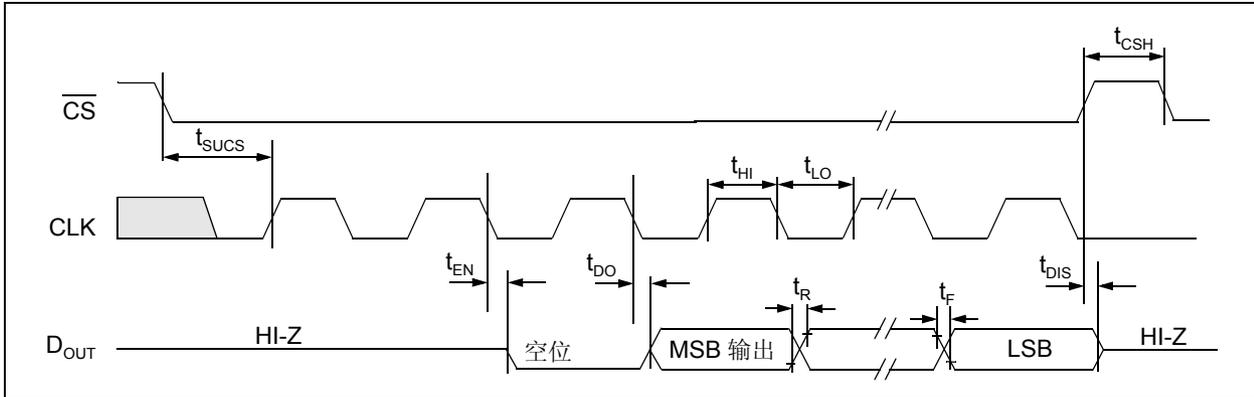


图 1-1: 串行时序

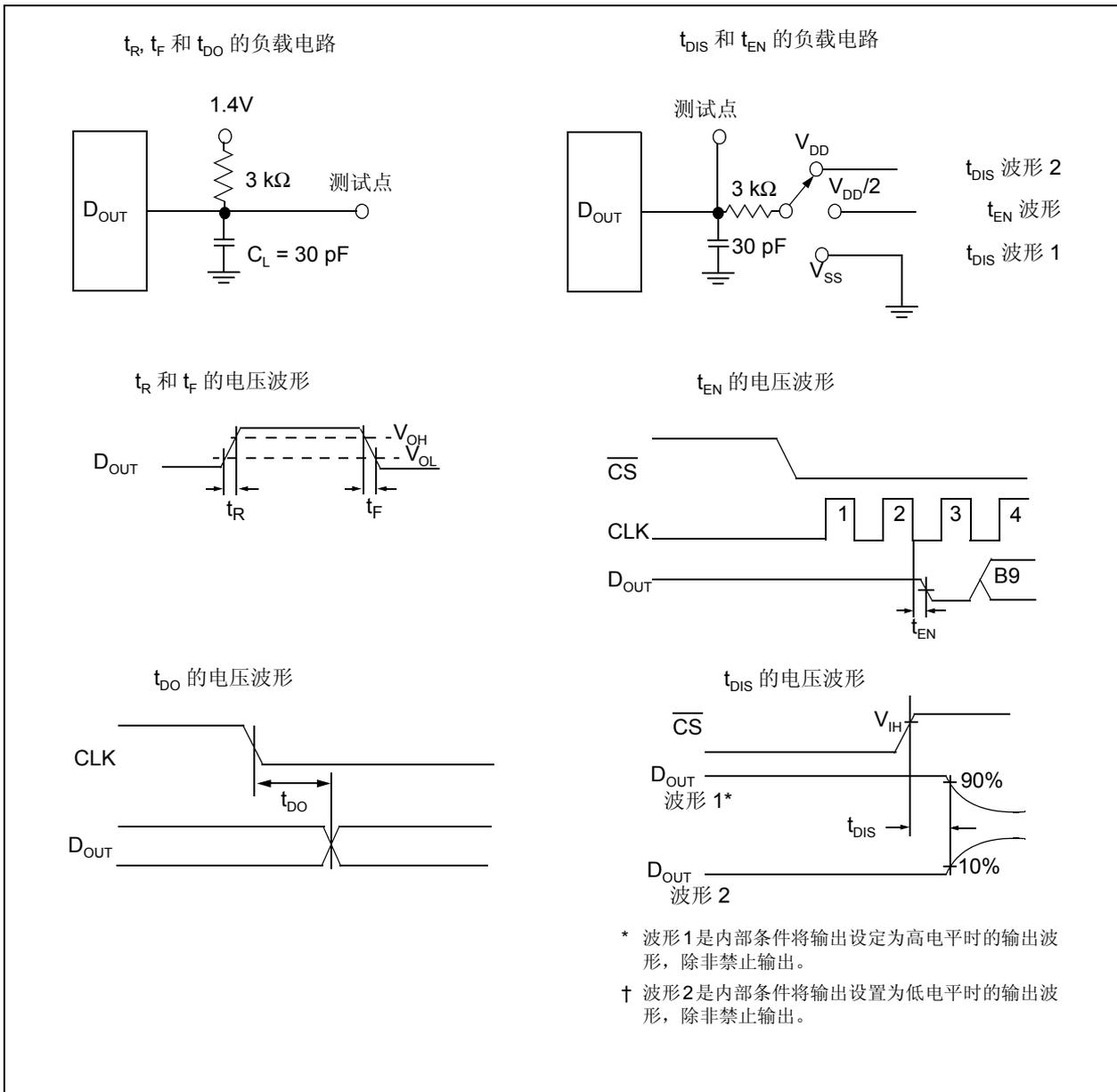
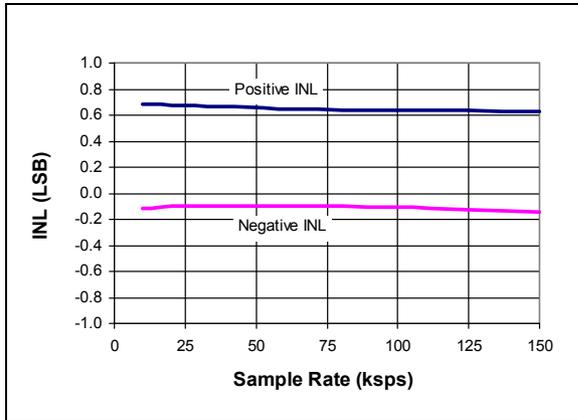


图 1-2: 测试电路

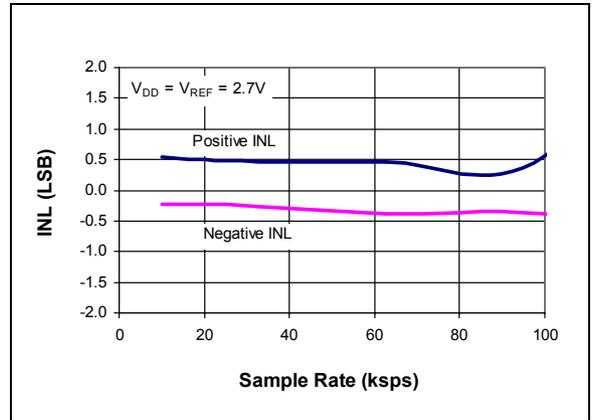
## 2.0 典型性能特性

**注：** 以下图表来自有限数量样本的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，不做任何保证。一些图表中列出的数据可能超出规定的工作范围（例如，超出了规定的电源电压范围），因此不在担保范围内。

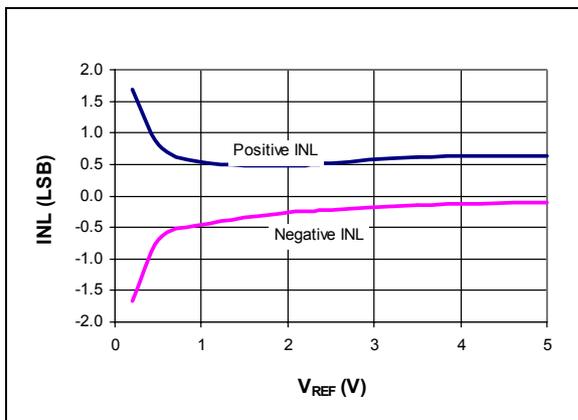
**注：** 除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$  且  $T_A = 25^\circ C$



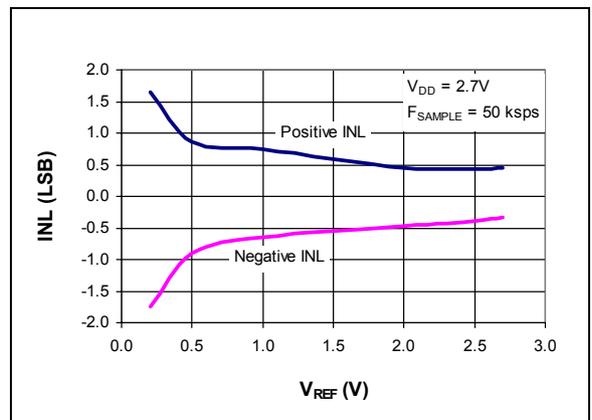
**图 2-1：** 积分非线性误差 (INL) — 采样速率关系曲线



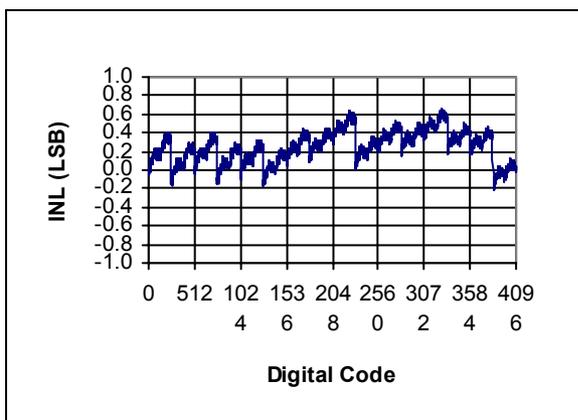
**图 2-4：** 积分非线性误差 (INL) — 采样速率关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )



