

具有 SPI 接口的 12 位 DAC

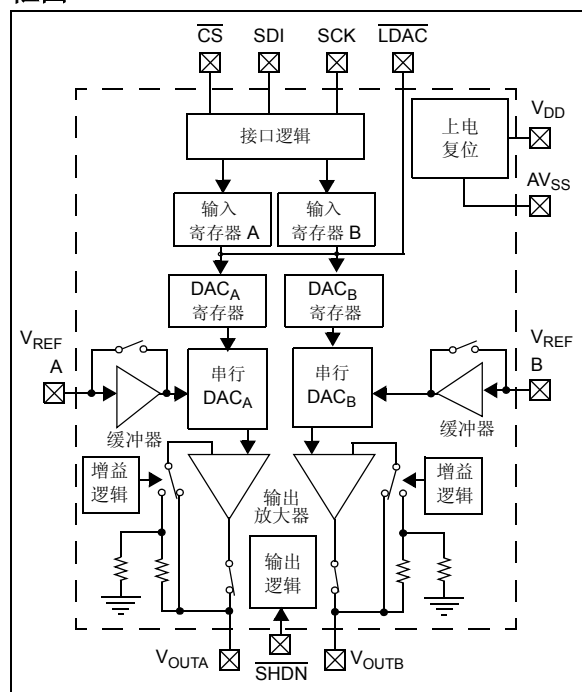
特性

- 12 位分辨率
- ± 0.2 LSB DNL (典型值)
- ± 2 LSB INL (典型值)
- 单或双通道
- 轨对轨输出
- SPI 接口支持 20 MHz 时钟
- $\overline{\text{LDAC}}$ 引脚用于双通道 DAC 的同时栓锁
- 4.5 μs 的快速设定时间
- 可选择单位增益或 2 倍增益输出
- 450 kHz 复用器模式
- 外部 V_{REF} 输入
- 2.7V 至 5.5V 单电源工作
- 扩展级温度范围: -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$

应用

- 设定点或失调微调
- 传感器校准
- 数字控制复用器 / 分压器
- 便携式仪表 (电池供电)
- 电机反馈回路控制

框图



概述

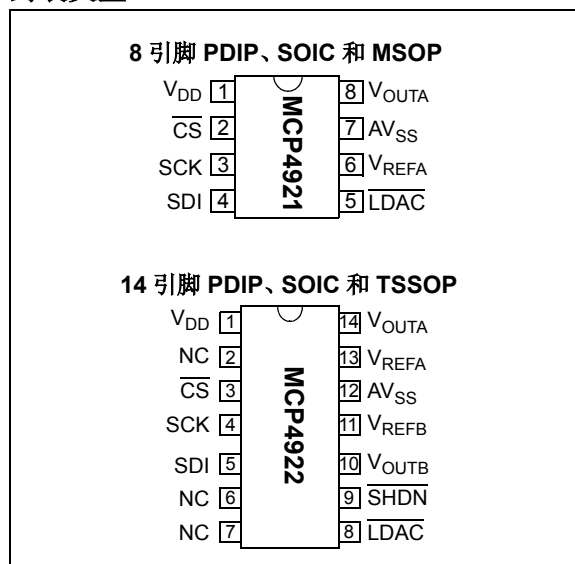
Microchip Technology Inc. 的 MCP492X 为 2.7 – 5.5V 的低功耗低 DNL 12 位数模转换器 (Digital-to-Analog Converter, DAC), 其具有可选 2 倍增益缓冲器输出和 SPI 接口。

MCP492X 系列 DAC 为工业应用提供高精度和低噪声性能, 此时需要对信号 (例如温度、压力和湿度) 进行校正或补偿。

MCP492X 器件提供扩展级温度范围的 PDIP、SOIC、MSOP 和 TSSOP 封装。

MCP492X 器件采用电阻串结构而具有低 DNL 误差, 低比例温度系数和快速设定时间的优点。这些器件参数定义于扩展级温度范围。MCP492X 系列包含双缓冲输入, 允许使用 $\overline{\text{LDAC}}$ 引脚进行同时更新。这些器件也包含上电复位 (Power-On Reset, POR) 电路以保证可靠的上电。

封装类型



MCP4921/4922

1.0 电气特性

绝对最大值 †

V_{DD}	6.5V
所有输入和输出引脚	$AV_{SS} - 0.3V$ 至 $V_{DD} + 0.3V$
输入引脚电流	± 2 mA
电源引脚电流	± 50 mA
输出引脚电流	± 25 mA
存储温度	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
施加电源时环境温度	-55°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$
所有引脚的 ESD 保护	≥ 4 kV (HBM), $\geq 400V$ (MM)
最大结温 (T_J)	$+150^{\circ}\text{C}$

5V AC/DC 特性

电气特性: 除非另有说明, 否则所有参数均在以下条件测得: $V_{DD} = 5V$, $AV_{SS} = 0V$, $V_{REF} = 2.048V$, 输出缓冲器增益 (G) = $2x$, $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 连接至 GND, $C_L = 100\text{ pF}$, $T_A = -40$ 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 。典型值在 $+25^{\circ}\text{C}$ 时测得。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
电源要求						
输入电压	V _{DD}	2.7	—	5.5		输入未缓冲, 数字输入连接到地, 输出未加负载, 代码为 0x000
输入电流 - MCP4921	I _{DD}	—	175	350	μA	
- MCP4922		—	350	700		
硬件关断电流	I _{SHDN}	—	0.3	2	μA	
软件关断电流	I _{SHDN_SW}	—	3.3	6	μA	
上电复位门限	V _{POR}	—	2.0	—	V	
DC 精度						
分辨率	n	12	—	—	位	器件为单调性 代码为 0x000h -45°C 至 25°C +25°C 至 85°C 代码为 0xFFFFh, 不包括失调误差
INL 误差	INL	-12	2	12	LSB	
DNL	DNL	-0.75	±0.2	+0.75	LSB	
失调误差	V _{OS}	—	±0.02	1	FSR 的 %	
失调误差温度系数	V _{OS} /°C	—	0.16	—	ppm/°C	
		—	-0.44	—	ppm/°C	
增益误差	g _E	—	-0.10	1	FSR 的 %	
增益误差温度系数	ΔG/°C	—	-3	—	ppm/°C	
输入放大器 (V _{REF} 输入)						
输入范围 - 缓冲模式	V _{REF}	0.040	—	V _{DD} - 0.040	V	注 1 代码 = 2048 V _{REF} = 0.2v p-p, f = 100 Hz 和 1 kHz 未缓冲模式 V _{REF} = 2.5V ±0.2Vp-p, 未缓冲, G = 1 V _{REF} = 2.5V ±0.2Vp-p, 未缓冲, G = 2 V _{REF} = 2.5V ±0.2Vp-p, 频率 = 1 kHz
输入范围 - 未缓冲模式	V _{REF}	0	—	V _{DD}	V	
输入阻抗	R _{VREF}	—	165	—	kΩ	
输入电容 - 未缓冲模式	C _{VREF}	—	7	—	pF	
复用器模式 -3 dB 带宽	f _{VREF}	—	450	—	kHz	
	f _{VREF}	—	400	—	kHz	
复用器模式 - 总谐波失真	THD _{VREF}	—	-73	—	dB	

注 1: 设计参数, 未经产品测试。

2: 信号太小无法量化。

† 注: 如果器件的工作条件超过“绝对最大值”列出的范围, 就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, 我们建议不要使器件在该规范规定的范围以外运行。器件长时间工作在最大值条件下, 其稳定性会受到影响。

5V AC/DC 特性 (续)

电气特性: 除非另有说明, 否则所有参数均在以下条件测得: $V_{DD} = 5V$, $AV_{SS} = 0V$, $V_{REF} = 2.048V$, 输出缓冲器增益 (G) = 2x, $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 连接至 GND, $C_L = 100\text{ pF}$, $T_A = -40$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 时测得。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
输出放大器						
输出摆幅	V_{OUT}	—	0.010 至 V_{DD} -0.040	—		对于 $AV_{OUT} = 10\text{ mV}$ 至 $(V_{DD} - 40\text{ mV})$, 精度优于 1 LSB
相位裕量	θ_m	—	66	—	度	
压摆率	SR	—	0.55	—	V/ μs	
短路电流	I_{SC}	—	15	24	mA	
设定时间	t_{settling}	—	4.5	—	μs	满量程的 1/4 至 3/4 范围内的终值的 1/2 LSB 内
动态特性						
DAC 至 DAC 交调		—	10	—	nV-s	注 2
主要代码跳变毛刺		—	45	—	nV-s	在主要 (0111...1111 至 1000...0000) 的 1 LSB 内变化
数字吞吐率		—	10	—	nV-s	注 2
模拟交调		—	10	—	nV-s	注 2

注 1: 设计参数, 未经产品测试。

2: 信号太小无法量化。

3V AC/DC 特性

电气特性: 除非另有说明, 否则所有参数均在以下条件测得: $V_{DD} = 3V$, $AV_{SS} = 0V$, $V_{REF} = 2.048V$, 输出缓冲器增益 (G) = 2x, $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 连接至 GND, $C_L = 100\text{ pF}$, $T_A = -40$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 时测得。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
电源要求						
输入电压	V_{DD}	2.7	—	5.5		
输入电流 - MCP4921 - MCP4922	I_{DD}	—	125 250	250 500	μA	输入未缓冲, 数字输入连接到地, 输出未加负载, 代码为 0x000
硬件关断电流	I_{SHDN}	—	0.25	2	μA	
软件关断电流	I_{SHDN_SW}	—	2	6	μA	
上电复位门限	V_{POR}	—	2.0	—	V	
DC 精度						
分辨率	n	12	—	—	位	
INL 误差	INL	-12	± 3	+12	LSB	
DNL	DNL	-0.75	± 0.3	+0.75	LSB	器件为单调性
失调误差	V_{OS}	—	± 0.02	1	FSR 的 %	代码为 0x000h
失调误差温度系数	$V_{OS}/^\circ\text{C}$	—	0.5	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	-45°C 至 25°C
		—	-0.77	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	$+25^\circ\text{C}$ 至 85°C
增益误差	g_E	—	-0.15	1	FSR 的 %	代码为 0xFFFFh, 不包括失调误差
增益误差温度系数	$\Delta G/^\circ\text{C}$	—	-3	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	
输入放大器 (V_{REF} 输入)						
输入范围 - 缓冲模式	V_{REF}	0.040	—	$V_{DD}-0.040$	V	注 1
输入范围 - 未缓冲模式	V_{REF}	0	—	V_{DD}	V	代码 = 2048, $V_{REF} = 0.2\text{V p-p}$, $f = 100\text{ Hz}$ 和 1 kHz
输入阻抗	R_{VREF}	—	165	—	$\text{k}\Omega$	未缓冲模式

注 1: 设计参数, 未经产品测试。

2: 信号太小无法量化。

MCP4921/4922

3V AC/DC 特性（续）

电气特性： 除非另有说明，否则所有参数均在以下条件测得： $V_{DD} = 3V$ ， $AV_{SS} = 0V$ ， $V_{REF} = 2.048V$ ，输出缓冲器增益（G）= 2x， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 连接至 GND， $C_L = 100\text{ pF}$ ， $T_A = -40$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 时测得。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
输入电容 - 未缓冲模式	C_{VREF}	—	7	—	pF	
复用器模式 -3 dB 带宽	f_{VREF}	—	440	—	kHz	$V_{REF} = 2.048V \pm 0.1\text{ Vp-p}$ ，未缓冲，G = 1
	f_{VREF}	—	390	—	kHz	$V_{REF} = 2.048V \pm 0.1\text{ Vp-p}$ ，未缓冲，G = 2
复用器模式 - 总谐波失真	THD_{VREF}	—	-73	—	dB	$V_{REF} = 2.5V \pm 0.1\text{ Vp-p}$ ，频率 = 1 kHz
输出放大器						
输出摆幅	V_{OUT}	—	0.010 至 V_{DD} -0.040	—		对于 $V_{OUT} = 10\text{ mV}$ 至 $(V_{DD} - 40\text{ mV})$ ，精度优于 1 LSb
相位裕量	θ_m	—	66	—	度	
压摆率	SR	—	0.55	—	V/ μs	
短路电流	I_{SC}	—	14	24	mA	
设定时间	$t_{settling}$	—	4.5	—	μs	满量程的 1/4 至 3/4 范围内的终值的 1/2 LSb 内
动态特性						
DAC 至 DAC 交调		—	10	—	nV-s	注 2
主要代码跳变毛刺		—	45	—	nV-s	在主要（0111...1111 至 1000...0000）的 1 LSb 内变化
数字吞吐率		—	10	—	nV-s	注 2
模拟交调		—	10	—	nV-s	注 2

注 1：设计参数，未经产品测试。

2：信号太小无法量化。

5V 扩展温度级特性

电气特性：除非另有说明，否则所有参数均在以下条件测得：V _{DD} = 5V，AV _{SS} = 0V，V _{REF} = 2.048V，输出缓冲器增益（G）= 2x，R _L = 5 kΩ 连接至 GND，C _L = 100 pF，T _A = -40 至 +85°C。典型值在 +125°C 时测试或模拟得到。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
电源要求						
输入电压	V _{DD}	2.7	—	5.5		输入未缓冲，数字输入连接到地，输出未加负载，代码为 0x000
输入电流 - MCP4921	I _{DD}	—	200	—	μA	
- MCP4922		—	400	—		
硬件关断电流	I _{SHDN}	—	1.5	—	μA	
软件关断电流	I _{SHDN_SW}	—	5	—	μA	
上电复位门限	V _{POR}	—	1.85	—	V	
DC 精度						
分辨率	n	12	—	—	位	器件为单调性 代码为 0x000h +25°C 至 +125°C
INL 误差	INL	—	±4	—	LSB	
DNL	DNL	—	±0.25	—	LSB	
失调误差	V _{OS}	—	±0.02	—	FSR 的 %	
失调误差温度系数	V _{OS} /°C	—	-5	—	ppm/°C	

注 1：设计参数，未经产品测试。

2：信号太小无法量化。

5V 扩展温度级特性 (续)