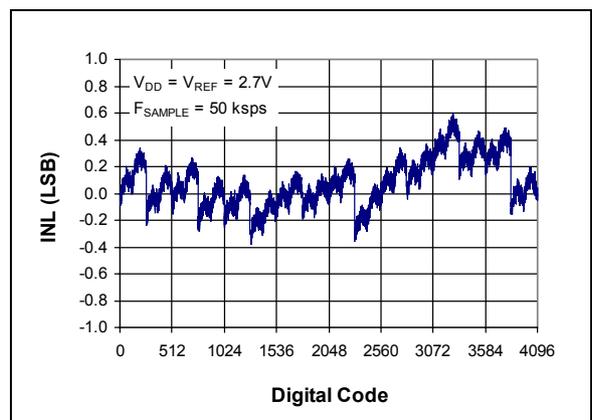
**图 2-2：** 积分非线性误差 (INL) —  $V_{REF}$  关系曲线



**图 2-5：** 积分非线性误差 (INL) —  $V_{REF}$  关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )



**图 2-3：** 积分非线性误差 (INL) — 编码关系曲线 (典型部分)



**图 2-6：** 积分非线性误差 (INL) — 编码关系曲线 (典型部分,  $V_{DD} = 2.7V$ )

# MCP3201

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$

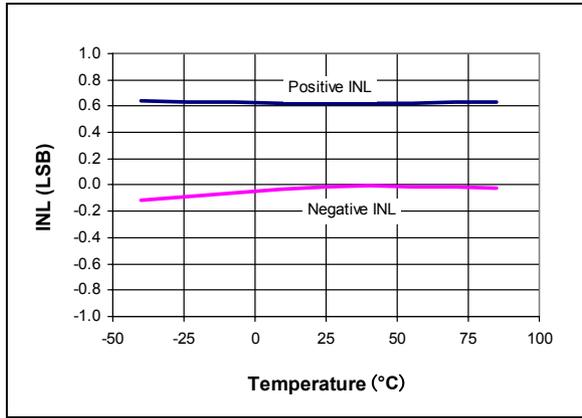


图 2-7: 积分非线性误差 (INL) — 温度关系曲线

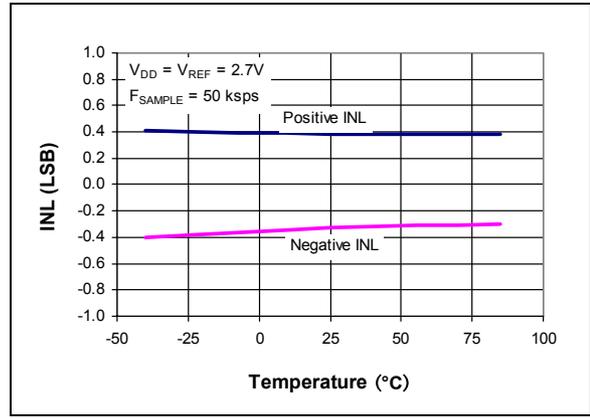


图 2-10: 积分非线性误差 (INL) — 温度关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

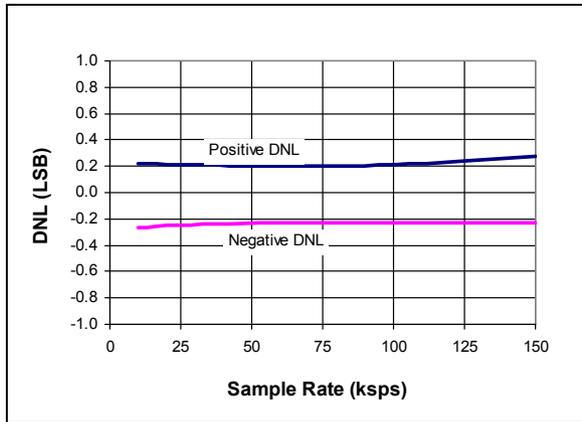


图 2-8: 微分非线性误差 (DNL) — 采样速率关系曲线

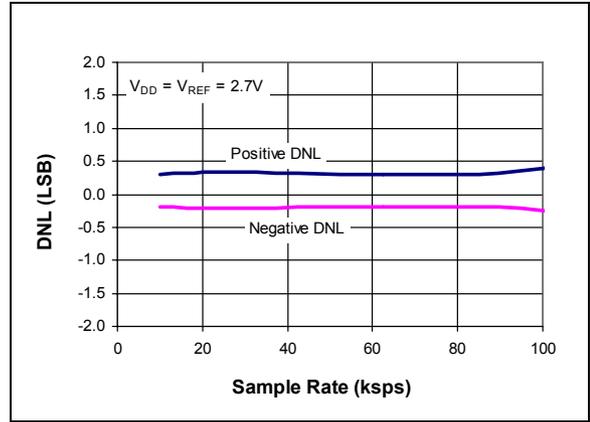


图 2-11: 差分非线性误差 (DNL) — 采样速率关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

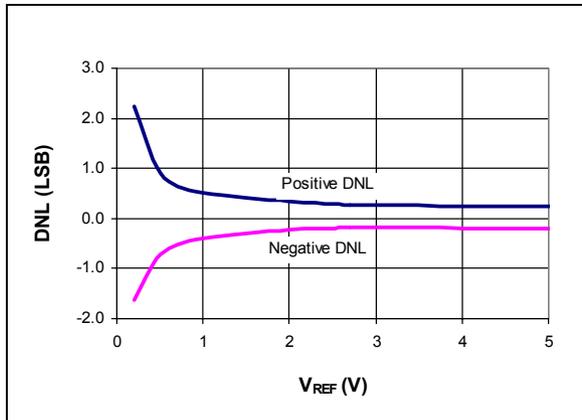


图 2-9: 微分非线性误差 (DNL) —  $V_{REF}$  关系曲线

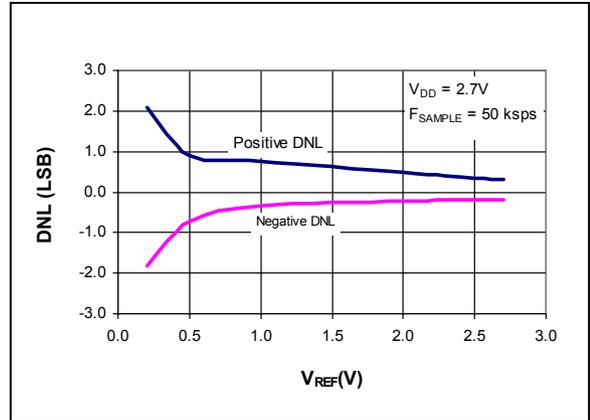


图 2-12: 微分非线性误差 (DNL) —  $V_{REF}$  关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ C$

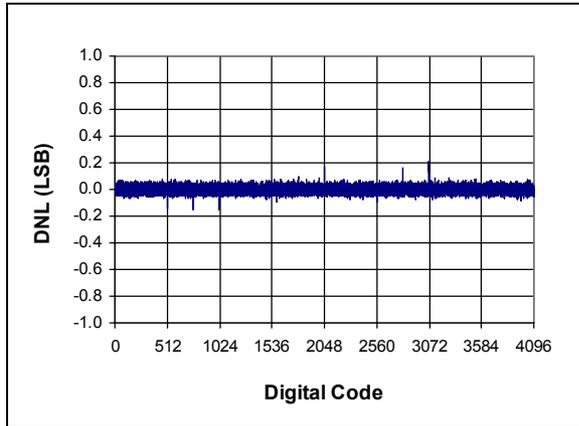


图 2-13: 微分非线性误差 (DNL) — 编码关系曲线 (典型部分)

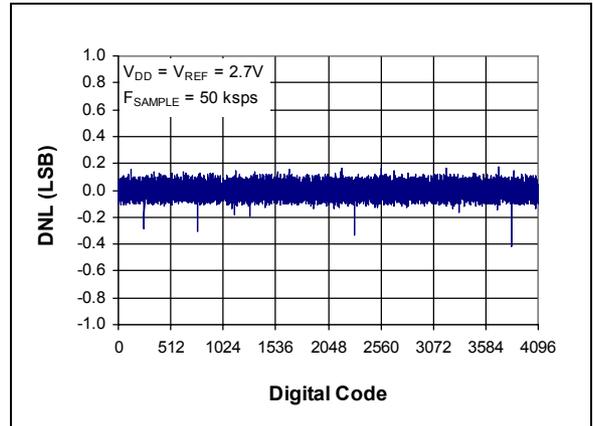


图 2-16: 微分非线性误差 (DNL) — 编码关系曲线 (典型部分,  $V_{DD} = 2.7V$ )

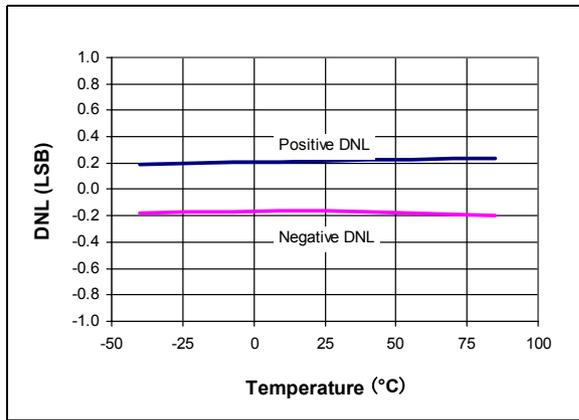


图 2-14: 微分非线性误差 (DNL) — 温度关系曲线

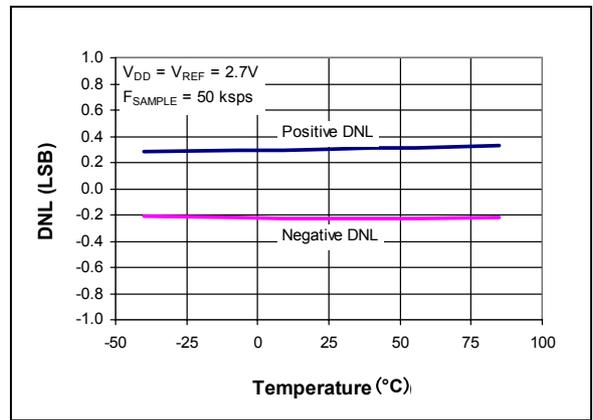


图 2-17: 微分非线性误差 (DNL) — 温度关系曲线 ( $V_{DD} = 2.7V$ )