电气特性：除非另有说明，否则所有参数均在以下条件测得： $V_{DD} = 5V$ ， $AV_{SS} = 0V$ ， $V_{REF} = 2.048V$ ，输出缓冲器增益 (G) = 2x， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 连接至 GND， $C_L = 100\text{ pF}$ ， $T_A = -40$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。典型值在 $+125^\circ\text{C}$ 时测试或模拟得到。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
增益误差	9E	—	-0.10	—	FSR 的 %	代码为 0xFFh，不包括失调误差
增益误差温度系数	$\Delta G/^{\circ}\text{C}$	—	-3	—	ppm/ $^{\circ}\text{C}$	
输入放大器（V _{REF} 输入）						
输入范围 - 缓冲模式	V _{REF}	—	0.040 至 V _{DD} - 0.040	—	V	注 1 代码 = 2048， V _{REF} = 0.2v p-p，f = 100 Hz 和 1 kHz
输入范围 - 未缓冲模式	V _{REF}	0	—	V _{DD}	V	
输入阻抗	R _{VREF}	—	174	—	kΩ	未缓冲模式
输入电容 - 未缓冲模式	C _{VREF}	—	7	—	pF	
复用器模式 -3 dB 带宽	f _{VREF}	—	450	—	kHz	V _{REF} = 2.5V ±0.1 Vp-p，未缓冲，G= 1
	f _{VREF}	—	400	—	kHz	V _{REF} = 2.5V ±0.1 Vp-p，未缓冲，G = 2
复用器模式 - 总谐波失真	THD _{VREF}	—	—	—	dB	V _{REF} = 2.5V ±0.1Vp-p，频率 = 1 kHz
输出放大器						
输出摆幅	V _{OUT}	—	0.010 至 V _{DD} - 0.040	—		对于 V _{OUT} = 10 mV 至（V _{DD} - 40 mV）， 精度优于 1 LSb
相位裕量	θ _m	—	66	—	度	
压摆率	SR	—	0.55	—	V/μs	
短路电流	I _{SC}	—	17	—	mA	
设定时间	t _{settling}	—	4.5	—	μs	从 1/4 至 3/4 满量程范围终值的 1/2 LSb 内
动态特性						
DAC 至 DAC 交调		—	10	—	nV-s	注 2
主要代码跳变毛刺		—	45	—	nV-s	在主要（0111...1111 至 1000...0000）的 1 LSb 内变化
数字吞吐量		—	10	—	nV-s	注 2
模拟交调		—	10	—	nV-s	注 2

注 1: 设计参数，未经产品测试。

2: 信号太小无法量化。

MCP4921/4922

AC 特性（SPI 时序参数）

电气特性： 除非另有说明，否则所有参数均在以下条件测得： $V_{DD}=2.7V-5.5V$ ， $T_A=-40$ 至 $+125^{\circ}C$ 。 典型值在 $+25^{\circ}C$ 时测得。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
施密特触发高电平输入电压 (所有数字输入引脚)	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
施密特触发低电平输入电压 (所有数字输入引脚)	V_{IL}	—	—	$0.2 V_{DD}$	V	
施密特触发输入迟滞	V_{HYS}	—	$0.05 V_{DD}$	—		
输入漏电流	$I_{LEAKAGE}$	-1	—	1	μA	$\overline{SHDN} = \overline{LDAC} = \overline{CS} = \overline{SDI} =$ $SCK + V_{REF} = V_{DD}$ 或 AV_{SS}
数字引脚电容 (所有输入 / 输出)	$C_{IN},$ C_{OUT}	—	10	—	pF	$V_{DD} = 5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$, $f_{CLK} = 1\text{ MHz}$ (注 1)
时钟频率	F_{CLK}	—	—	20	MHz	$T_A = +25^{\circ}C$ (注 1)
时钟高电平时间	t_{HI}	15	—	—	ns	注 1
时钟低电平时间	t_{LO}	15	—	—	ns	注 1
$\overline{CS}$ 下降至第一个 CLK 时钟上升边沿	t_{CSSR}	40	—	—	ns	仅适用于当 $\overline{CS}$ 下降和 CLK 为高电平 (注 1)
数据输入建立时间	t_{SU}	15	—	—	ns	注 1
数据输入保持时间	t_{HD}	10	—	—	ns	注 1
SCK 上升至 $\overline{CS}$ 上升保持时间	t_{CHS}	15	—	—	ns	注 1
$\overline{CS}$ 高电平时间	t_{CSH}	15	—	—	ns	注 1
$\overline{LDAC}$ 脉冲宽度	t_{LD}	100	—	—	ns	注 1
$\overline{LDAC}$ 建立时间	t_{LS}	40	—	—	ns	注 1
$\overline{CS}$ 下降前 SCK 空闲时间	t_{IDLE}	40	—	—	ns	注 1

注 1：设计参数，未经生产测试。

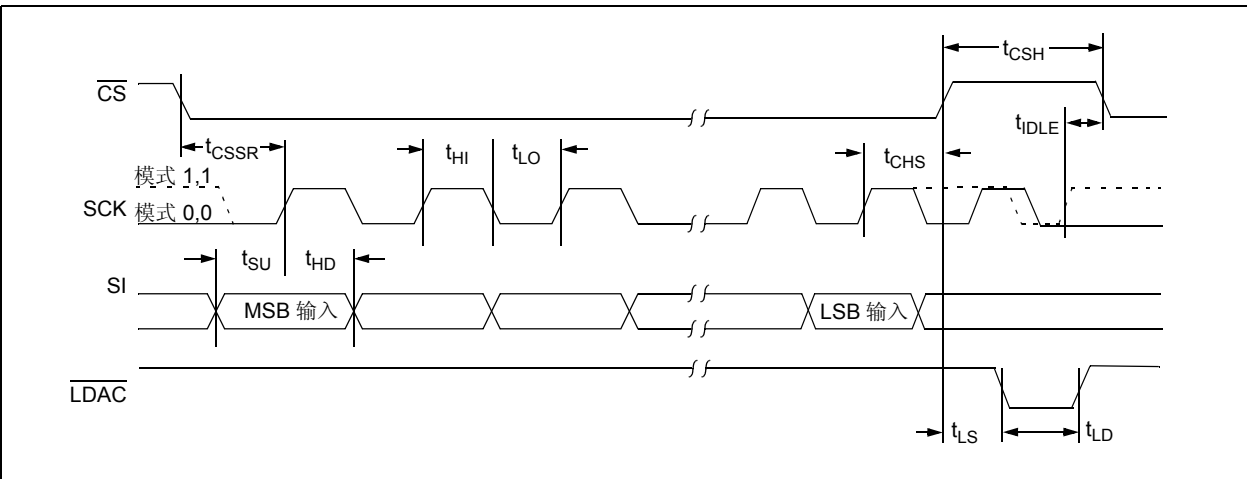


图 1-1: SPI 输入时序

温度特性

电气特性：除非另有说明，否则所有参数均在以下条件测得： $V_{DD} = +2.7V$ 至 $+5.5V$ ， $AV_{SS} = GND$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
温度范围						
指定温度范围	T_A	-40	—	+125	°C	
工作温度范围	T_A	-40	—	+125	°C	注 1
存储温度范围	T_A	-65	—	+150	°C	
封装热阻						
热阻，8 引脚 PDIP	θ_{JA}	—	85	—	°C/W	
热阻，8 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	163	—	°C/W	
热阻，8 引脚 MSOP	θ_{JA}	—	206	—	°C/W	
热阻，14 引脚 PDIP	θ_{JA}	—	70	—	°C/W	
热阻，14 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	120	—	°C/W	
热阻，14 引脚 TSSOP	θ_{JA}	—	100	—	°C/W	

注 1： MCP492X 系列 DAC 可在超出此扩展温度范围的情况下工作，但这样会降低性能。工作于此温度范围不会使 T_J 超过最大结温 $+150^{\circ}\text{C}$ 。

2.0 典型工作性能曲线

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，我们不做保证。一些图表中列出的数据有可能超出规定的工作范围（如，超出规定的电源电压范围），因此不在担保范围内。

注： 除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

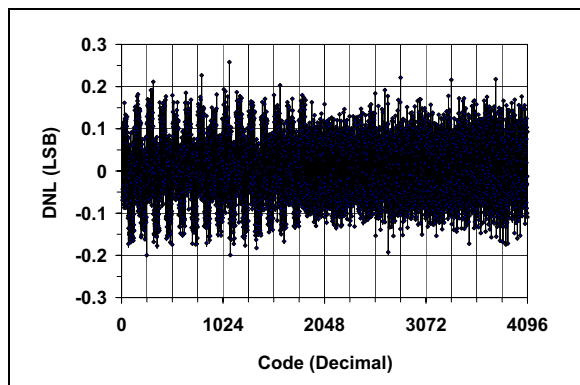


图 2-1: DNL—代码曲线

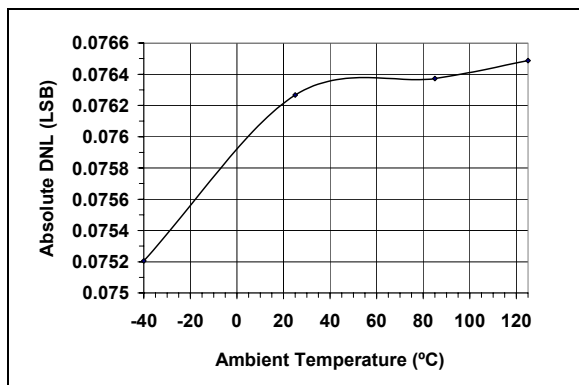


图 2-4: DNL 绝对值—环境温度曲线

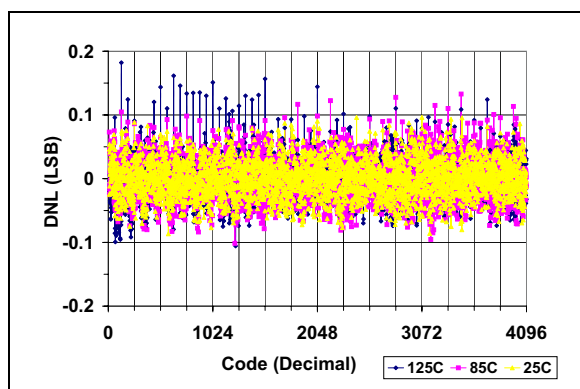


图 2-2: DNL—代码和环境温度曲线

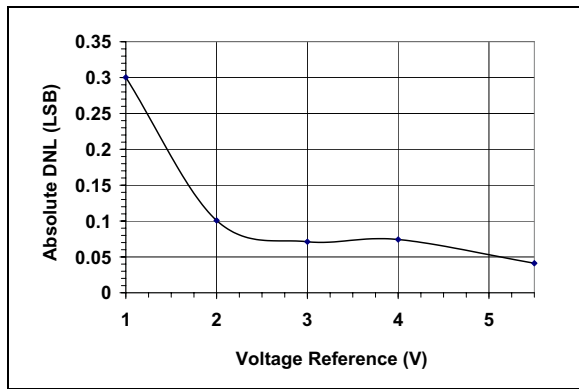


图 2-5: DNL 绝对值—基准电压曲线

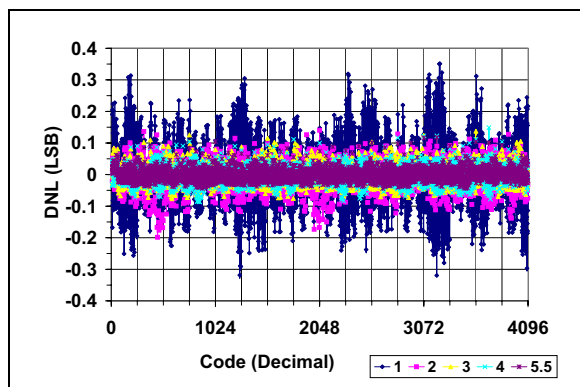


图 2-3: DNL—代码和 V_{REF} 曲线
(增益=1)