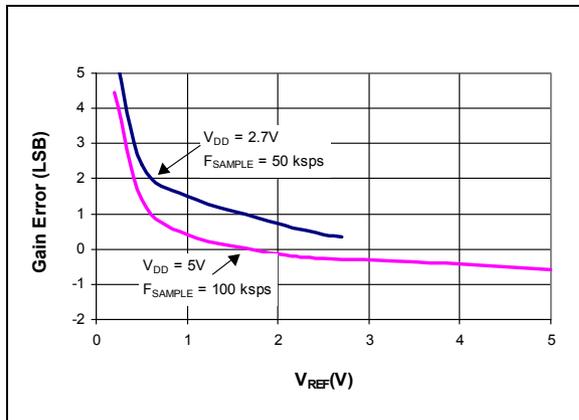


图 2-15: 增益误差 —  $V_{REF}$  关系曲线

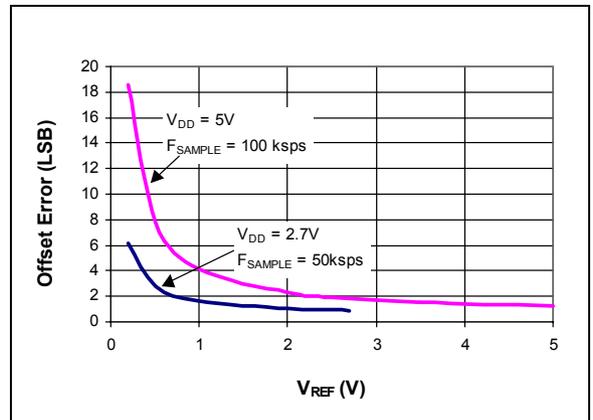


图 2-18: 失调误差 —  $V_{REF}$  关系曲线

# MCP3201

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kps}$ ， $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$

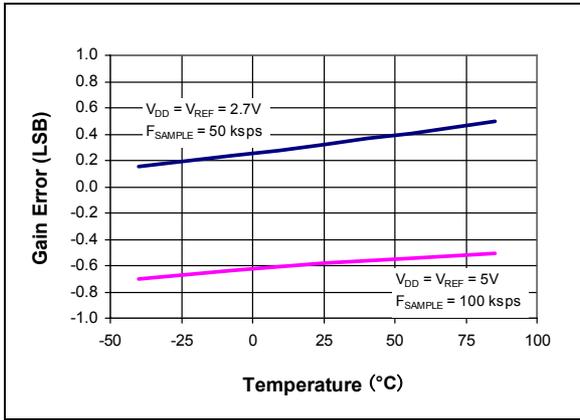


图 2-19: 增益误差—温度关系曲线

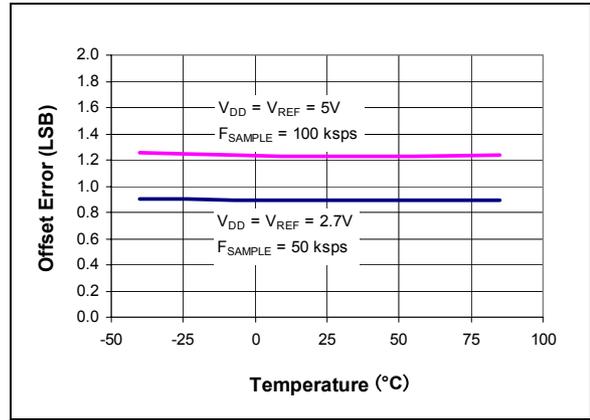


图 2-22: 失调误差—温度关系曲线

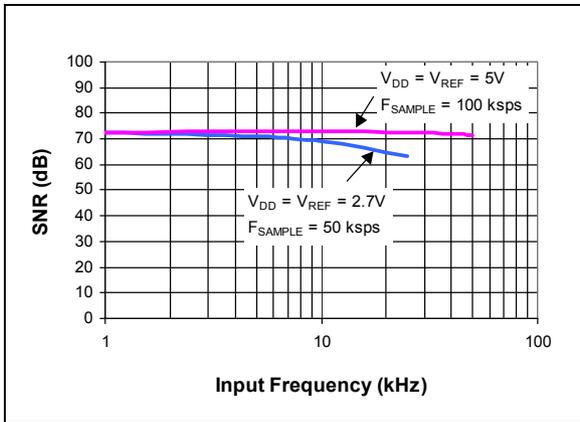


图 2-20: 信噪比（SNR）—输入频率关系曲线

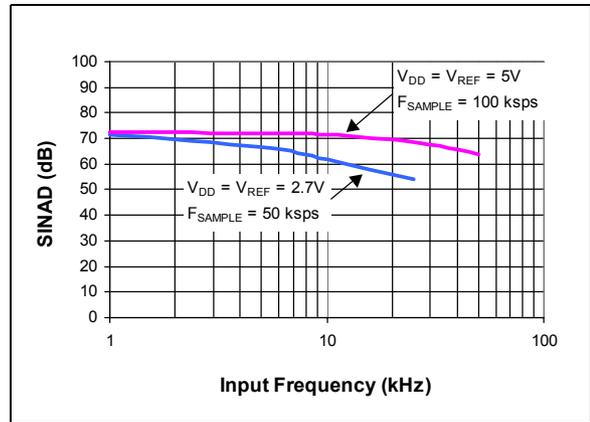


图 2-23: 信噪比和失真（SINAD）—输入频率关系曲线

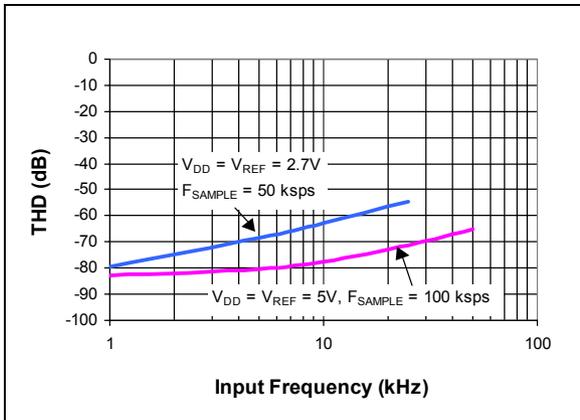


图 2-21: 总谐波失真（THD）—输入频率关系曲线

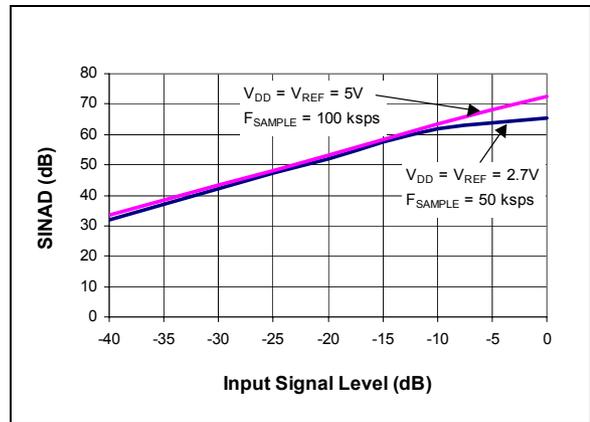


图 2-24: 信噪比和失真（SINAD）—输入信号电平关系曲线

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ C$

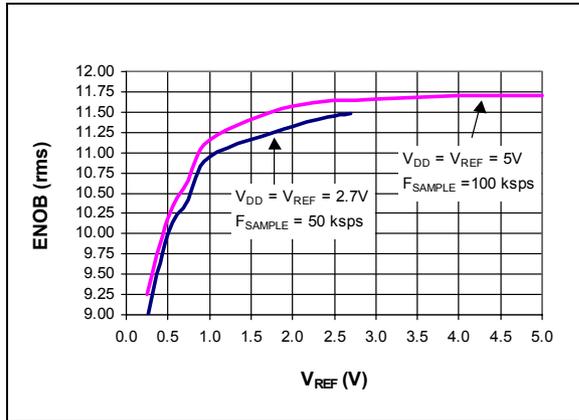


图 2-25: 有效转换位数 (Effective number of bits, ENOB) —  $V_{REF}$  关系曲线

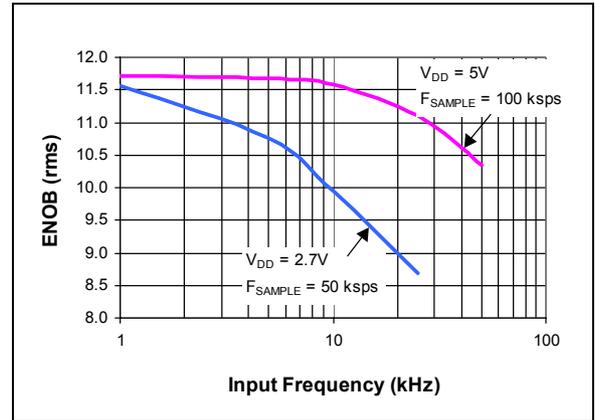


图 2-28: 有效转换位数 (ENOB) — 输入频率关系曲线

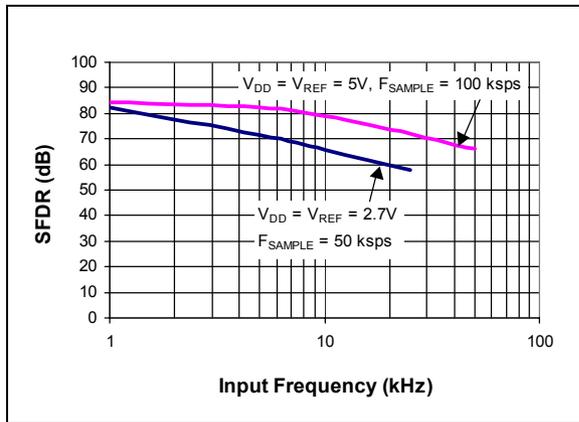


图 2-26: 无失真动态范围 (SFDR) — 输入频率关系曲线

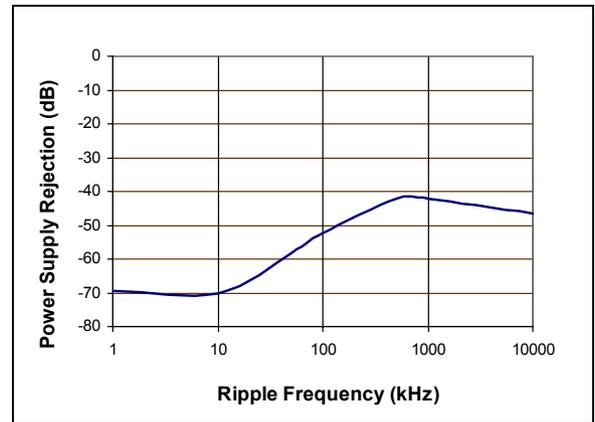


图 2-29: 电源抑制比 (SNR) — 纹波频率关系曲线

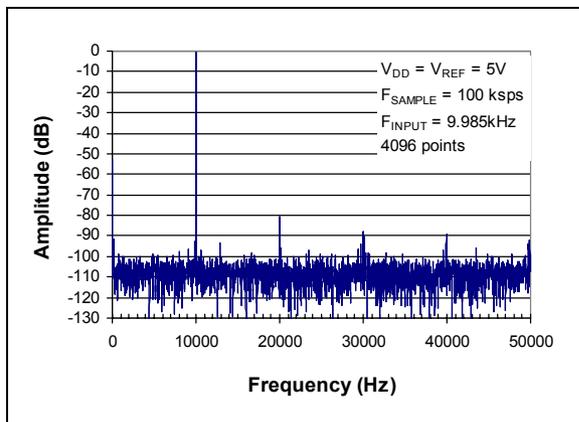


图 2-27: 10 kHz 输入时的频谱曲线 (典型部分)

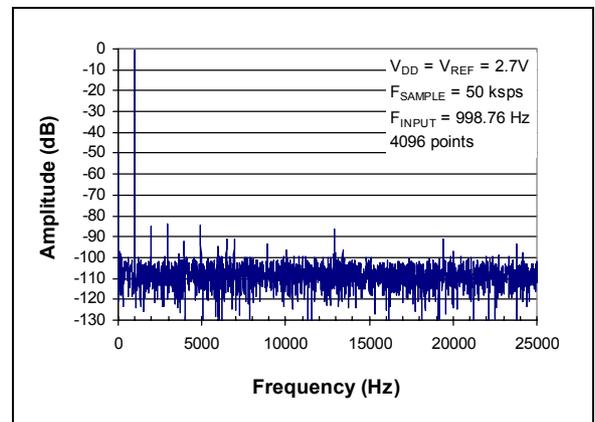


图 2-30: 1 kHz 输入时的频谱曲线 (典型部分,  $V_{DD} = 2.7V$ )

# MCP3201

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 \cdot f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$

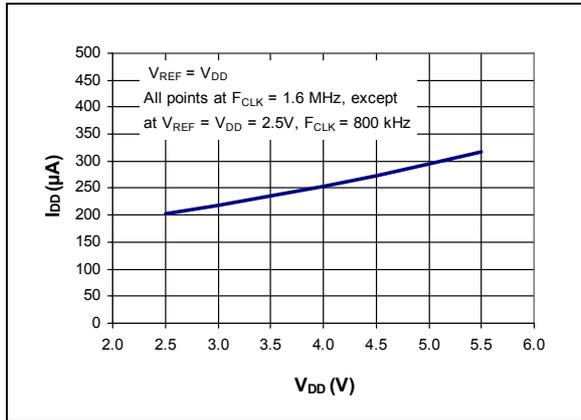


图 2-31:  $I_{DD} - V_{DD}$  关系曲线

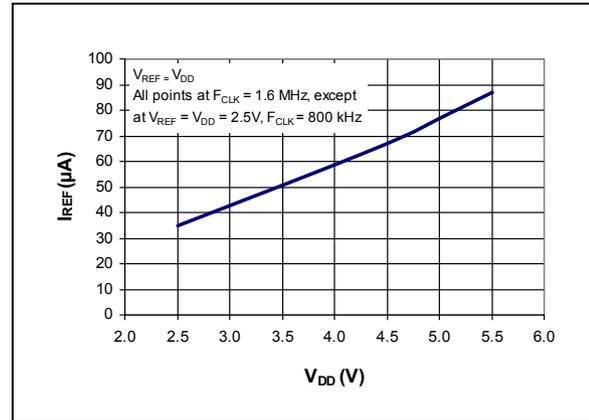


图 2-34:  $I_{REF} - V_{DD}$  关系曲线

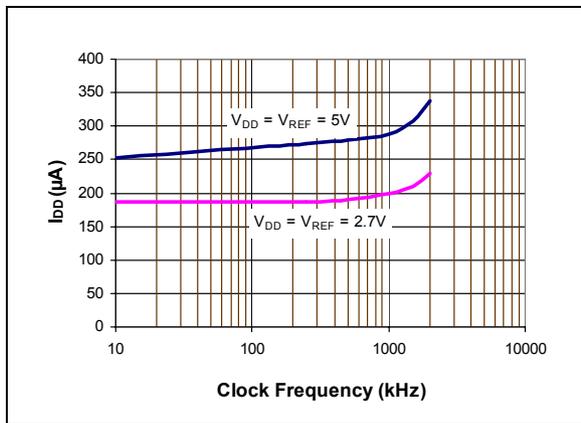


图 2-32:  $I_{DD} -$  时钟频率关系曲线

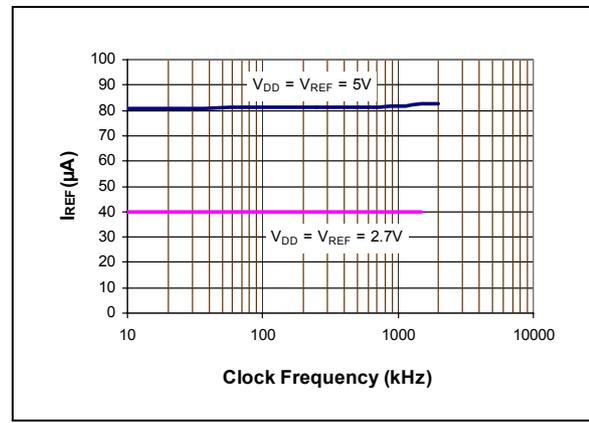


图 2-35:  $I_{REF} -$  时钟频率关系曲线

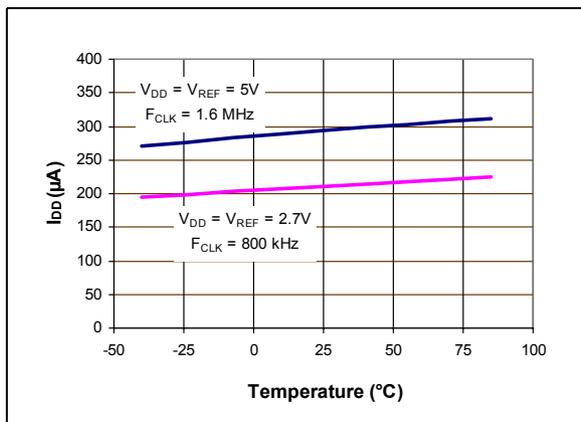


图 2-33:  $I_{DD} -$  温度关系曲线

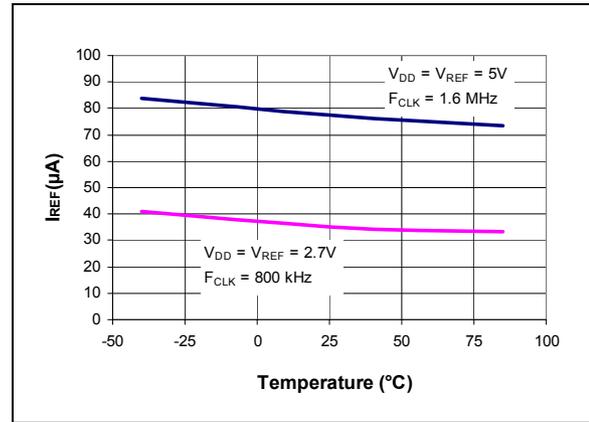


图 2-36:  $I_{REF} -$  温度关系曲线

注：除非另外声明，否则工作条件如下： $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ ， $V_{SS} = 0V$ ， $f_{SAMPLE} = 100 \text{ kpsps}$ ， $f_{CLK} = 16 * f_{SAMPLE}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$