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

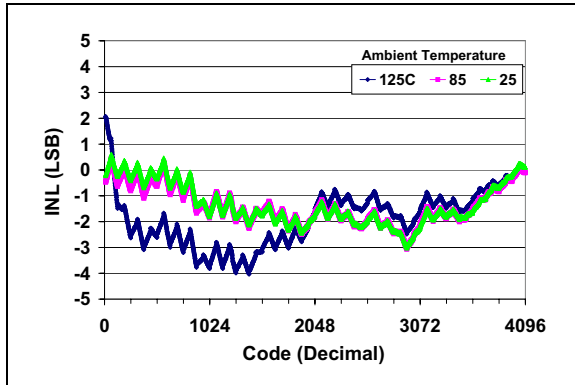


图 2-6: INL —代码和环境温度曲线

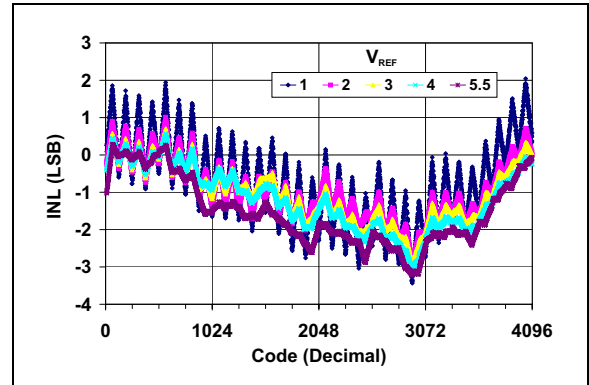


图 2-9: INL —代码和 V_{REF} 曲线

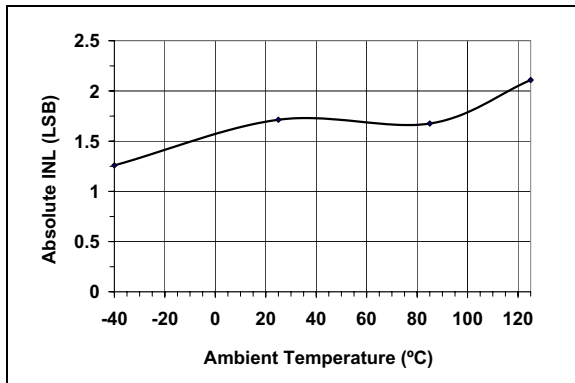


图 2-7: INL 绝对值 —环境温度曲线

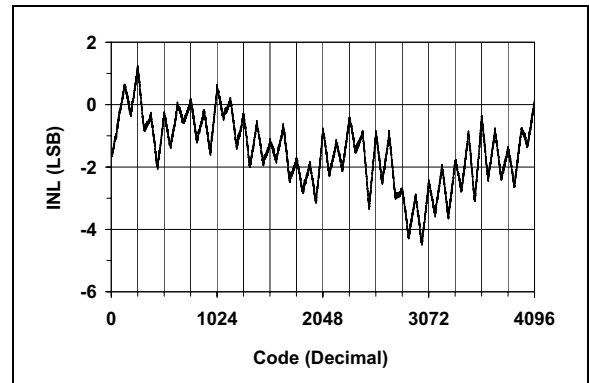


图 2-10: INL —代码曲线

注：单器件图形（图 2-10）用于说明 64 个代码的效果。

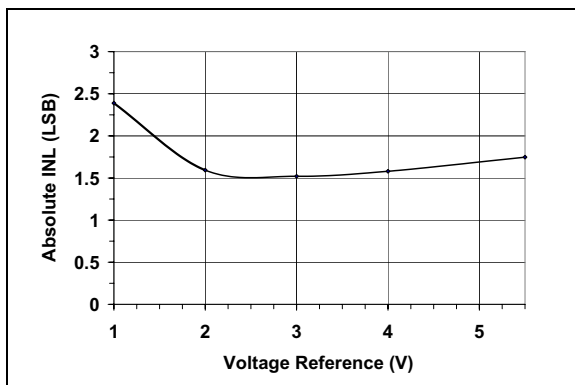


图 2-8: INL 绝对值 — V_{REF} 曲线

MCP4921/4922

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2。

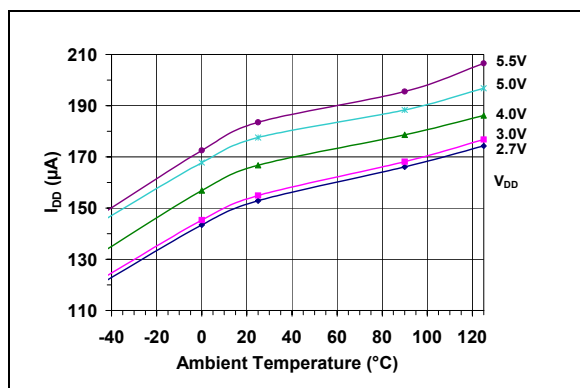


图 2-11: MCP4921 I_{DD} —环境温度和 V_{DD} 曲线

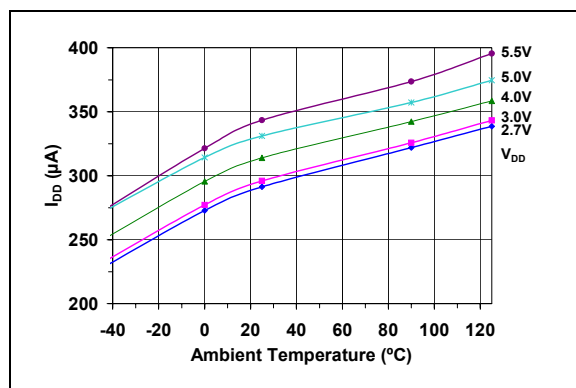


图 2-14: MCP4922 I_{DD} —环境温度和 V_{DD} 曲线

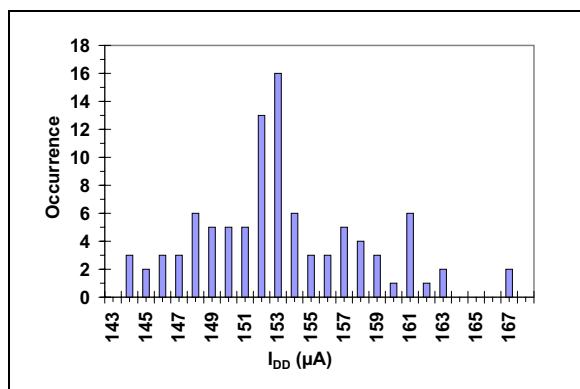


图 2-12: MCP4921 I_{DD} 直方图 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

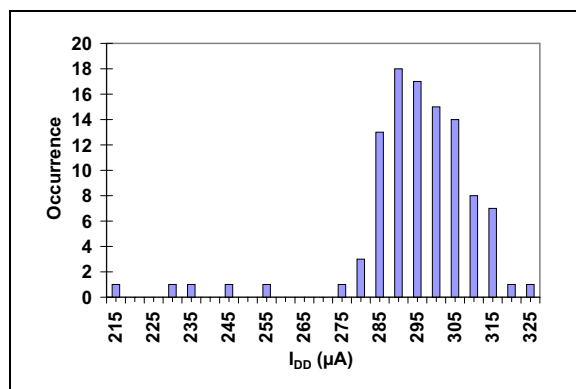


图 2-15: MCP4922 I_{DD} 直方图 ($V_{DD} = 2.7\text{V}$)

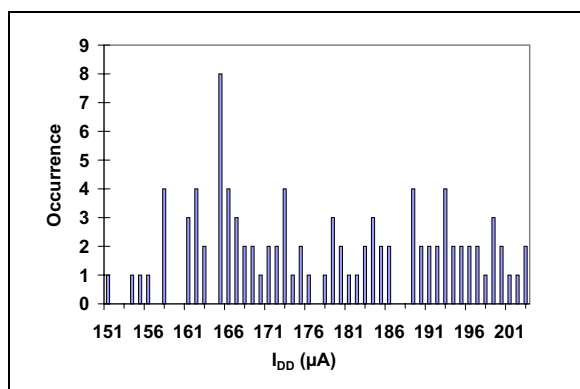


图 2-13: MCP4921 I_{DD} 直方图 ($V_{DD} = 5.0\text{V}$)

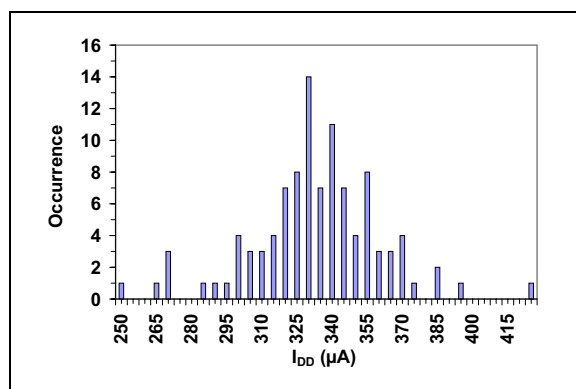


图 2-16: MCP4922 I_{DD} 直方图 ($V_{DD} = 5.0\text{V}$)

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

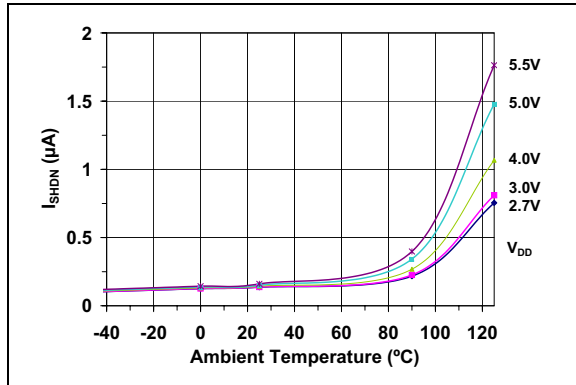


图 2-17: 硬件关断电流—环境温度和 V_{DD} 曲线

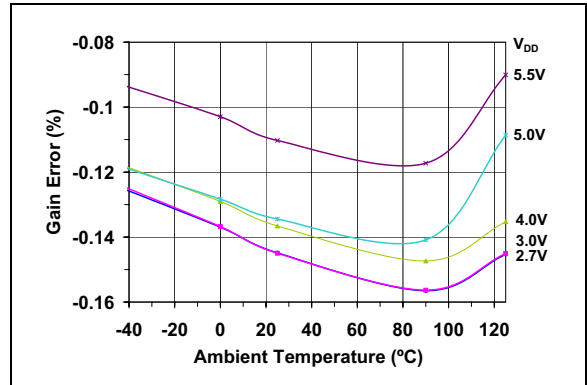


图 2-20: 增益误差—环境温度和 V_{DD} 曲线

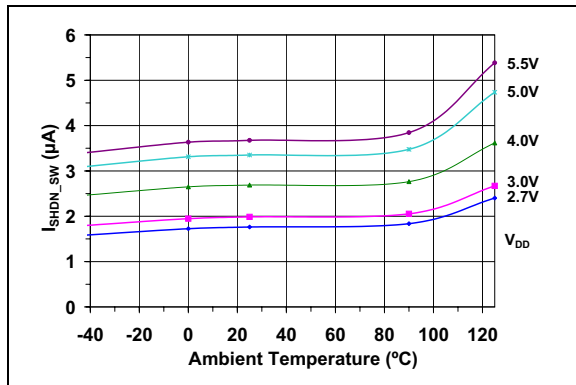


图 2-18: 软件关断电流—环境温度和 V_{DD} 曲线

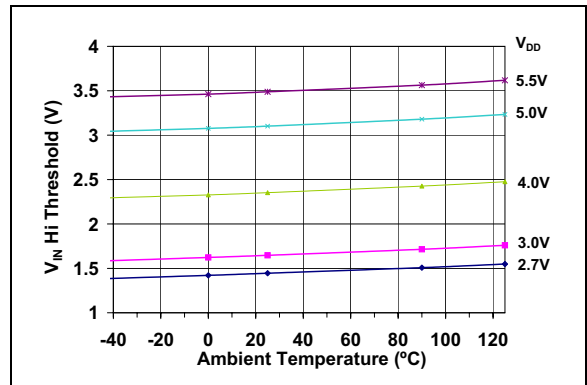


图 2-21: V_{IN} 高电平门限—环境温度和 V_{DD} 曲线

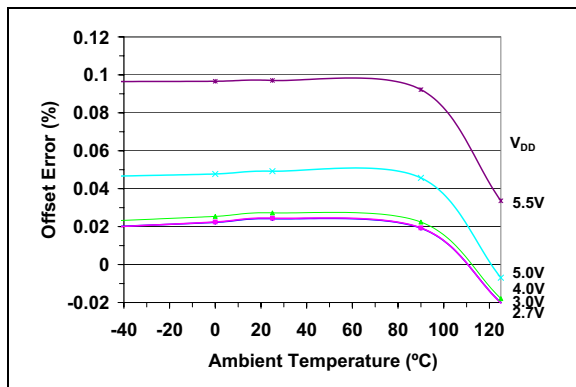


图 2-19: 失调误差—环境温度和 V_{DD} 曲线

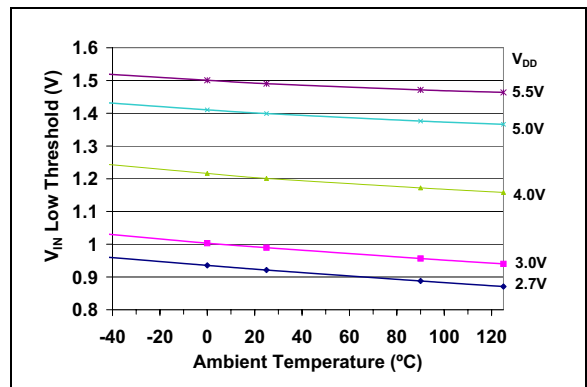


图 2-22: V_{IN} 低电平门限—环境温度和 V_{DD} 曲线

MCP4921/4922

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

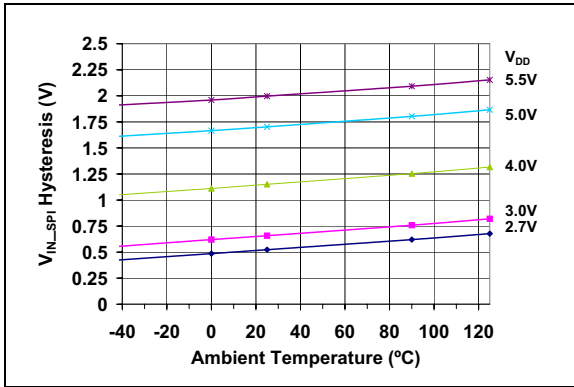


图 2-23: 输入迟滞—环境温度和 V_{DD} 曲线

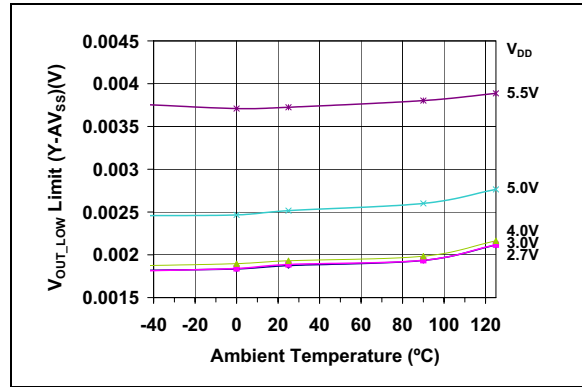


图 2-26: V_{OUT} 低电平限制—环境温度和 V_{DD} 曲线

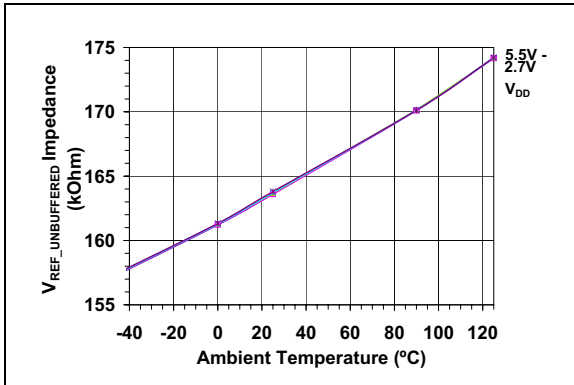


图 2-24: V_{REF} 输入阻抗—环境温度和 V_{DD} 曲线

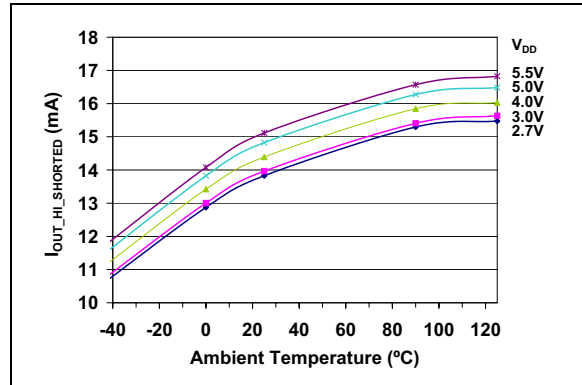


图 2-27: I_{OUT} 高电平短路—环境温度和 V_{DD} 曲线

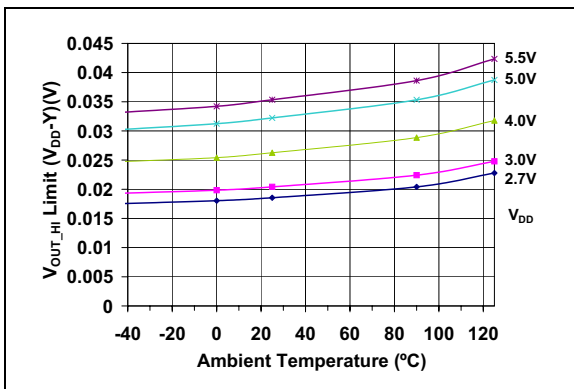


图 2-25: V_{OUT} 高电平限制—环境温度和 V_{DD} 曲线

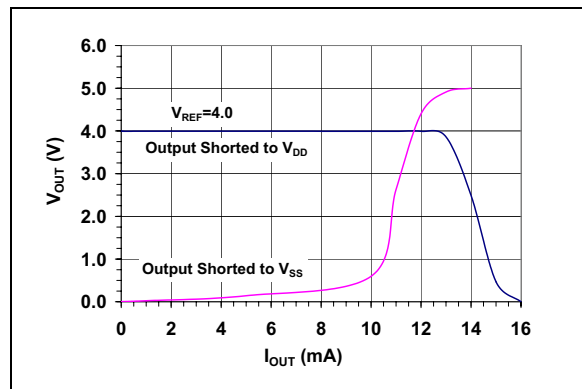


图 2-28: I_{OUT} — V_{OUT} 曲线 (增益 = 1)