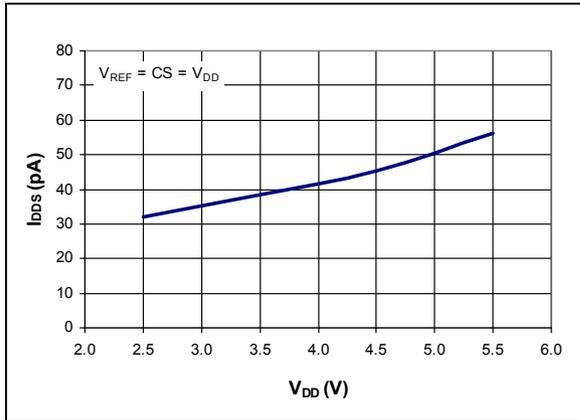


图 2-37:  $I_{DDs}$  —  $V_{DD}$  关系曲线

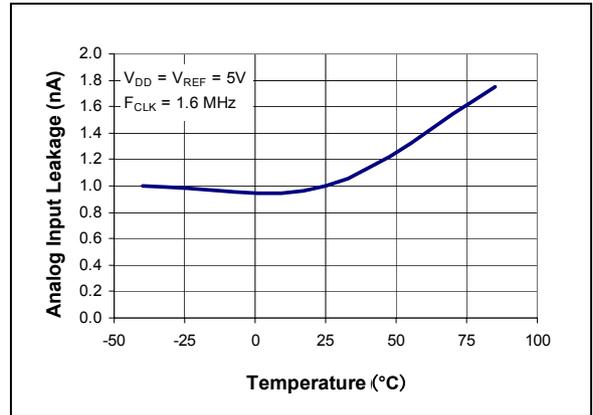


图 2-39: 模拟输入泄漏电流—温度关系曲线

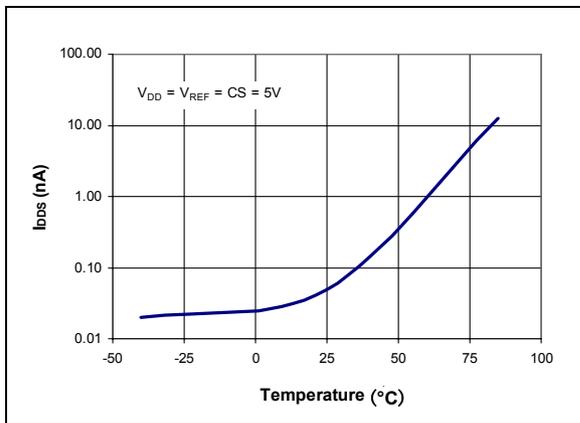


图 2-38:  $I_{DDs}$  — 温度关系曲线

# MCP3201

## 3.0 引脚说明

### 3.1 IN+

模拟输入正向端。输入信号可在 IN- 到  $V_{REF} + IN-$  之间变化。

### 3.2 IN-

模拟输入负向端。输入信号可在  $V_{SS} \pm 100\text{ mV}$  范围内变化。

### 3.3 $\overline{\text{CS}}$ / $\overline{\text{SHDN}}$ (CS/SHDN)

$\overline{\text{CS}}$ / $\overline{\text{SHDN}}$  拉为低电平可启动与器件的通信，将其拉为高电平可终止转换并使器件进入低功耗待机状态。两次转换之间， $\overline{\text{CS}}$ / $\overline{\text{SHDN}}$  引脚必须拉为高电平。

### 3.4 串行时钟 (CLK)

SPI 时钟引脚用于启动转换，并在转换发生时为输出转换结果提供时钟。有关时钟速率限制，请参见第 6.2 节。

### 3.5 串行数据输出 (DOUT)

SPI 串行数据输出引脚用于移出 A/D 转换的结果。转换发生时，数据总是在每个时钟的下降沿改变。

## 4.0 器件工作

MCP3201 A/D 转换器使用传统的 SAR 架构。在此架构下，在将  $\overline{\text{CS}}$  拉为低电平后，在串行时钟的第一个上升沿开始由内部采样 / 保持电容对信号采集 1.5 个时钟周期。采样结束后，打开转换器的输入开关，器件使用内采样保持电容收集的电荷产生一个 10 位的串行数字输出编码。MCP3201 的转换速率可达 100 ksp/s。如需了解最小时钟速率的信息，请参见第 6.2 节。可用 3 线 SPI 兼容接口与器件通信。

### 4.1 模拟输入

MCP3201 器件提供一个伪差分输入通道。IN+ 输入的变化范围从 IN- 至  $(V_{REF} + IN-)$ 。IN- 输入被限定在  $V_{SS}$  满幅值  $\pm 100\text{ mV}$  范围内。IN- 输入可用于消除 IN+ 和 IN- 输入端都存在的小信号共模噪声。

为了使 A/D 转换器符合规范，在 1.5 个时钟周期的采样时间内必须给电荷保持电容 ( $C_{\text{sample}}$ ) 提供充足的时间以采集到 12 位精度的电平。图 4-1 给出了模拟输入模型。

此图显示了源阻抗 ( $R_s$ ) 和内部采样开关阻抗 ( $R_{\text{SS}}$ ) 对电容 ( $C_{\text{sample}}$ ) 充电时间的直接影响。因此，较大的信号源阻抗会增加转换的失调误差、增益误差和积分线性误差。

信号源的理想阻抗应该接近于零。通过使用诸如 MCP601 等闭环输出阻抗仅为几十欧姆的运放可实现这一点。图 4-2 给出了较大信号源阻抗的负面影响。

如果 IN+ 的电平等于或小于 IN- 的电平，则结果编码为 000h。如果 IN+ 的电压等于或大于  $\{[V_{REF} + (IN-)] - 1\text{ LSB}\}$ ，则输出 FFFh 编码。如果 IN- 的电平比  $V_{SS}$  低 1 LSB 以上，则 IN+ 端的输入电平必须小于  $V_{SS}$ ，才能输出 000h 编码。反之，如果 IN- 比  $V_{SS}$  大 1 LSB 以上，则 IN+ 输入电平必须高于  $V_{REF}$  电平，才能输出 FFFh 编码。

### 4.2 参考输入

参考输入电压 ( $V_{REF}$ ) 确定模拟输入电压的范围和 LSB 的大小，如下所示。

$$\text{LSB 大小} = \frac{V_{REF}}{4096}$$

随着参考输入的减小，LSB 的大小也会相应的减小。理论上由 A/D 转换器产生的数字输出编码是模拟输入信号和参考输入的函数，如下所示。

$$\text{数字输出编码} = \frac{4096 * V_{IN}}{V_{REF}}$$

其中：

$$V_{IN} = \text{模拟输入电压} = V(IN+) - V(IN-)$$

$$V_{REF} = \text{参考电压}$$

当使用外部参考电压器件时，系统设计人员应始终遵循生产厂商推荐的电路布线。参考器件工作时的任何不稳定状况都将对 A/D 转换器的工作产生直接影响。

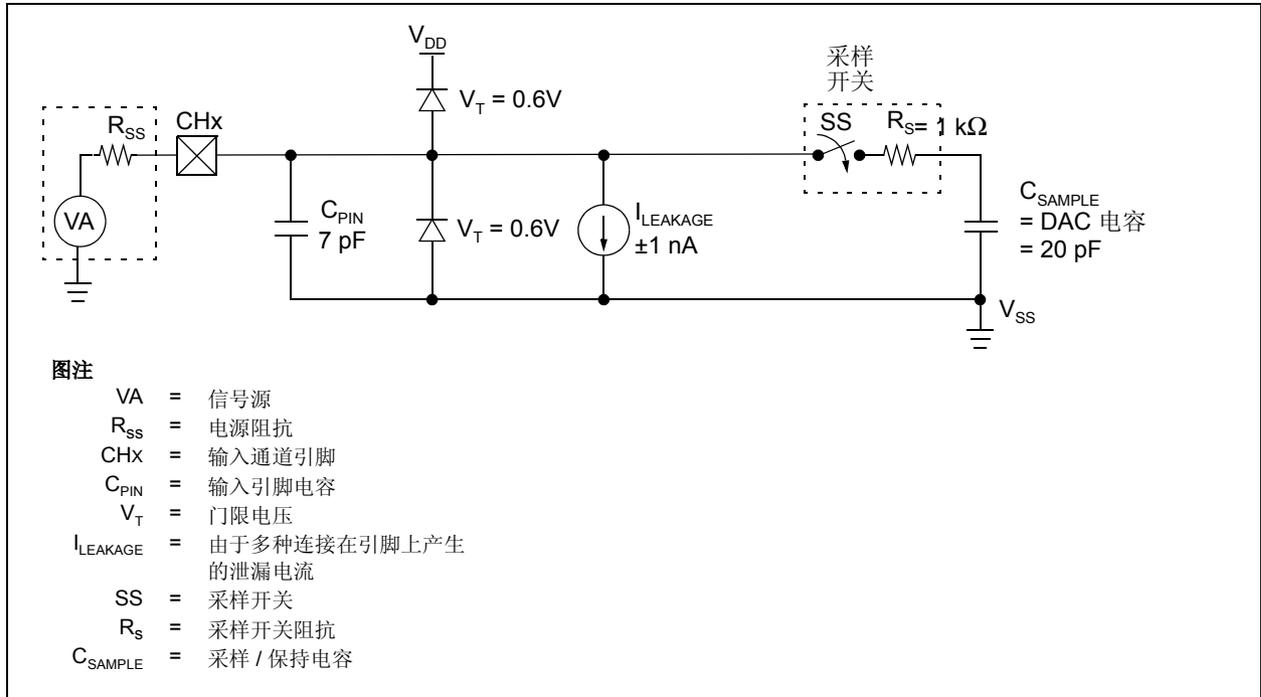


图 4-1: 模拟输入模型

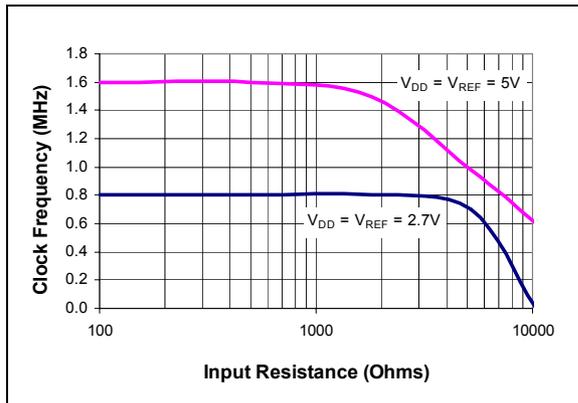


图 4-2: 最大时钟频率—输入阻抗 ( $R_S$ ) 关系曲线 (保持实际的 INL 与标称条件下 INL 的偏差不超过 0.1 LSB)

# MCP3201

## 5.0 串行通信

可用标准 SPI 兼容串行接口与该器件进行通信。当  $\overline{CS}$  变为低电平时，启动与 MCP3201 的通信。如果器件上电时  $\overline{CS}$  引脚为低电平，则必须先将此引脚拉为高电平，然后再恢复至低电平以启动通信。器件将在  $\overline{CS}$  变为低电平后在第一个上升沿开始对模拟输入信号进行采样。采样周期将在第二个时钟周期的下降沿结束，此时器件将输出一个低电平空位。接下来的 12 个时钟脉冲

将以首先发送 MSB 位的格式输出转换结果，如图 5-1 所示。器件总是在时钟下降沿输出数据。所有 12 个数据位均发送完毕后，如果器件继续接收时钟脉冲，而  $\overline{CS}$  保持为低电平，则器件将以首先发送 LSB 的格式输出转换结果，如图 5-2 所示。如果在  $\overline{CS}$  保持为低电平时继续向器件提供时钟脉冲（在以首先发送 LSB 的格式发送完数据后），器件将持续输出零。

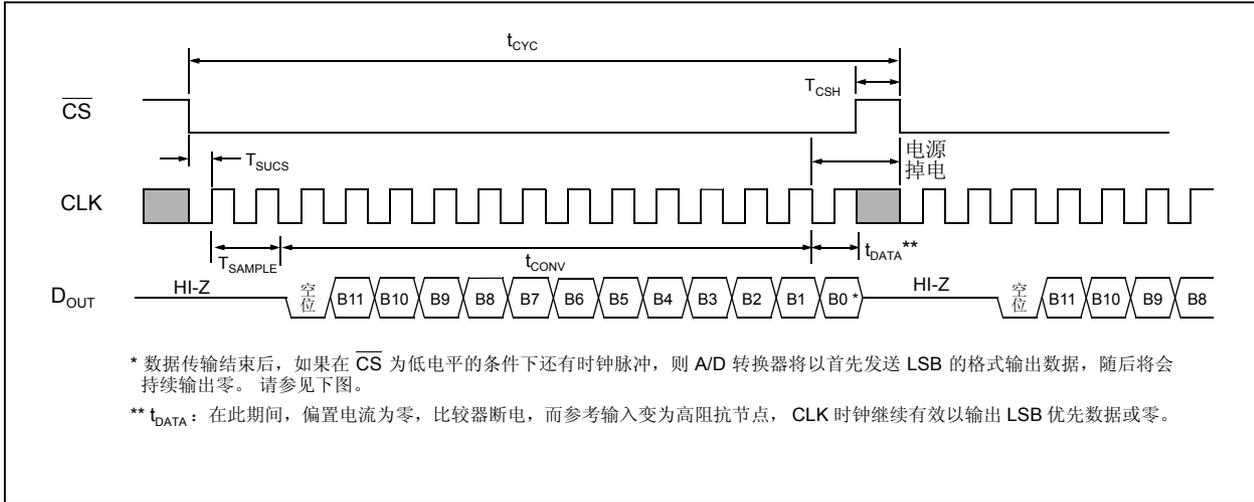


图 5-1: 使用 MSB 优先格式与 MCP3201 进行通信

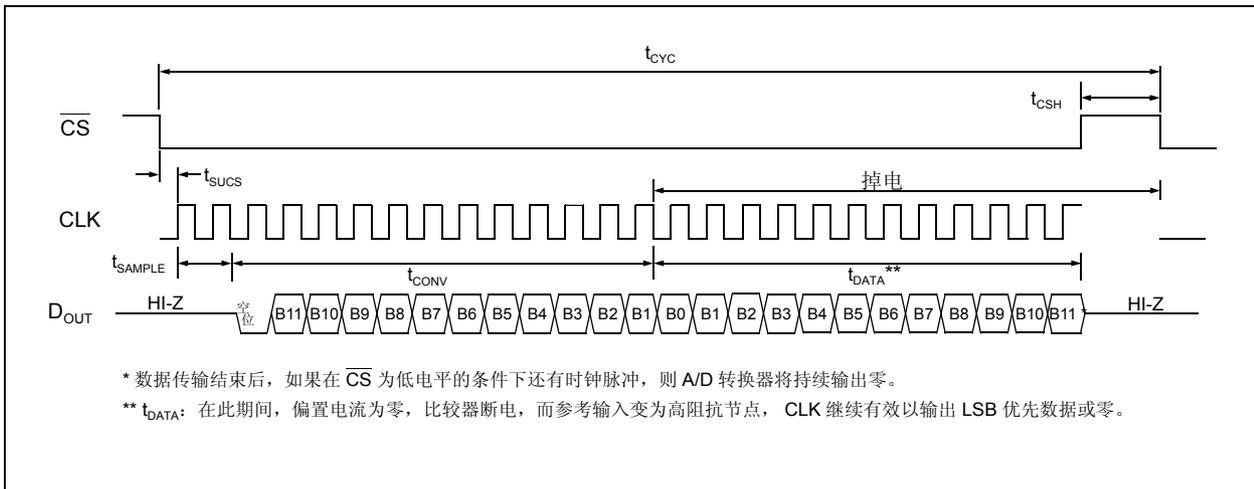


图 5-2: 使用 LSB 优先格式与 MCP3201 进行通信

## 6.0 应用信息

### 6.1 MCP3201 通过 SPI 端口与单片机通信

大多数单片机的 SPI 端口需要一次输出 8 位数据。如果是这种情况，则实际提供的时钟数必须比 MCP3201 所需的时钟数多。图 6-1 和图 6-2 显示 MCP3201 与带有标准 SPI 端口的单片机的接口示例。因为 MCP3201 总是在时钟下降沿输出数据，所以必须配置 MCU SPI 端口以使两者可以在时序上相匹配。SPI 模式 0,0（时钟空闲状态为低电平）和 SPI 模式 1,1（时钟空闲状态为高电平）都与 MCP3201 兼容。图 6-1 描述了 SPI 模式 0,0 的工作原理，此时要求单片机发出的 CLK 信号在空闲状态为低电平。如下图所示，A/D 转换器在第三个时钟脉冲下降沿输出数据的 MSB。当向器件发送完第 1 个

8 位时钟后，单片机接收缓冲器将包含 2 个未知位（输出在前两个时钟脉冲内处于高阻抗）、空位和转换的最高 5 位。当向器件发送完第二个 8 位时钟后，MCU 接收寄存器将包含低 7 位和重复的 B1 位，因为 A/D 转换器已经开始通过额外时钟移出 LSB 优先数据。对数据的低字节调用典型例程，以将该低字节右移 1 位，从而清除多余的 B1 位。然后将 B7 位从高字节移动到低字节，同时高字节也右移一位。使用此方法可以简化对转换结果的处理。

图 6-2 显示了 SPI 模式 1,1 下的相同情况，该模式要求时钟在空闲状态时为高电平。与模式 0,0 相同，A/D 转换器在时钟下降沿输出数据，而 MCU 在时钟上升沿锁存来自 A/D 转换器的数据。