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

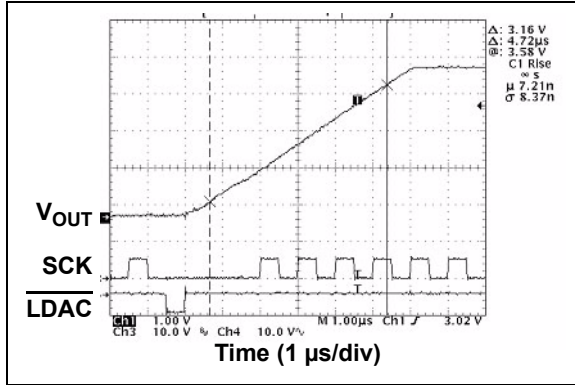


图 2-29: V_{OUT} 上升 100% 时间

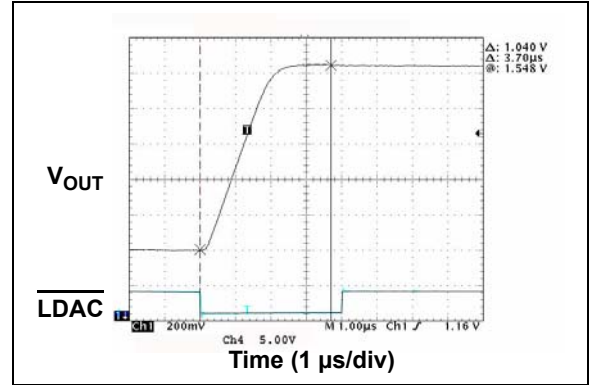


图 2-32: V_{OUT} 上升 25% - 75% 时间

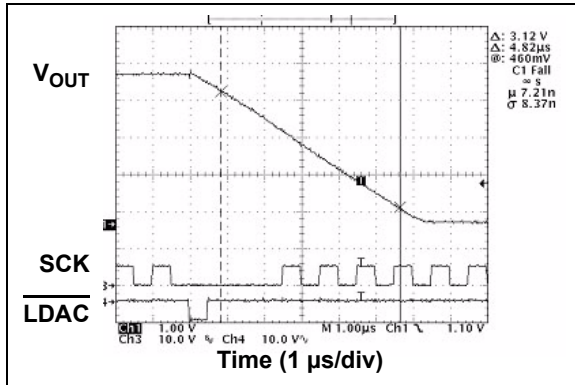


图 2-30: V_{OUT} 下降时间

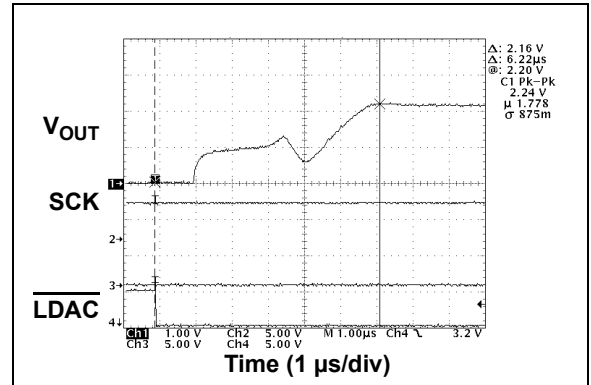


图 2-33: 退出关断时 V_{OUT} 上升时间

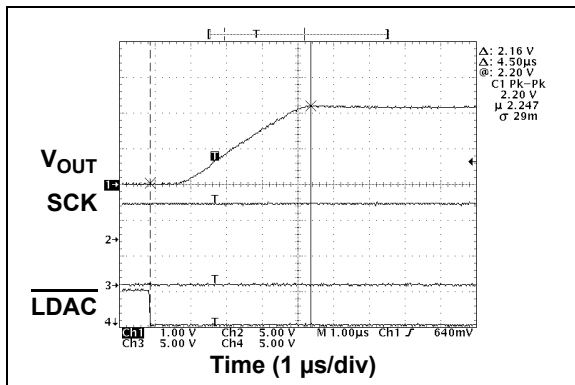


图 2-31: V_{OUT} 上升 50% 时间

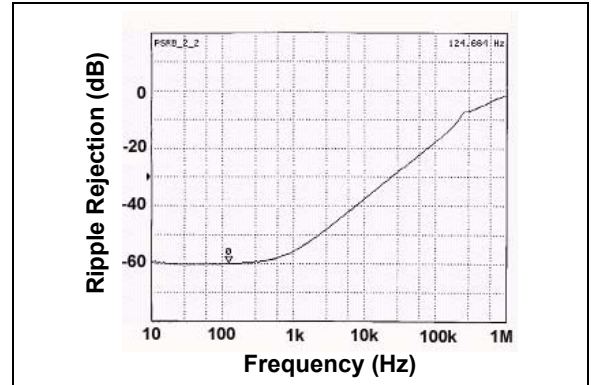


图 2-34: PSRR 一频率曲线

MCP4921/4922

注：除非另外说明，否则所有曲线符合以下条件： $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ ， $AV_{SS} = 0\text{V}$ ， $V_{REF} = 2.048\text{V}$ ，增益 = 2， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $C_L = 100\text{ pF}$ 。

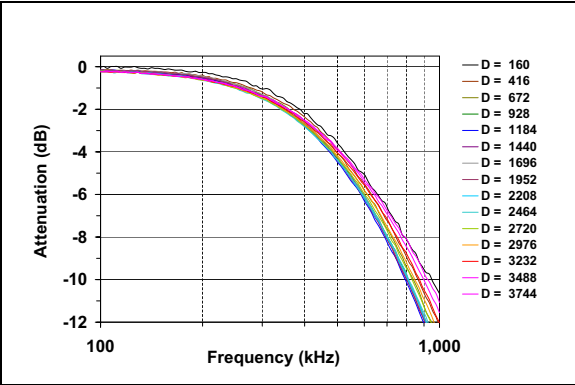


图 2-35: 复用器模式带宽

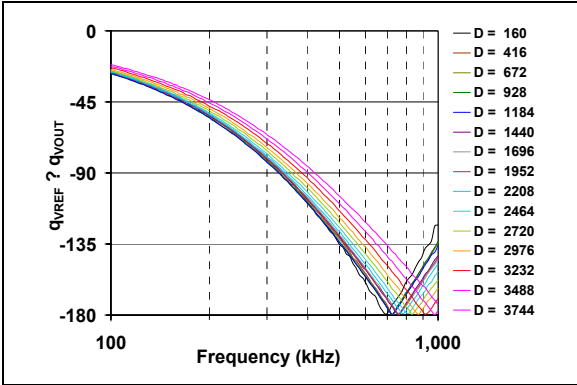


图 2-37: 相移曲线

图 2-35 计算:
衰减 (dB) = $20 \log(V_{OUT}/V_{REF}) - 20 \log(G(D/4096))$

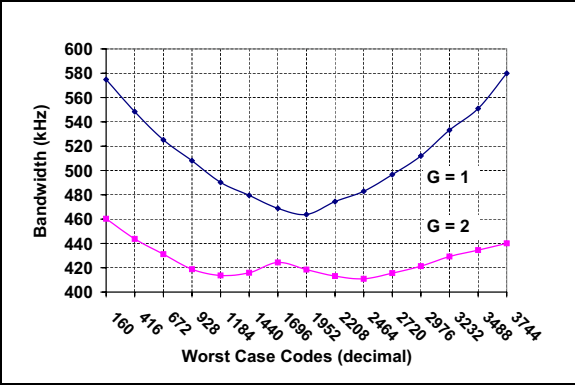


图 2-36: -3 db 带宽—最坏条件下代码曲线

3.0 引脚功能描述

表 3-1 中列出了器件的引脚功能。

表 3-1: 引脚功能表

MCP4921 引脚号	MCP4922 引脚号	符号	功能
1	1	V_{DD}	正电源输入 (2.7V 至 5.5V)
—	2	NC	无连接
2	3	$\overline{CS}$	片选输入
3	4	SCK	串行时钟输入
4	5	SDI	串行数据输入
—	6	NC	无连接
—	7	NC	无连接
5	8	$\overline{LDAC}$	同步输入, 用于将 DAC 设定值从串行锁存传递到输出锁存
—	9	$\overline{SHDN}$	硬件关断输入
—	10	V_{OUTB}	DAC _B 输出
—	11	V_{REFB}	DAC _B 电压输入 (AV_{SS} 至 V_{DD})
7	12	AV_{SS}	模拟地
6	13	V_{REFA}	DAC _A 电压输入 (AV_{SS} 至 V_{DD})
8	14	V_{OUTA}	DAC _A 输出

3.1 正电源输入 (V_{DD})

V_{DD} 为正电源输入引脚。输入电压电源相对于 AV_{SS} , 范围为 2.7V 至 5.5V。建议在 V_{DD} 引脚连接去耦电容以达到最佳的性能。

3.2 片选 ($\overline{CS}$)

$\overline{CS}$ 为片选输入, 要求低电平有效信号来使能串行时钟和数据功能。

3.3 串行时钟输入 (SCK)

SCK 为 SPI 兼容串行时钟输入。

3.4 串行数据输入 (SDI)

SDI 为 SPI 兼容串行数据输入。

3.5 锁存 DAC 输入 ($\overline{LDAC}$)

$\overline{LDAC}$ (DAC 同步锁存输入) 为低时将输入锁存寄存器的内容传递到 DAC 寄存器 (输出锁存)。若需要使用 $\overline{CS}$ 上升沿传递时也可将此引脚连接到低电平。

3.6 硬件关断输入 ($\overline{SHDN}$)

$\overline{SHDN}$ 为硬件关断输入, 需要低电平有效输入来将 DAC 配置成低功耗的待机模式。

3.7 DAC_x 输出 (V_{OUTA} 和 V_{OUTB})

V_{OUTA} 和 V_{OUTB} 为 DAC 输出。DAC 输出放大器在 AV_{SS} 至 V_{DD} 范围内驱动这些引脚。

3.8 DAC_x 基准电压输入 (V_{REFA} 和 V_{REFB})

V_{REFA} 和 V_{REFB} 为 DAC 基准电压输入。这些引脚上的模拟信号用来设定串行 DAC 的基准电压。输入信号范围从 AV_{SS} 至 V_{DD} 。

3.9 模拟地 (AV_{SS})

AV_{SS} 为模拟地引脚。

4.0 器件概述

MCP492X 器件为电压输出型串行 DAC。这些器件包括输入放大器，轨对轨输出放大器，基准电压缓冲器，关断和复位管理电路。串行通信遵循 SPI 协议。MCP492X 器件工作于 2.7V 至 5.5V 电源。

这些器件的代码采用直接二进制，其理想输出电压由公式 4-1 给出，其中 G 为增益选择（1x 或 2x）， D_N 代表数字输入值， n 表示分辨率的位数（ $n = 12$ ）。

公式 4-1: LSB 大小

$$V_{OUT} = \frac{V_{REF} G D_N}{2^n}$$

1 LSB 为连续两个代码间的理想电压差。表 4-1 说明了 LSB 的计算方法。

表 4-1: LSB 大小

器件	V_{REF} 增益	LSb 大小
MCP492X	外部 V_{REF} 1x	$V_{REF}/4096$
MCP492X	外部 V_{REF} 2x	$2 V_{REF}/4096$

4.0.1 INL 精度

这些器件的 INL 误差为在补偿失调和增益误差后实际代码跳变点与相应的理想跳变点间的最大差值。这些端点从 0x000 至 0xFFF。请参见图 4-1。

正 INL 表示跳变点落后于理想跳变点。负 INL 表示跳变点超前于理想跳变点。

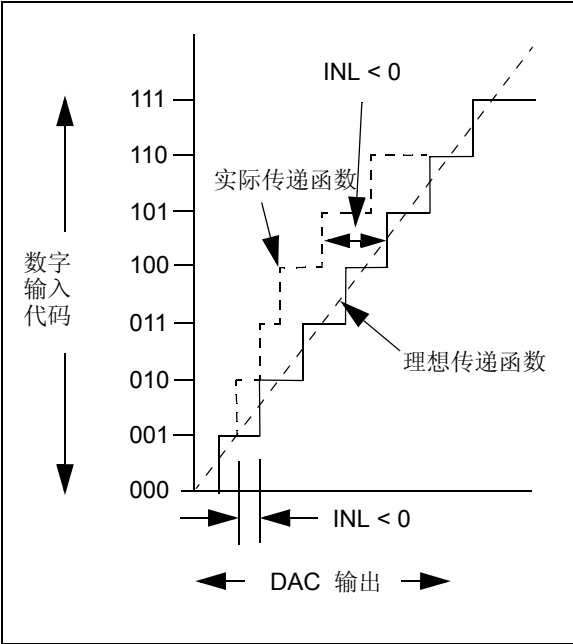


图 4-1: INL 精度

4.0.2 DNL 精度

DNL 误差为测量的代码宽度与理想代码宽度间的差异。DNL 误差为零意味着每个代码恰好为 1 LSB 宽度。

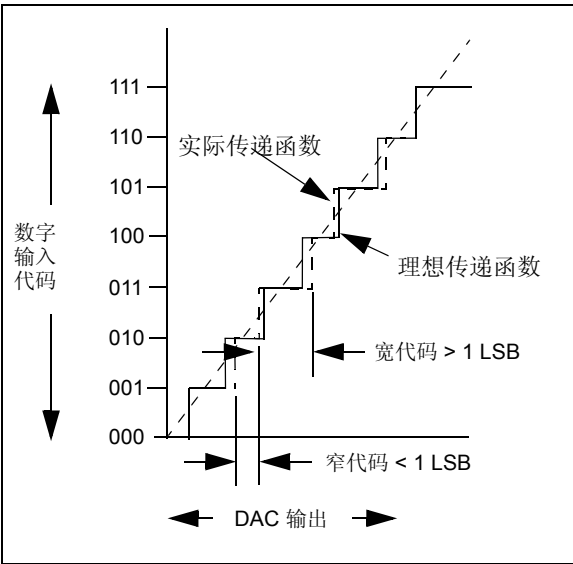


图 4-2: DNL 精度

4.0.3 失调误差

失调误差为数字输入代码为零时，输出电压与零电压间的差值。

4.0.4 增益误差

增益误差为不包括失调误差时，实际输出与理想输出 $V_{REF} - 1 \text{ LSB}$ 间的差值。

4.1 电路介绍

4.1.1 输出放大器

DAC输出使用低功耗、精密CMOS放大器来进行缓冲。此放大器提供低失调电压和低噪声。输出级能够使器件工作于输出电压接近于电源轨的情况。请参见第1.0节“电气特性”以获取输出电压范围和负载条件。