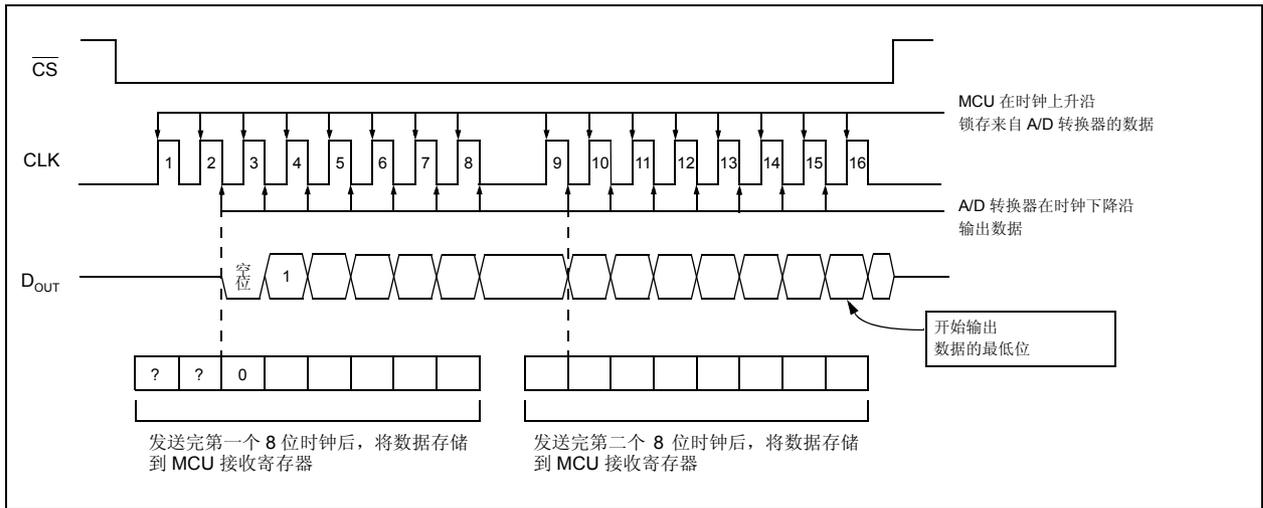


图 6-1: 使用 8 位分段（模式 0,0，SCLK 在空闲时为低电平）的 SPI 通信

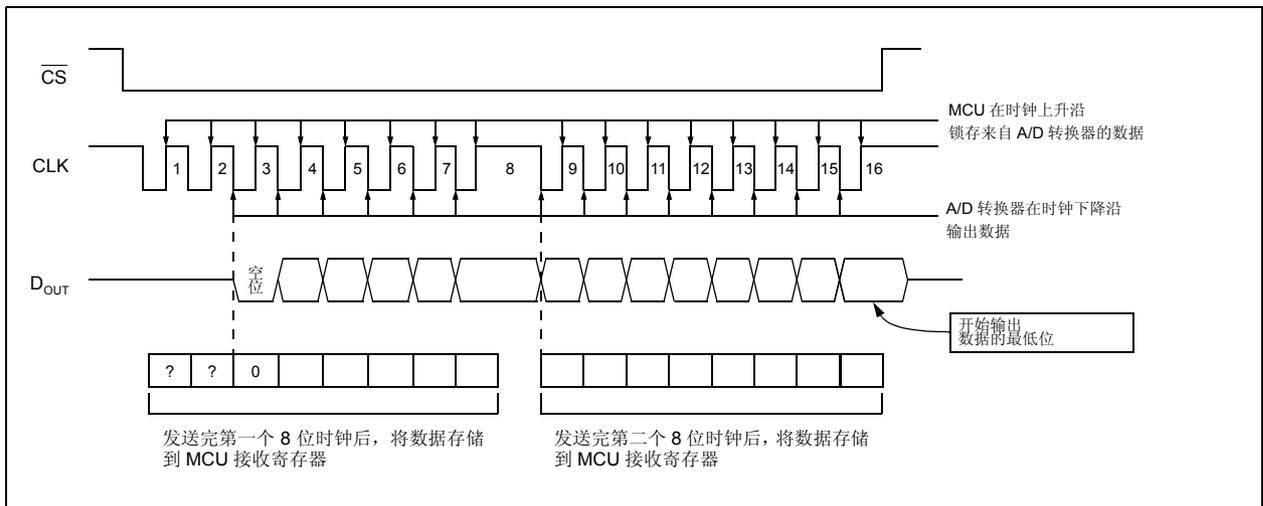


图 6-2: 使用 8 位分段（模式 1,1，SCLK 在空闲时为高电平）的 SPI 通信

# MCP3201

## 6.2 保持最小时钟速率

当 MCP3201 启动采样周期后，就会将电荷储存在采样电容上。采样周期结束后，器件每接收到一个时钟脉冲就转换一位。用户必须注意的是，若采用较慢的时钟速率，采样电容将在转换过程中释放电荷。在 85°C（最差条件）下，在采样周期结束后，该器件将保持采样电容在至少 1.2 ms 时间内不释放电荷。也就是说，从采样周期结束到所有 12 个数据位输出结束之间的时间不能超过 1.2 ms（10 kHz 有效时钟频率条件下）。若此条件得不到满足就会导致转换的线性误差超出额定规范值。需要注意的是，在整个转换周期内，只要满足所有的时序规范，并不要求为 A/D 转换器提供恒定的时钟速率或占空比。

## 6.3 模拟输入缓冲 / 滤波

如果 A/D 转换器的信号源不是低阻抗源，则必须对其进行缓冲处理，否则将产生不精确的转换结果。请参见图 4-2。还推荐使用滤波器来消除任何可能与转换结果混叠的信号。图 6-3 对该滤波器进行了说明，其中运算放大器用于驱动 MCP3201 的模拟输入端。此放大器为转换器的输入端提供一个低阻抗源，还提供了一个用于消除高频噪声的低通滤波器。

可使用 Microchip 的交互式 FilterLab™ 软件设计低通（抗混叠）滤波器。FilterLab 将计算电容和电阻值，并确定应用所需的极点数。有关信号滤波的更多信息，请参见 AN699 “Anti-Aliasing Analog Filters for Data Acquisition Systems”。

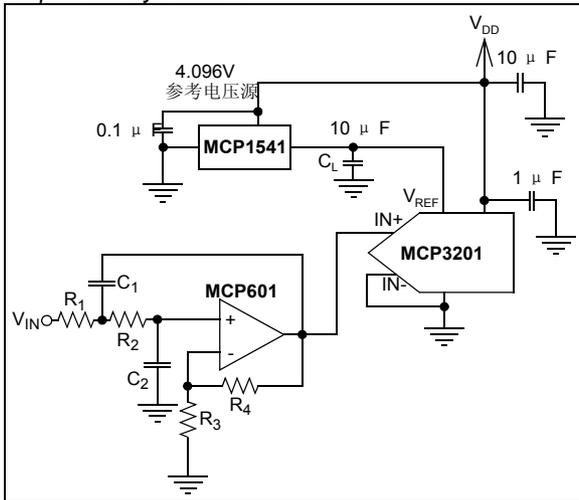


图 6-3: MCP601 运算放大器实现的二阶抗混叠滤波器（用于对 MCP3201 转换信号进行滤波）

## 6.4 布线注意事项

当在印刷电路板上为模拟元件进行布线时，需要注意应尽可能减少噪声。器件应始终使用一个旁路电容并将其置于尽可能靠近器件引脚的位置。推荐旁路电容值为 1 μF。

板上的数字和模拟走线应该尽量分开，在器件和旁路电容的底部不要安排走线。应该采取额外的措施，使传输高频信号的走线（如时钟线）尽可能的远离模拟走线。

建议使用模拟接地层以使电路板上的所有器件具有相同的接地电位。将 V<sub>DD</sub> 与多个器件之间采用“星型”连接方式也可通过消除电流回路和相关误差来降低噪声。请参见图 6-4。有关使用 A/D 转换器时的布线技巧的更多信息，请参见 AN688 “Layout Tips for 12-Bit A/D Converter Applications”。

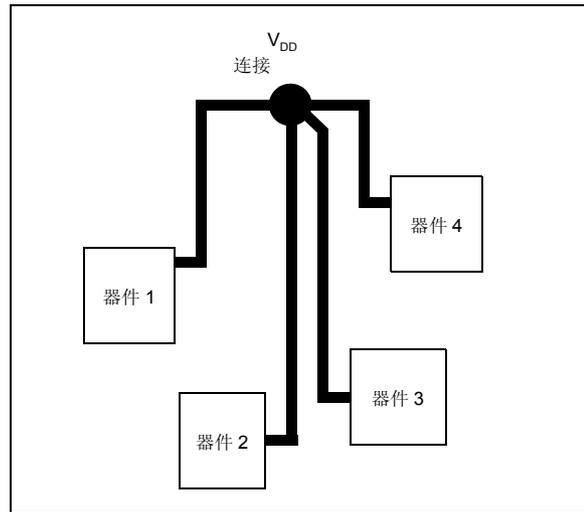
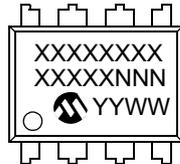


图 6-4: 以“星型”配置安排 V<sub>DD</sub> 的走线以减少电流回路引入的误差

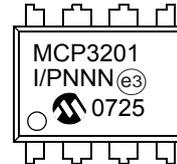
## 7.0 封装信息

### 7.1 封装标识信息

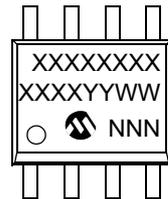
8 引脚 PDIP (300 mil)



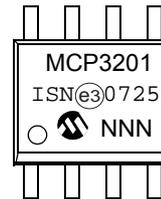
示例



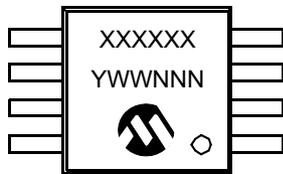
8 引脚 SOIC (150 mil)



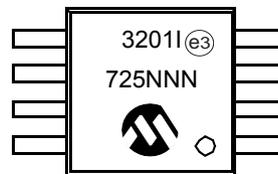
示例



8 引脚 MSOP



示例



8 引脚 TSSOP



示例



**图注:**

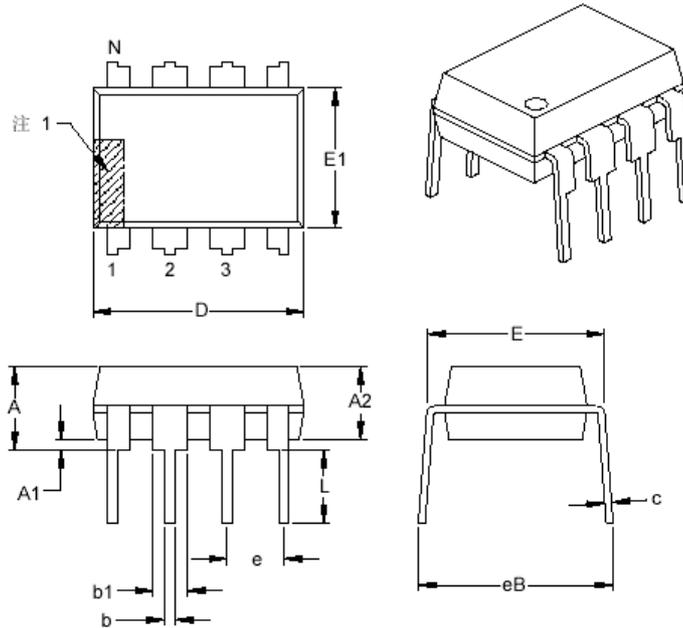
- XX...X 客户指定信息
- Y 年份代码 (公历年的最后一位数字)
- YY 年份代码 (公历年的最后两位数字)
- WW 星期代码 (1月1日的星期代码为“01”)
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- ⓔ3 雾锡 (Sn) 的 JEDEC 无铅标识
- \* 本封装是无铅的。Pb-free JEDEC 无铅标识 (ⓔ3) 标示于此种封装的外包装上。

**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。

# MCP3201

## 8 引脚塑封双列直插型封装 (P) —— 300 mil [PDIP]

注： 最新的封装图，请参见 <http://www.microchip.com/packaging> 上的 Microchip 封装规范。



尺寸范围	单位	英寸		
		最小	正常	最大
引脚数	N	8		
引脚间距	e	.100 BSC		
塑模顶部到定位平面距离	A	—	—	.210
塑模封装厚度	A2	.115	.130	.195
塑模底部到定位平面距离	A1	.015	—	—
肩到肩宽度	E	.290	.310	.325
塑模封装宽度	E1	.240	.250	.280
总长度	D	.348	.365	.400
引脚尖到定位平面距离	L	.115	.130	.150
引脚厚度	c	.008	.010	.015
引脚上部宽度	b1	.040	.060	.070
引脚下部宽度	b	.014	.018	.022
总引脚行间距	§ eB	—	—	.430