除了提供电阻性驱动能力为，运放还提供高容性负载驱动能力而不致产生振荡。运放很强的输出能力使得 V_{OUT} 可以在系统中用作可编程电压基准。

在复用模式时，选择增益为2将减小运放的带宽。请参见第1.0节“电气特性”以获取复用模式下给定负载条件下的带宽。

4.1.1.1 可编程增益功能块

轨对轨输出运放具有可配置增益，允许在不同电压基准下实现优化的满量程输出。输出运放的增益有两个选择：1 V/V 增益 ($GA = 1$) 或 2 V/V 增益 ($GA = 0$)。

在 $G = 1$ 时理想情况下输出范围为 0.000V 至 $4095/4096 * 2.048V$ ，在 $G = 2$ 时理想情况下输出范围为 0.000 至 $4095/4096 * 4.096V$ 。此位的缺省值下增益为 2，在内部 $2.048V V_{REF}$ 下，理想满量程输出为 0.000V 至 4.096V。需留意接近于轨对轨 AV_{SS} 和 V_{DD} 的 CMOS 输出缓冲器设定了实际的范围限制。第1.0节“电气特性”的输出摆幅参数定义了给定负载条件下的电压范围。

4.1.2 电压基准放大器

MCP492X 器件的输入缓冲放大器提供低失调电压和低噪声。每个DAC都有一个配置位可以允许 V_{REF} 输入旁路输入缓冲放大器，从而实现缓冲或未缓冲模式。此位的缺省值为未缓冲。缓冲模式提供很高的输入阻抗，但受输入范围和频率响应的限制。未缓冲模式提供宽输入范围 (0V 至 V_{DD})，典型输入阻抗为 165 k Ω 和 7 pF。

4.1.3 上电复位电路

上电复位 (POR) 电路保证在 $\overline{SHDN} = 0$ (高阻抗) 时 DAC 的正确上电。器件一直保持为高阻抗输出，直到对 DAC 的任一寄存器进行有效的写操作或 LDAC 引脚满足输入低电平门限值。

如果电源电压低于 POR 门限值 ($V_{POR} = 2.0V$ ，典型值)，DAC 将保持为其复位状态。它将一直处于此状态直到 $V_{DD} > V_{POR}$ 以及接收到写命令。

图 4-3 显示了产生复位时典型的电源瞬态脉冲及其周期，也显示了周期和触发电压间的关系。在尽可能靠近 V_{DD} 引脚处连接 0.1 μF 的耦合电容可提供额外的瞬态抑制能力。

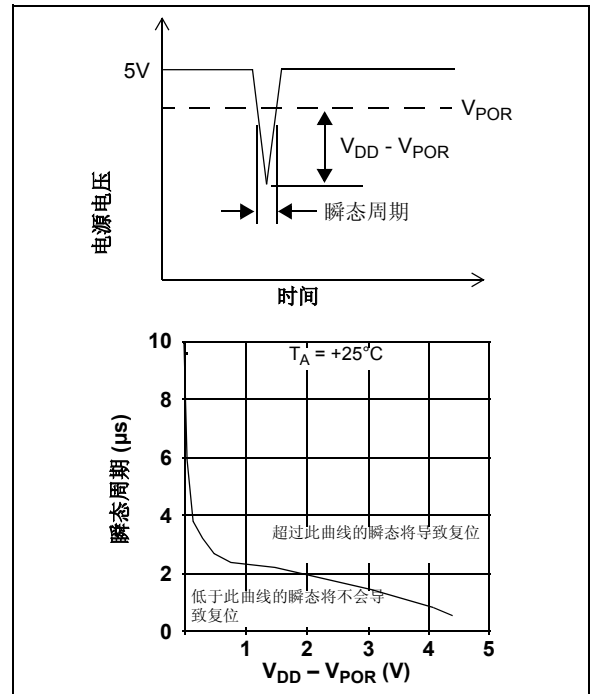


图 4-3: 典型瞬态响应

4.1.4 关断模式

通过使用硬件或软件命令可使器件进入关断模式。仅 MCP4922 提供硬件关断引脚 ($\overline{SHDN}$)。在关断模式下，电源电流与大部分内部电路隔离。串行接口仍保持有效，从而允许写命令使器件退出关断模式。当输出运放被关断时，反馈电阻 (典型值为 500 k Ω) 与 AV_{SS} 相连，形成高阻抗路径。器件仍处于关断模式，直到 $\overline{SHDN}$ 引脚拉至高电平，和 $\overline{SD} = 1$ 时的写命令被锁存到器件。当 DAC 从关断模式变成有效模式时，输出设定时间低于 10 μs ，但超过标准有效模式的设定时间 (4.5 μs)。

MCP4921/4922

5.0 串行接口

5.1 概述

MCP492X 系列设计成与许多单片机具有的 SPI 端口直接连接，并支持模式 0,0 和模式 1,1。命令和数据通过 SDI 引脚送到器件，数据通过时钟 SCK 的上升沿送入器件。通信为单向的，因此数据不能从 MCP492X 器件中读出。在写命令期间， $\overline{CS}$ 引脚必须保持为低电平。写命令包含 16 位，用于配置 DAC 的控制和数据锁存。寄存器 5-1 详细说明了用于配置和装载 DAC_A 和 DAC_B 寄存器的输入寄存器。请参见图 1-1 和 第 1.0 节“电气特性”中的 AC 电气特性表以获取模式 0,0 和模式 1,1 操作时的详细输入和输出时序。

5.2 写命令

将 $\overline{CS}$ 引脚拉低来初始化写命令，紧接着 SCK 上升沿时在 SDI 引脚输入 4 个配置位和 12 个数据位。然后 $\overline{CS}$ 引脚变高，使数据锁存到选定的 DAC 输入寄存器。MCP492X 器件采用双缓冲器的锁存结构，允许在需要时利用 LDAC 引脚来同步 DAC_A 和 DAC_B 的输出。在 LDAC 引脚达到低电平状态时，保存在 DAC 输入寄存器中的数值将传递到 DAC 输出寄存器。输出将变成 DAC_X 寄存器保持的数值。

写到 MCP492X 器件的数据为 16 位字。超过 16 的时钟将会被忽略。最高 4 位为配置位，剩余 12 位为数据位。在 $\overline{CS}$ 为高电平时，没有数据可以传送到器件。仅在 16 个时钟传送到器件时才发生数据传送。若在此之前，产生 $\overline{CS}$ 上升沿，则移位到输入寄存器中的数据将被终止。

寄存器 5-1: 写命令寄存器

上半部分:							
W-x	W-x	W-x	W-0	W-x	W-x	W-x	W-x
$\overline{A/B}$	BUF	$\overline{GA}$	$\overline{SHDN}$	D11	D10	D9	D8
bit 15				bit 8			

下半部分:							
W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
bit 7				bit 0			

- bit 15 $\overline{A/B}$: DAC_A 或 DAC_B 选择位
1 = 写 DAC_B
0 = 写 DAC_A
- bit 14 BUF: V_{REF} 输入缓冲器控制位
1 = 缓冲
0 = 未缓冲
- bit 13 $\overline{GA}$: 输出增益选择位
1 = 1x ($V_{OUT} = V_{REF} * D/4096$)
0 = 2x ($V_{OUT} = 2 * V_{REF} * D/4096$)
- bit 12 $\overline{SHDN}$: 输出关断控制位
1 = 输出关断控制位
0 = 输出缓冲器禁止，输出为高阻
- bit 11-0 D11:D0: DAC 数据位
12 位数值 “D” 为设定的输出值，为 0 至 4095 间的数值。

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

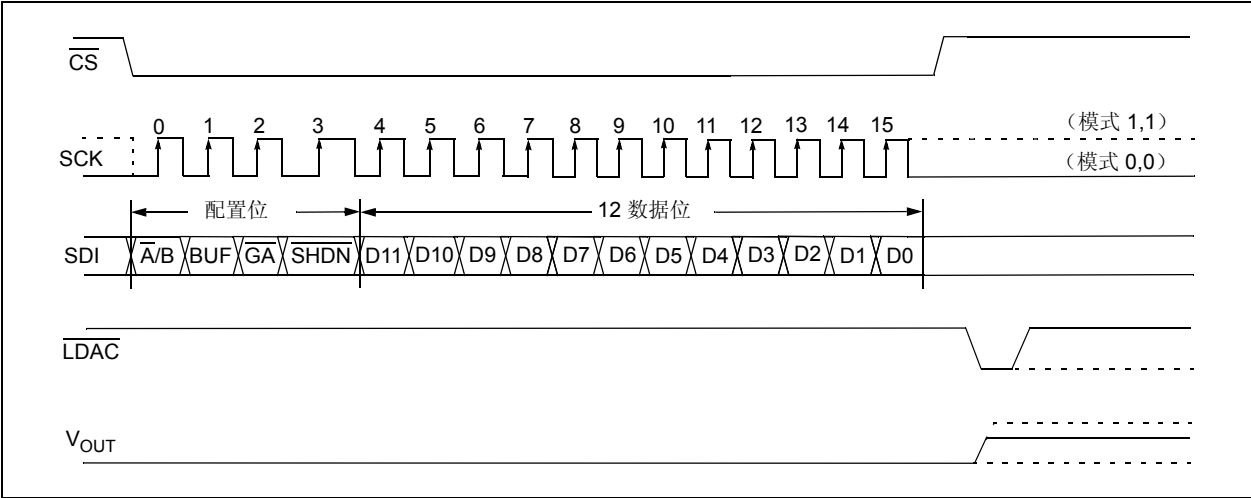


图 5-1: 写命令

MCP4921/4922

6.0 典型应用

注： 在数据手册发布时，尚未完全测试这些电路示例。因此实际情况可能会与此不同。

MCP492X 器件为通用 DAC，适用于需要精密的低功耗中等带宽 DAC 的应用。

适合于 MCP492X 器件的应用通常包括：

- 设定点或失调微调
- 传感器校准
- 数字控制的复用器 / 分压器
- 便携式仪表（电池供电）
- 电机反馈回路控制

6.1 数字接口

MCP492X 器件采用 3 线同步串行协议从数据源向 DAC 传送配置和输出数值。串行协议可以与许多单片机（MCU）的 SPI 或 Microwire 外设连接，这些单片机也包括 Microchip 的 PIC® MCU 和 dsPIC® DSC 系列 MCU。除了三个串行连接（ $\overline{CS}$ 、SCK 和 SDI），在从串行输入锁存将串行设定锁存到 DAC 输出，LDAC 信号用来提供同步。图 6-1 显示了所需的连接。需留意 LDAC 为低电平有效信号。如果需要，此输入也可以连接到低电平，以将所需的连接从 4 线减少为 3 线。当接收到 16 个有效时钟和 $\overline{CS}$ 变成高电平时，写命令直接栓锁到输出锁存。

6.2 电源注意事项

通常应用中需要一个旁路电容来滤除高频噪声。这种噪声可以干扰到电压走线或导致 DAC 输出变化。旁路电容可以在信号完整性方面来减小这些噪声源的影响。图 6-1 显示了相应的旁路策略。

在这个例子中，推荐旁路电容值为 0.1 μF 。这个电容应尽可能靠近器件电源（ V_{DD} ）引脚（距离应小于等于 4 mm）。

为器件供电的电源应尽可能干净。如果应用电路中采用分开的数字和模拟电源，则 AV_{DD} 和 AV_{SS} 应处于模拟平面。

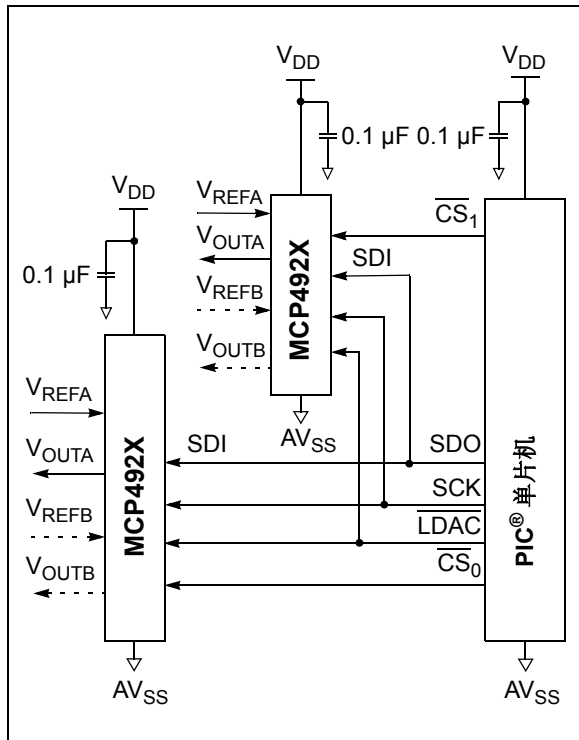


图 6-1: 典型连接图

6.3 电路板布板注意事项

电感耦合的交流瞬态和数字开关噪声会降低输出信号完整性，进而降低了 MCP492X 系列器件的性能。仔细的电路板布板可以减小这些噪声的影响，并提高信噪比（Signal-to-Noise Ratio, SNR）。实验室测试显示，为达到器件能够提供的性能，采用低感抗的地平面，隔离输入，隔离输出和正确的耦合尤为重要。在特别恶劣的环境下，可能需要对关键信号进行屏蔽。

若需要达到很低的噪声，不推荐采用面包板或飞线板。

6.4 单电源工作

MCP492X 器件为轨对轨 (Rail-to-Rail, R-R) 输入和输出 DAC，设计工作于 2.7V 至 5.5V V_{DD} 范围。其输出放大器可以直接驱动一般小信号负载，从而无需许多应用中所采用的外部缓冲器，以减小应用设计的体积并节省成本。