注：

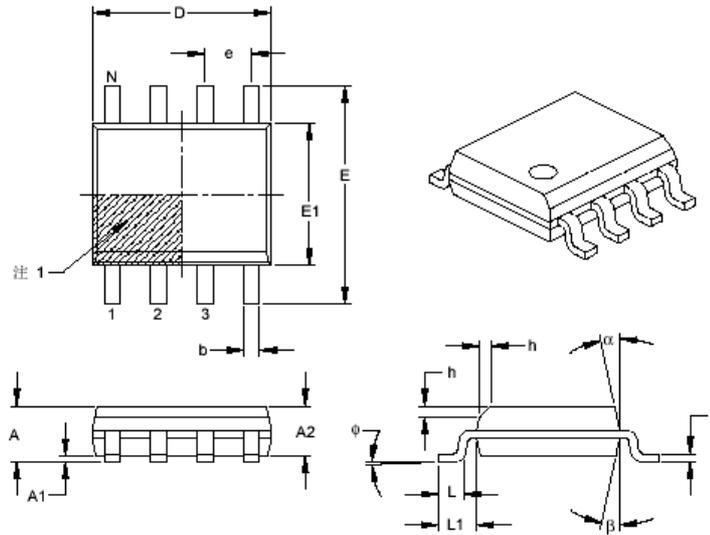
1. 引脚1定位特性可能有变化，但一定位于阴影区域内。
2. § 重要特性。
3. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.010英寸。
4. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

BSC：基本尺寸。理论精确值，不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-018B

## 8 引脚塑封小外形封装 (SN) ——窄型, 3.90 mm [SOIC]

注: 最新的封装图, 请参见 <http://www.microchip.com/packaging> 上的 Microchip 封装规范。



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	8		
引脚间距	e	1.27 BSC		
总高度	A	-	-	1.75
塑模封装厚度	A2	1.25	-	-
悬空间隙 §	A1	0.10	-	0.25
总宽度	E	6.00 BSC		
塑模封装宽度	E1	3.90 BSC		
总长度	D	4.90 BSC		
塑模斜面投影距离 (可选)	h	0.25	-	0.50
底脚长度	L	0.40	-	1.27
底脚投影距离	L1	1.04 REF		
底脚倾角	$\phi$	0°	-	8°
引脚厚度	c	0.17	-	0.25
引脚宽度	b	0.31	-	0.51
塑模顶部锥度	$\alpha$	5°	-	15°
塑模底部锥度	$\beta$	5°	-	15°

注:

1. 引脚1定位特性可能有变化, 但一定位于阴影区域内。
2. § 重要特性。
3. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.15 mm。
4. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

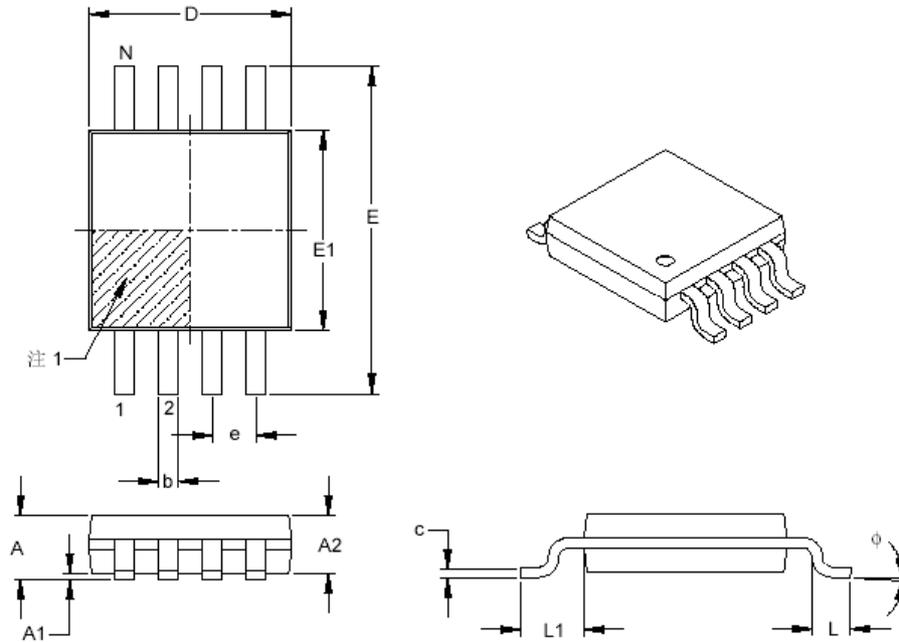
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。  
REF: 参考尺寸。仅供参考, 通常不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-057B

# MCP3201

## 8 引脚塑封微小外形封装 (MS) [MSOP]

注： 最新的封装图，请参见 <http://www.microchip.com/packaging> 上的 Microchip 封装规范。



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	8		
引脚间距	e	0.65 BSC		
总高度	A	-	-	1.10
塑模封装厚度	A2	0.75	0.85	0.95
悬空间隙	A1	0.00	-	0.15
总宽度	E	4.90 BSC		
塑模封装宽度	E1	3.00 BSC		
总长度	D	3.00 BSC		
底脚长度	L	0.40	0.60	0.80
引脚投影长度	L1	0.95 REF		
底脚倾角	$\phi$	0°	-	8°
引脚厚度	c	0.08	-	0.23
引脚宽度	b	0.22	-	0.40

注：

1. 引脚1定位标记可能会有变化，但一定位于阴影区域内。
2. 尺寸D和E1不包括塑模的毛边或突起。塑模每侧的毛边或突起不应超过0.15 mm。
3. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

BSC: 基本尺寸。理论精确值，不含公差。

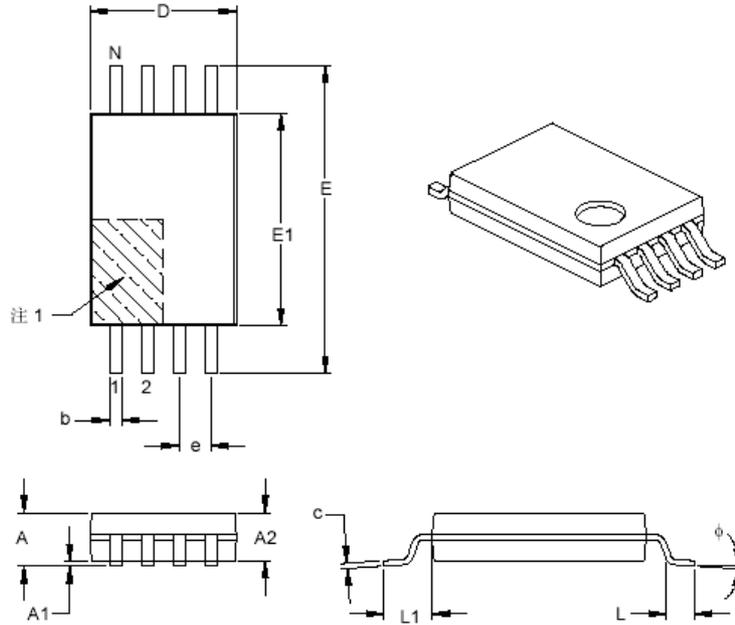
REF: 参考尺寸。通常也不包含公差，仅供参考。

Microchip Technology 图号 C04-111B

图号: C04-111

## 8 引脚塑封薄型缩小外形封装 (ST) —— 4.4 mm [TSSOP]

注： 最新的封装图，请参见 <http://www.microchip.com/packaging> 上的 Microchip 封装规范。



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	8		
引脚间距	e	0.65 BSC		
总高度	A	-	-	1.20
塑模封装厚度	A2	0.80	1.00	1.05
悬空间隙	A1	0.05	-	0.15
总宽度	E	6.40 BSC		
塑模封装宽度	E1	4.30	4.40	4.50
塑模封装长度	D	2.90	3.00	3.10
底脚长度	L	0.45	0.60	0.75
底脚投影距离	L1	1.00 REF		
底脚倾角	$\phi$	0°	-	8°
引脚厚度	c	0.09	-	0.20
引脚宽度	b	0.19	-	0.30

注：

1. 引脚1定位特性可能有变化，但一定位于阴影区域内。
2. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.15 mm。
3. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

BSC：基本尺寸。理论精确值，不包括公差。

REF：参考尺寸。仅供参考，通常不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-086B

# MCP3201

---

---

注:

## 附录 A: 版本历史

### 版本 D (2007 年 1 月)

该版本更新了封装信息部分。

# MCP3201

---

注:

## 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销售办事处联系。

器件编号	X	/XX
器件	温度范围	封装
器件： MCP3201: 带 SPI 接口的 12 位 A/D 转换器 MCP3201T: 带 SPI 接口的 12 位 A/D 转换器 (卷带式封装) (仅 SOIC 和 TSSOP)	温度范围： I       = -40°C 至 +85°C	封装： MS     = 8 引脚塑封微小外形封装 (MSOP) P       = 8 引脚塑封 DIP (300 mil) SN     = 8 引脚塑封 SOIC (150 mil) ST     = 8 引脚塑封 TSSOP (4.4 mm)
<b>示例：</b> a) MCP3201-I/P: 工业级温度，PDIP 封装。 b) MCP3201-I/SN: 工业级温度，SOIC 封装。 c) MCP3201-I/ST: 工业级温度，TSSOP 封装。 d) MCP3201-I/MS: 工业级温度，MSOP 封装。		

# MCP3201

---

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。请勿忽视文档中包含的英文部分, 因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。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、适用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。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用, 一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时, 会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任, 并加以赔偿。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、KEELOQ 徽标、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、rPIC 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、Linear Active Thermistor、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、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、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICKtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rLAB、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。

© 2007, 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 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 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。



**MICROCHIP**

## 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](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614  
Fax: 678-957-1455

**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

**圣克拉拉 Santa Clara**  
Santa Clara, CA  
Tel: 408-961-6444  
Fax: 408-961-6445

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

### 亚太地区

**亚太总部 Asia Pacific Office**  
Suites 3707-14, 37th Floor  
Tower 6, The Gateway  
Harbour City, Kowloon  
Hong Kong  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

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

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8665-5511  
Fax: 86-28-8665-7889

**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: 86-29-8833-7250  
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: 91-80-4182-8400  
Fax: 91-80-4182-8422

**印度 India - New Delhi**  
Tel: 91-11-4160-8631  
Fax: 91-11-4160-8632

**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: 43-7242-2244-39  
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

12/08/06