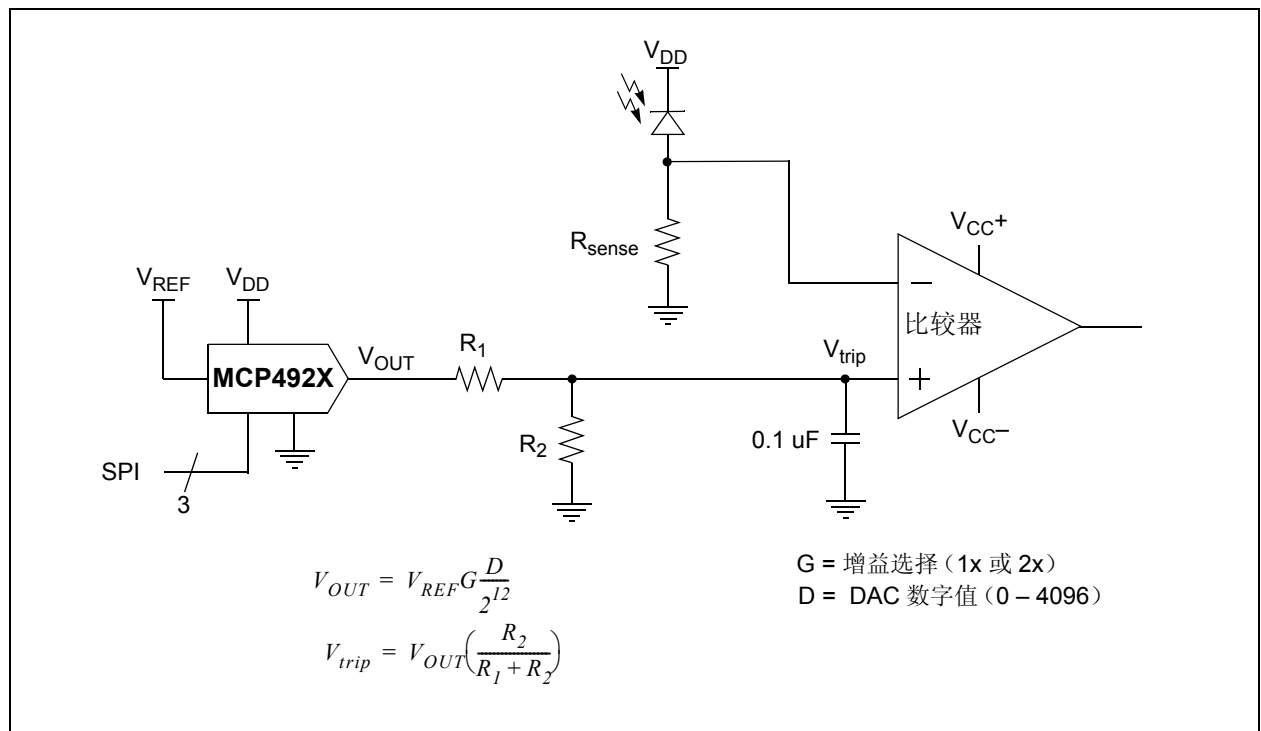
6.4.1 直流设定点或校准

展示 MCP492X 系列 DAC 性能的最普通应用为数字控制的设定点，和 / 或对不同参数的校准，例如传感器的失调或斜率。12 位分辨率提供 4096 个输出级。若采用 $4.096V V_{REF}$ ，则 LSB 表示 1 mV 的分辨率。若需要更小的输出步长，则需要降低输出范围。

6.4.1.1 减小输出步长

若输出范围相对于 AV_{SS} 减小，则简单地减小 V_{REF} 则可以缩短输出步长。若应用中需要对连接到 AV_{SS} 或 V_{REF} 的二极管、三极管或电阻门限进行校准，则可能需要 0.8V 的门限范围，以提供 200 μV 的分辨率。可采用两种通用的方法来实现 0.8V 的范围：将 V_{REF} 降低到 0.82V 或在 DAC 输出端采用分压器。如 V_{REF} 提供所需的输出值，则应选用 V_{REF} 方法。在需要很低的 V_{REF} 或所需的输出电压无法提供时，分压器方法则提供了很多优点。此时，使用较大值的 V_{REF} ，而使用两个电阻将输出范围降低到所需的精密电压级。使用普通的 V_{REF} 输出具有可用性和成本优势。例 6-1 说明了这个概念。留意电压分压器可连接到 AV_{SS} 或 V_{REF} ，取决于应用的需求。

MCP492X 的低 ± 0.75 （最大值）DNL 性能可以满足生产中校准精度的要求。



例 6-1: 设定点或门限校准

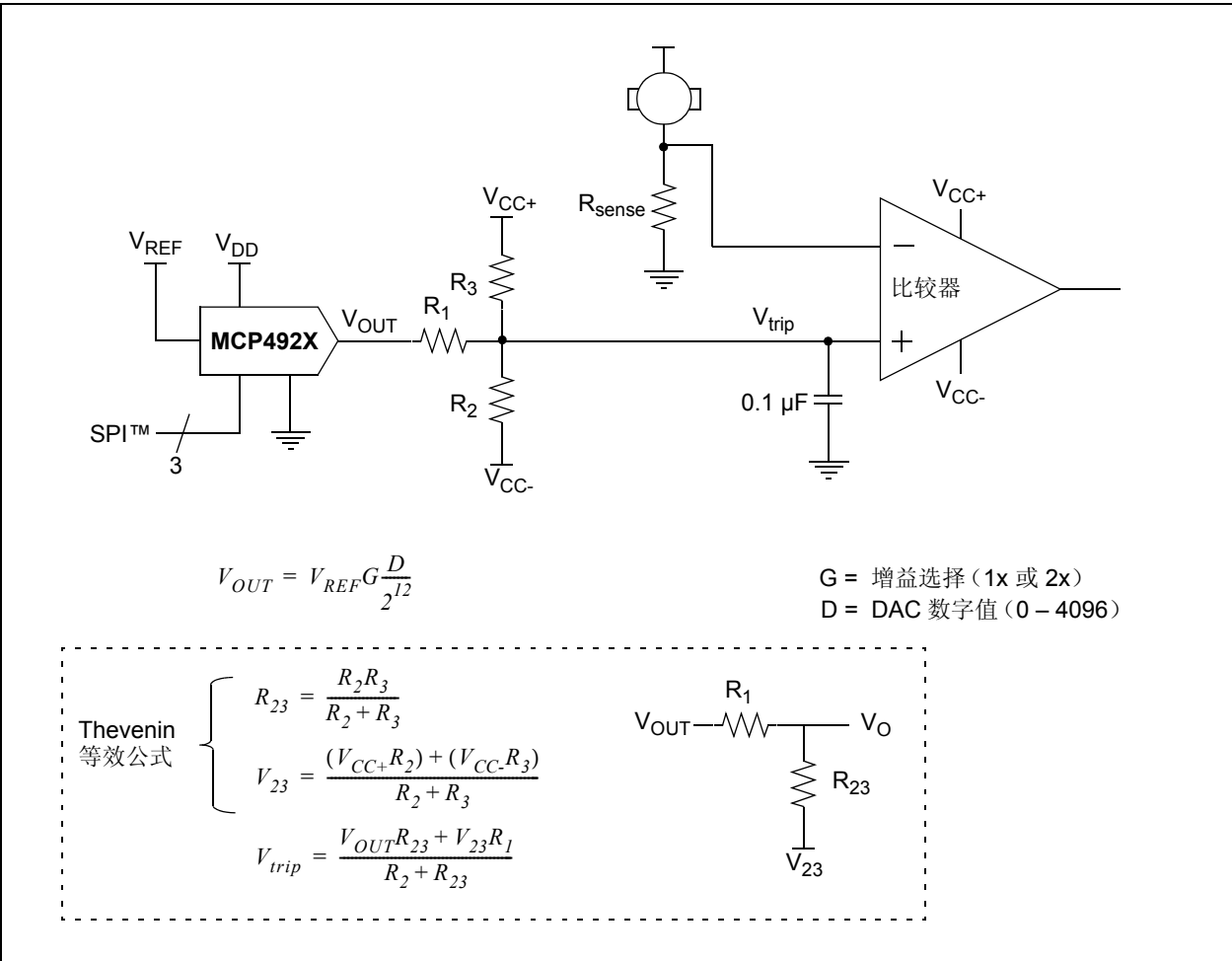
MCP4921/4922

6.4.1.2 设计“窗口”DAC

当校准传感器的设定或门限时，传感器很少用到DAC的整个输出范围。若LSB大小足够满足应用精度的要求，则毫无疑问是以牺牲分辨率为代价。若需要更高的精度，则需要所需的门限附近减小输出范围，以进一步提高分辨率。若门限值不是接近于 V_{REF} 或 AV_{SS} ，

则在门限值附近设置一个“窗口”将会有很多好处。创建“窗口”最简单的方式是使用具有上拉和下拉电阻的分压器网络。例 6-2 和例 6-4 说明了这一概念。

MCP492X 系列的低 ± 0.75 （最大值）DNL 性能可以满足生产中校准精度的要求。

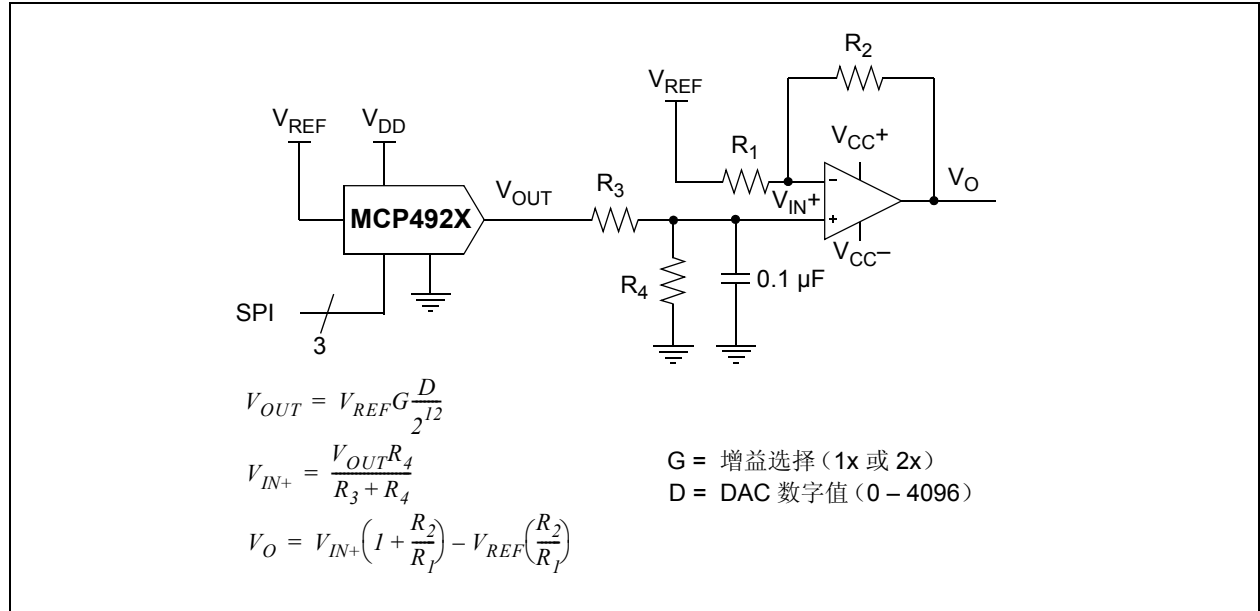


例 6-2: 单电源“窗口”DAC

6.5 双极性工作

通过使用 MCP492X 和外部运算放大器（运放）可实现双极性工作。由于有各种类型的运放可供选择，这种配置具有可行性。这使得通用 DAC 在其成本和易购买方面极具优势的情况下，还能满足各种输出电压范围、功耗和噪声性能的需求。

例 6-3 说明了简单的双极性电压源配置。 R_1 和 R_2 用于设置所选的增益， R_3 和 R_4 用于将 DAC 输出平移到选定的电平。请注意如果需要更高的电平， R_4 也可以连接到 V_{REF} ，而不是 AV_{SS} 。如果需要更高电平，可替换 R_4 ，将其上拉到 V_{REF} 。



例 6-3: 数字控制的双极性电压源

6.5.1 运用例 6-3 设计双极性 DAC

若特定的应用需要 1 mV 输出步进幅度和 $\pm 2.05V$ 的输出范围。

1. 计算范围: $+2.05V - (-2.05V) = 4.1V$ 。

2. 计算所需的分辨率:

$$4.1V / 1 \text{ mV} = 4100$$

由于 $2^{12} = 4096$ ，因此需要 12 位分辨率。

3. 为实现双极性工作，运放的增益 (R_2/R_1) 乘以 V_{REF} 必须等于所需的最小输出。通过选择电阻值 (R_1+R_2) 来实现所需的增益。首先需选择 V_{REF} 值。若使用 4.1V 的 V_{REF} ，将 DAC 设定为 0，则可得到运放的增益。由于所需的输出为 -2.05V。则公式可简化为:

$$\frac{-R_2}{R_1} = \frac{-2.05}{V_{REF}} = \frac{-2.05}{4.1} \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$$

若 $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ 和 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ，则增益为 0.5。

4. 下一步，设定 DAC 为 4096，则可得到 R_3 和 R_4 。已知所需的输出为 +2.05V。

$$\frac{R_4}{(R_3 + R_4)} = \frac{2.05V + 0.5V_{REF}}{1.5V_{REF}} = \frac{2}{3}$$

若 $R_4 = 20 \text{ k}\Omega$ ，则 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$

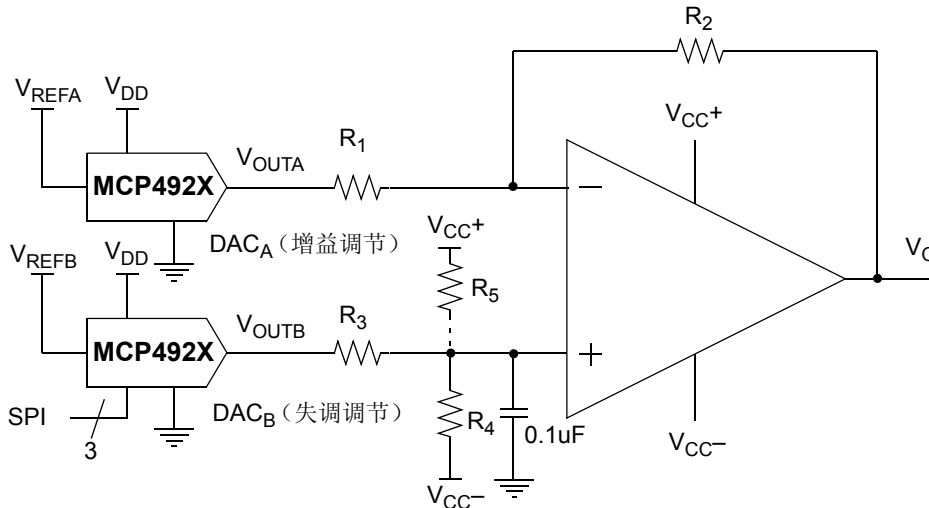
MCP4921/4922

6.6 使用双路DAC实现可选择增益和失调的双极性电压输出

在一些应用中，需要对所需的输出范围进行精密的数字控制。例 6-4 说明了如何利用 MCP4922 在双极性或单电源应用中实现此目的。

此电路通常使用于复用器模式，最适合于对斜率和失调变化的传感器进行线性化。请参见第 6.9 节“使用复用器模式”获取更多关于复用器模式的信息。

如果增加 R_3 、 R_4 和 R_5 ，则等效于实现了双极性的“窗口”DAC。



$$V_{OUTB} = (V_{REFB} G_B) \frac{D_B}{2^{12}}$$

$$V_{OUTA} = (V_{REFA} G_A) \frac{D_A}{2^{12}}$$

$$V_{IN+} = \frac{V_{OUTB} R_4 + V_{CC-} R_3}{R_3 + R_4}$$

$$V_O = \underbrace{V_{IN+} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)}_{\text{失调调节}} - \underbrace{V_{OUTA} \left(\frac{R_2}{R_1} \right)}_{\text{增益调节}}$$

$$AV_{SS} = \text{GND}$$

$$G = \text{增益选择 (1x 或 2x)}$$

$$D = \text{DAC 数字值 (0 - 4096)}$$

使用 R_4 和 R_5 实现双极性“窗口”DAC

$$\text{Thevenin 等效公式} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{45} = \frac{V_{CC+} R_4 + V_{CC-} R_5}{R_4 + R_5} \\ R_{45} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} \end{array} \right.$$

$$V_{IN+} = \frac{V_{OUTB} R_{45} + V_{45} R_3}{R_3 + R_{45}}$$

$$V_O = \underbrace{V_{IN+} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)}_{\text{失调调节}} - \underbrace{V_{OUTA} \left(\frac{R_2}{R_1} \right)}_{\text{增益调节}}$$

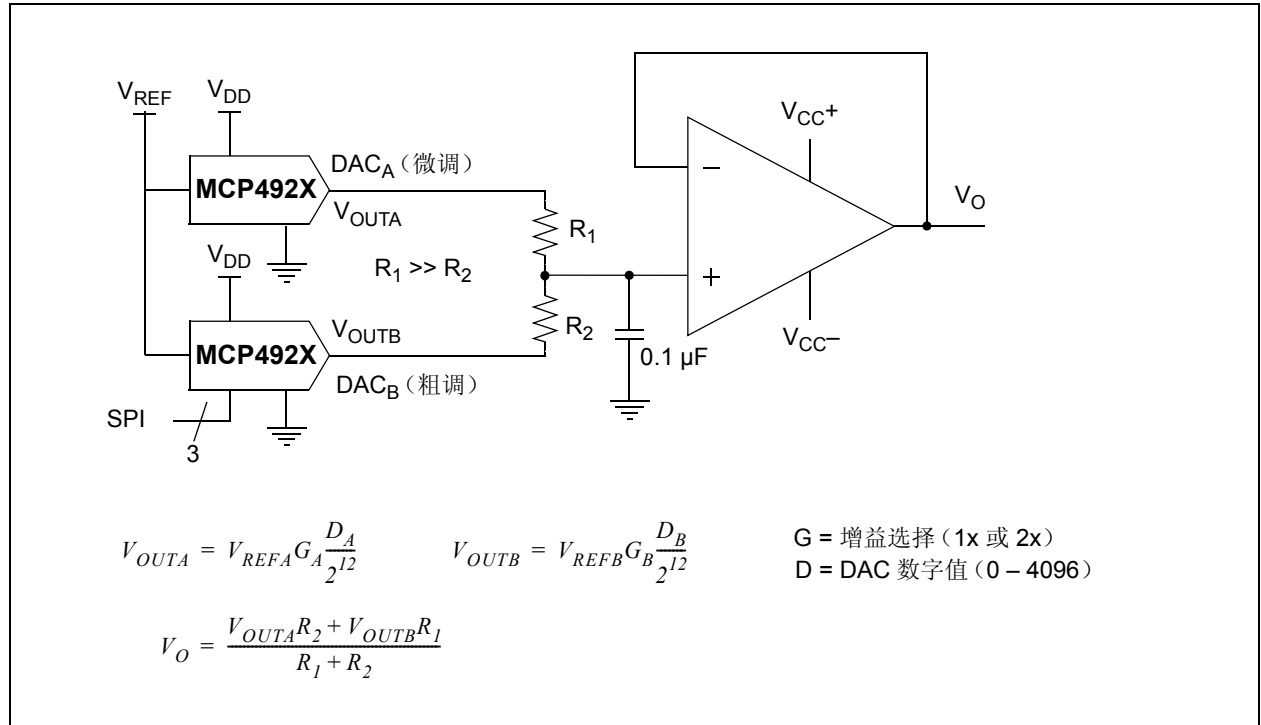
例 6-4: 具有可选择增益和失调的双极性电压源

6.7 使用双路 DAC 设计双精度 DAC

例 6-5 说明了如何利用双路 12 位 DAC 来实现分辨率高达 24 位的单电源电压输出。此设计采用简单的分压器和输出缓冲器。

作为示例，若与第 6.5.1 节“运用例 6-3 设计双极性 DAC”类似的应用需要 $1\mu\text{V}$ 的分辨率，而不是 1mV ，输出范围为 0V 至 4.1V ，则 12 位分辨率不能满足需求。

1. 计算所需的分辨率：
 $4.1\text{V}/1\mu\text{V} = 4.1\text{e}06$ 。由于 $2^{22} = 4.2\text{e}06$ ，则需要 22 位分辨率。由于 $\text{DNL} = \pm 0.75\text{LSB}$ ，则此设计考虑使用 MCP492X。
2. 由于 DAC_B 的 V_{OUTB} 具有 1mV 的分辨率，其输出需要缩小 $1/1000$ 才能满足 $1\mu\text{V}$ 的设计目标。将 V_{OUTA} 值除以 1000 从而允许应用来补偿 DAC_B 的 DNL 误差。
3. 若 R_2 为 100Ω ，则 R_1 为 $100\text{k}\Omega$ 。
4. 所得的传递函数不完全呈现线性，如例 6-5 中公式所示。

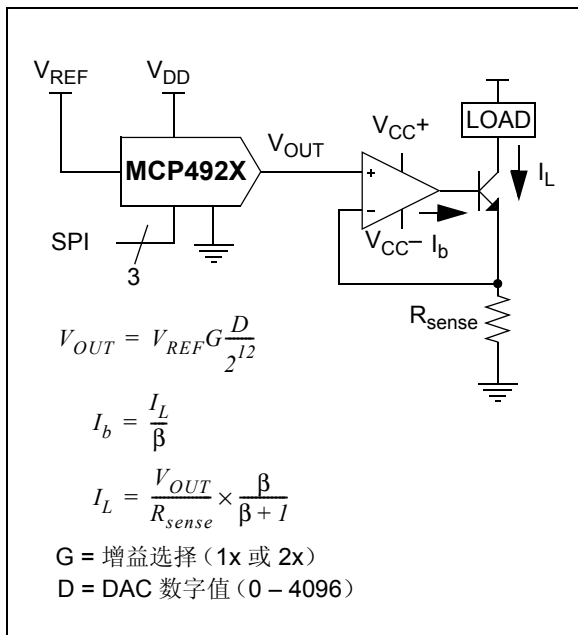


例 6-5: 简单的双精度 DAC

6.8 设计可编程电流源

例 6-6 显示电路为电压跟随器设计变化而来，其中检测电阻用于将 DAC 输出电压转换成数字可选择的电流源。

在本应用中，将例 6-2 中的电阻网络加入其中会带来许多好处。 R_{sense} 越小，其消耗的功率就越少。然而这也减小了可控制电流的分辨率。分压器或“窗口”DAC 配置允许减小输出范围，同时所需范围内增加分辨率。对于传感器电压很小的情况，存储已知传感器条件下的 DAC 设定值则可消除运放失调误差导致的影响。



例 6-6: 数字控制电流源

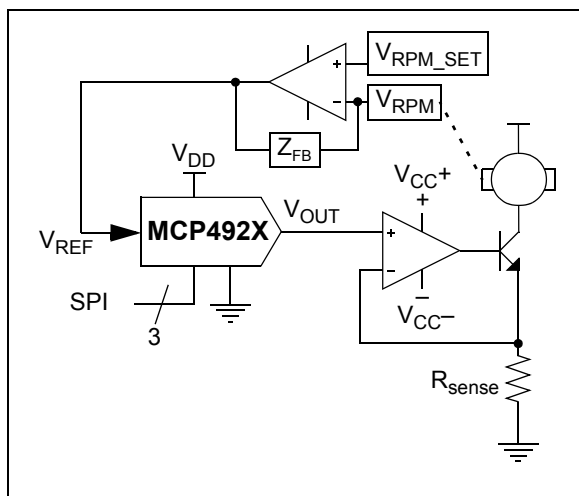
6.9 使用复用器模式

在信号链中，MCP492X 特别适合用于复用器 / 分压器。通用的应用包括：精密可编程增益 / 衰减放大器和回路控制（电机反馈）。宽输入范围（ $0V - V_{DD}$ ）采用未缓冲模式，在缓冲模式下接近轨对轨范围。> 400 kHz 带宽，可选择 1x/2x 增益和低功耗提供最大的灵活性从而满足应用的需求。

若将 MCP492X 配置成复用器模式，连接输入信号到 V_{REF} ，接着配置 DAC 输入缓冲器、增益和输出值。DAC 的输出可采用例 6-1 至例 6-6 中的任意配置来实现，前提是要满足应用的需求。例 6-7 显示了在电机反馈控制回路中 DAC 的工作。

若增益选择位配置成 1x 模式 ($\overline{GA} = 1$)，导致输入信号衰减 $D/4096$ 倍。若增益选择位配置成 2x 模式 ($\overline{GA} = 0$)，则代码 < 2048 将衰减信号，而代码 > 2048 将放大信号。 $V_{OUT} = V_{IN} (D/2048)$ 。

与典型的可编程增益放大器相比，12 位 DAC 提供更高的增益 / 衰减分辨率。如例 6-2 至例 6-6 中所描绘的那样，增加一个输出放大器，可扩展输出范围，同时满足应用的精度需求。



例 6-7: 复用器模式

7.0 开发工具支持

7.1 评估板和演示板

混合信号 PICtail™ 演示板支持 MCP492X 系列器件。浏览 www.microchip.com 获取有关此产品功能和供货情况的更多信息。

7.2 应用笔记和技术小册子

计划提供展示 MCP492X 系列器件性能和实现方案的应用笔记，但当前暂未发布。浏览 www.microchip.com 以获取更多信息。

MCP4921/4922

8.0 封装信息

8.1 封装标识信息

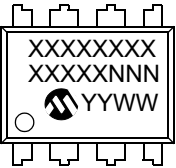
8 引脚 MSOP



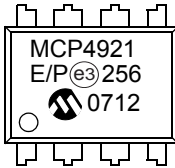
示例：



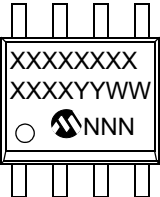
8 引脚 PDIP (300 mil)



示例：



8 引脚 SOIC (150 mil)



示例：

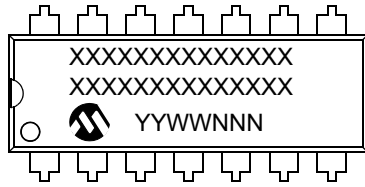


图例：	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码（公历年份的最后一位数字）
	YY	年份代码（公历年份的最后两位数字）
	WW	星期代码（一月一日的星期代码为 01）
	NNN	按字母数字排序的追踪代码
	(e3)	雾锡（Sn）的 JEDEC 无铅标志。表示无铅封装。
	*	JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。

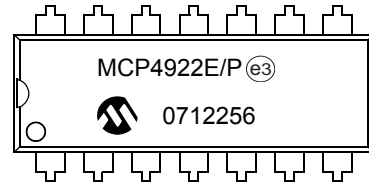
注：Microchip 元器件编号如果无法在同一行内完整标注，将换行标出，因此会限制客户指定信息的可用字符数。

封装标识信息（续）

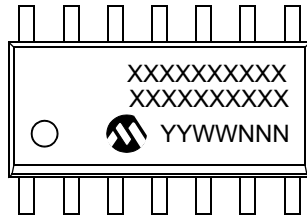
14 引脚 PDIP (300 mil)



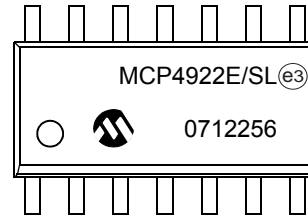
示例：



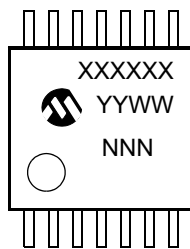
14 引脚 SOIC (150 mil)



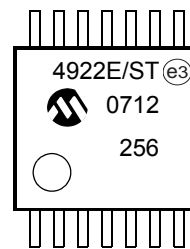
示例：



14 引脚 TSSOP



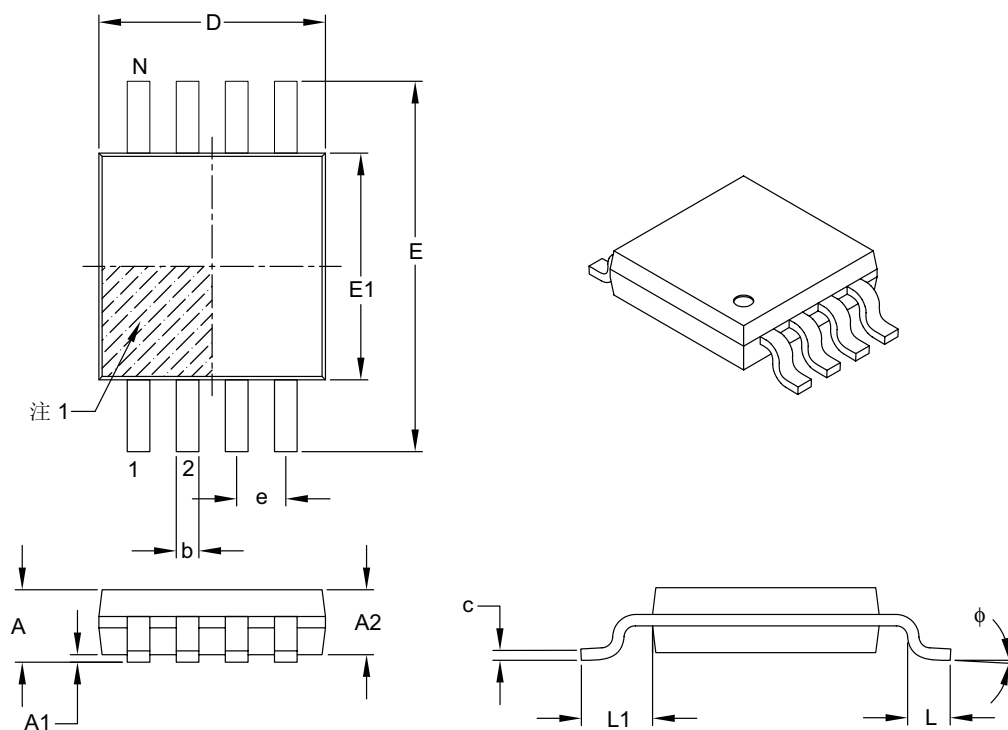
示例：



MCP4921/4922

8 引脚塑封微小外形封装 (MS) [MSOP]

注 最新的封装图, 请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 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	φ	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。

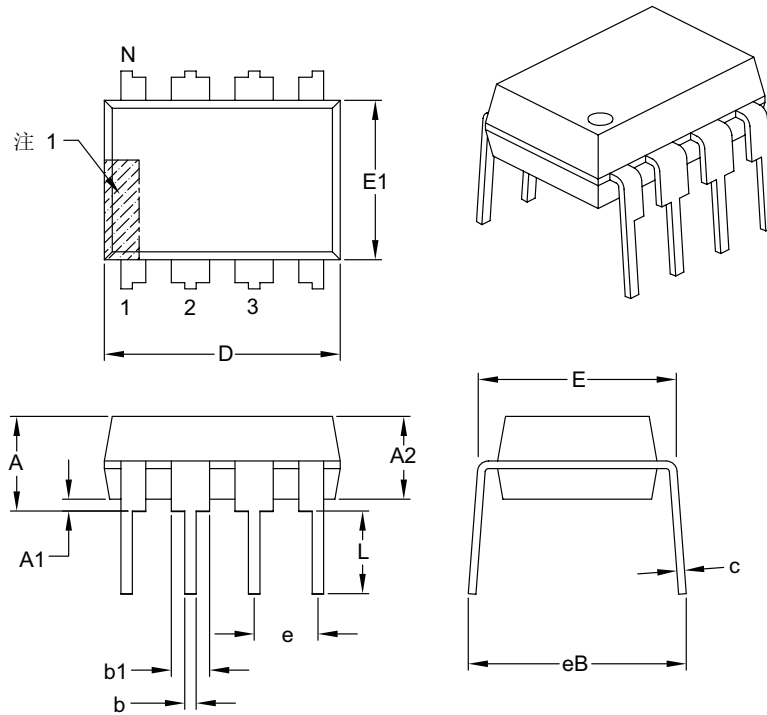
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不含公差。

REF: 参考尺寸。通常也不包含公差, 仅供参考。

Microchip Technology 图号 C04-111B

8 引脚塑封双列直插式 (P) 封装 —— 主体 300 mil [PDIP]

注 最新的封装图, 请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 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:

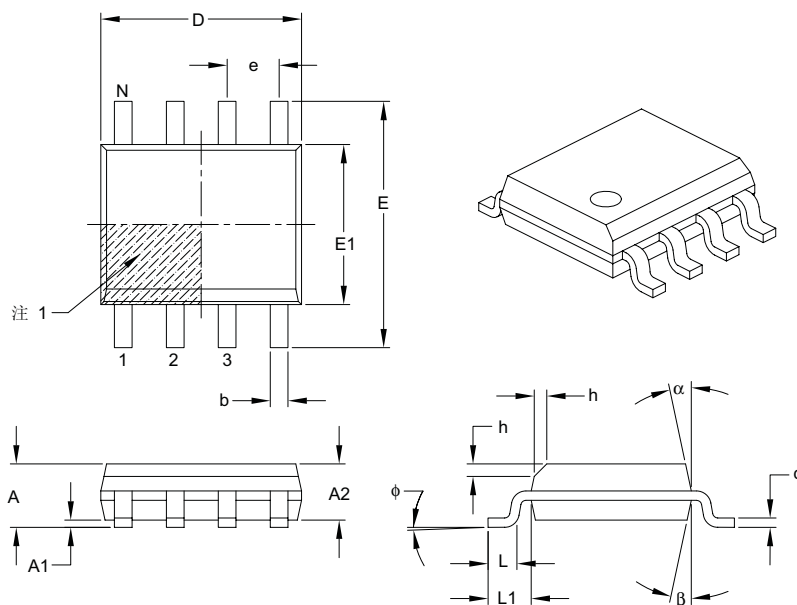
1. 引脚1定位特性可能有变化, 但一定位于阴影区域内。
2. § 重要特性。
3. 尺寸D和E1不包括塑模毛边和突起。塑模每侧的毛边和突起不得超过0.010英寸。
4. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-018B

MCP4921/4922

8 引脚塑封窄条小外形封装 (SN) —— 主体 3.90 mm[SOIC]

注 最新的封装图, 请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 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	φ	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	α	5°	—	15°
塑模底部锥度	β	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。

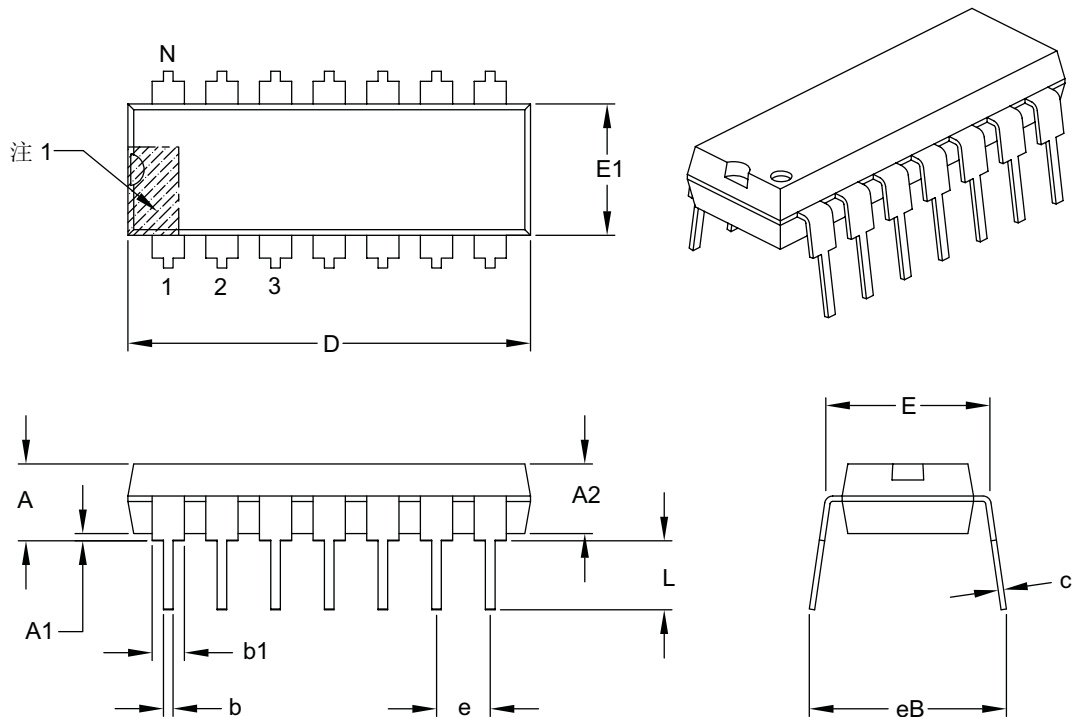
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

REF: 参考尺寸。仅供参考, 通常不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-057B

14 引脚塑封双列直插式 (P) 封装 —— 主体 300 mil [PDIP]

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



单位	尺寸范围	英寸		
		最小	正常	最大
引脚数	N	14		
引脚间距	e	.100 BSC		
塑模上部到定位面距离	A	—	—	.210
塑模封装厚度	A2	.115	.130	.195
塑模底部到定位面距离	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	.735	.750	.775
引脚尖到定位面距离	L	.115	.130	.150
引脚厚度	c	.008	.010	.015
引脚上部宽度	b1	.045	.060	.070
引脚下部宽度	b	.014	.018	.022
两列引脚最大间距 §	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。

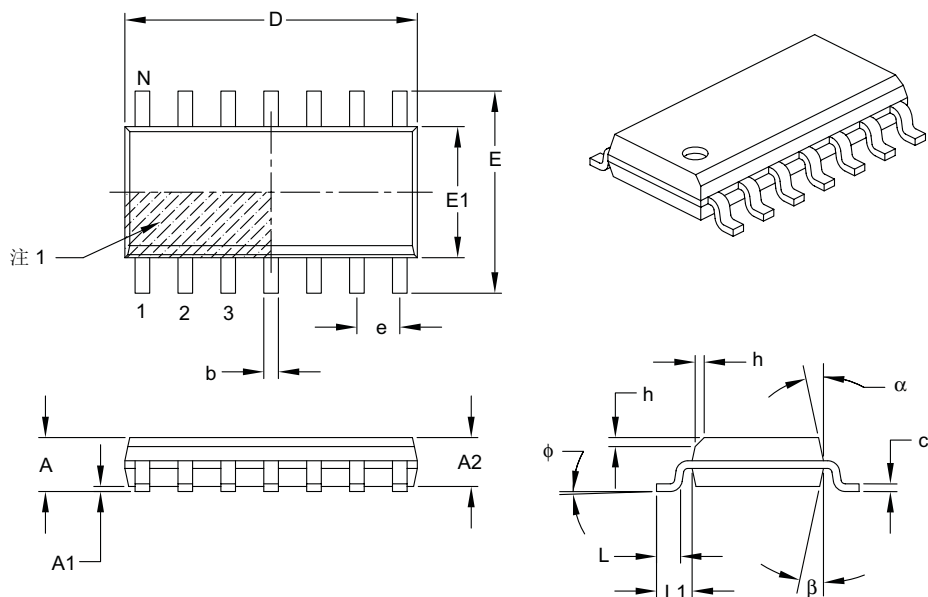
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-005B

MCP4921/4922

14 引脚塑封窄条小外形 (SL) 封装 —— 主体 3.90 mm[SOIC]

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



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	14		
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	8.65 BSC		
塑模斜边投影距离 (可选)	h	0.25	—	0.50
底脚长度	L	0.40	—	1.27
引脚投影长度	L1	1.04 REF		
底脚倾角	φ	0°	—	8°
引脚厚度	c	0.17	—	0.25
引脚宽度	b	0.31	—	0.51
塑模顶部倾角	α	5°	—	15°
塑模底部倾角	β	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。

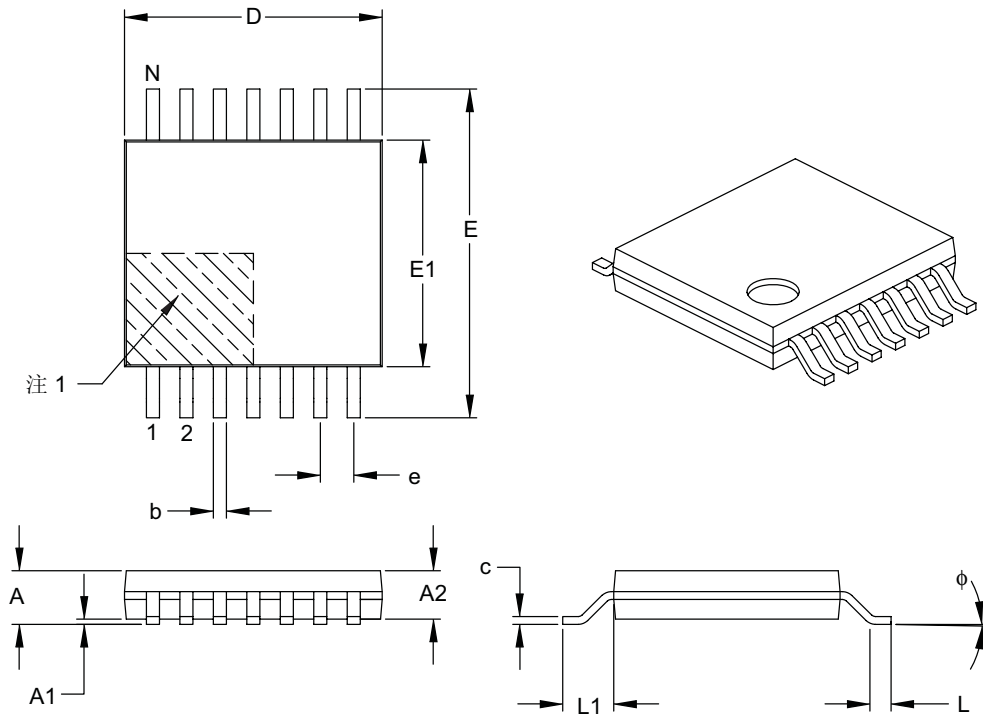
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包括公差。

REF: 参考尺寸。仅供参考, 通常不包括公差。

Microchip Technology 图号 C04-065B

14 引脚塑封薄型缩小外形 (ST) 封装 —— 主体 4.4 mm [TSSOP]

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



尺寸范围	单位	毫米		
		最大	正常	最小
引脚数	N	14		
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	4.90	5.00	5.10
底脚长度	L	0.45	0.60	0.75
引脚投影长度	L1	1.00 REF		
底脚倾角	φ	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 C04-087B

注:

附录 A: 版本历史

版本 B (2007 年 2 月)

本版本包括对封装图的更新。

注:

产品标识体系

如欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号		X	XXX
器件		温度范围	封装
器件：		MCP4921：带 SPI 接口的 12 位 DAC MCP4921T：带 SPI 接口的 12 位 DAC（卷带式）（SOIC 和 MSOP） MCP4922：带 SPI 接口的 12 位 DAC MCP4922T：带 SPI 接口的 12 位 DAC（卷带式）（SOIC 和 MSOP）	
温度范围：		E = -40°C 至 +125°C	
封装：		MS = 塑封 MSOP，8 引脚 P = 塑封 DIP（主体 300 mil），8 引脚，14 引脚 SN = 塑封 SOIC（主体 150 mil），8 引脚 SL = 塑封 SOIC（主体 150 mil），14 引脚 ST = 塑封 TSSOP（主体 4.4mm），14 引脚	
			示例： a) MCP4921T-E/SN：卷带式 扩展级温度， 8 引脚 SOIC 封装 b) MCP4921T-E/MS：卷带式 扩展级温度， 8 引脚 MSOP 封装 c) MCP4921-E/SN：扩展级温度， 8 引脚 SOIC 封装 d) MCP4921-E/MS：扩展级温度， 8 引脚 MSOP 封装 e) MCP4921-E/P：扩展级温度， 8 引脚 PDIP 封装 a) MCP4922T-E/SL：卷带式 扩展级温度， 14 引脚 SOIC 封装 b) MCP4922T-E/ST：卷带式 扩展级温度， 14 引脚 TSSOP 封装 c) MCP4922-E/P：扩展级温度， 14 引脚 PDIP 封装 d) MCP4922-E/SL：扩展级温度， 14 引脚 SOIC 封装 e) MCP4922-E/ST：扩展级温度， 14 引脚 TSSOP 封装

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。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, 不得暗中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、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC、SmartShun 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEEVAL、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、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC³² 徽标、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、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。

© 2008, 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[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、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。



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

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

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

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

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

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

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

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 - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

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

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

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

01/02/08