

10 MHz、12V 运放

特性：

- 输入失调电压：±1 mV（典型值）
- 静态电流：2 mA（典型值）
- 共模抑制比：98 dB（典型值）
- 电源抑制比：94 dB（典型值）
- 轨到轨输出
- 供电电压范围：
 - 单电源工作：3.5V 至 12V
 - 双电源工作：±1.75V 至 ±6V
- 增益带宽积：10 MHz（典型值）
- 压摆率：10 V/μs（典型值）
- 单位增益稳定
- 扩展级温度范围：-40°C 至 +125°C
- 无相位反转

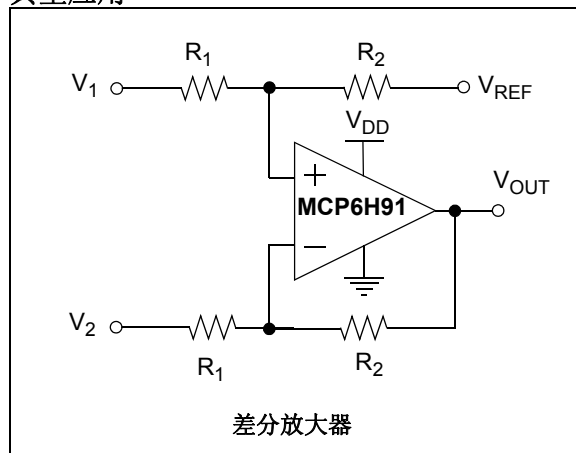
应用：

- 汽车电力电子
- 工业控制设备
- 电池供电系统
- 医学诊断仪器

设计辅助工具：

- SPICE 宏模型
- FilterLab® 软件
- MAPS（Microchip 高级器件选型器）
- 模拟演示板和评估板
- 应用笔记

典型应用

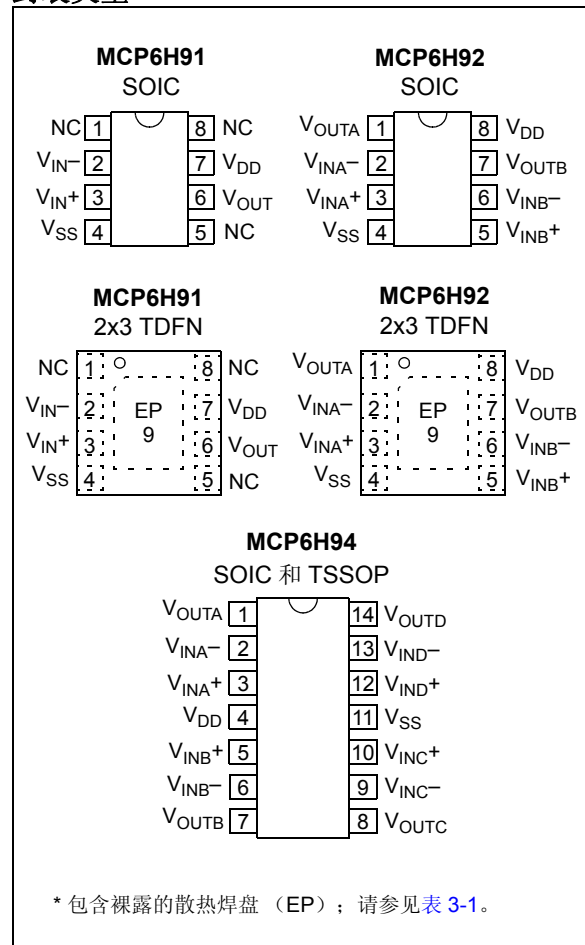


说明：

Microchip 的 MCP6H91/2/4 系列运算放大器（运放）具有 3.5V 至 12V 的宽供电电压范围，支持轨到轨输出操作。该系列单位增益稳定，增益带宽积为 10 MHz（典型值）。这些器件使用最高 12V 的单供电电压工作，同时仅消耗每放大器 2 mA 的静态电流（典型值）。

MCP6H91/2/4 系列提供了单路（MCP6H91）、双路（MCP6H92）和四路（MCP6H94）配置。所有器件均针对 -40°C 至 +125°C 的扩展级温度范围进行了详细规定。

封装类型



MCP6H91/2/4

注:

1.0 电气特性

1.1 绝对最大额定值 †

$V_{DD} - V_{SS}$	13V
输入引脚上的电流	± 2 mA
模拟输入 (V_{IN+} 和 V_{IN-}) ††	$V_{SS} - 1.0V$ 至 $V_{DD} + 1.0V$
所有其他输入和输出	$V_{SS} - 0.3V$ 至 $V_{DD} + 0.3V$
输入电压差	$V_{DD} - V_{SS}$
输出短路电流	连续
输出和电源引脚上的电流	± 65 mA
储存温度	-65°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
最高结温 (T_J)	$+150^{\circ}\text{C}$
所有引脚上的 ESD 保护 (HBM; MM)	≥ 2 kV; 200V

† 注: 如果器件工作条件超过上述“绝对最大额定值”, 可能引起器件永久性损坏。这仅是极限参数, 我们不建议器件工作在极限值甚至超过上述极限值。器件长时间工作在额定最大值条件下, 其稳定性可能受到影响。

†† 请参见第 4.1.2 节“输入电压限制”。

直流电气规范

电气特性: 除非另外声明, 否则 $V_{DD} = +3.5V$ 至 $+12V$, $V_{SS} = \text{GND}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4V$, $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$, $V_L = V_{DD}/2$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L (见图 1-1)。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入失调						
输入失调电压	V _{OS}	-4	±1	+4	mV	
输入失调温度漂移	ΔV _{OS} /ΔT _A	—	±2.5	—	μV/°C	T _A = -40°C 至 +125°C
电源抑制比	PSRR	75	94	—	dB	
输入偏置电流和阻抗						
输入偏置电流	I _B	—	10	—	pA	
		—	400	—	pA	T _A = +85°C
		—	9	25	nA	T _A = +125°C
输入失调电流	I _{OS}	—	±1	—	pA	
共模输入阻抗	Z _{CM}	—	10 ¹³ 6	—	Ω pF	
差分输入阻抗	Z _{DIFF}	—	10 ¹³ 6	—	Ω pF	
共模						
共模输入电压范围	V _{CMR}	V _{SS} - 0.3	—	V _{DD} - 2.5	V	
共模抑制比	CMRR	75	91	—	dB	V _{CM} = -0.3V 至 1.0V, V _{DD} = 3.5V
		80	97	—	dB	V _{CM} = -0.3V 至 2.5V, V _{DD} = 5V
		80	98	—	dB	V _{CM} = -0.3V 至 9.5V, V _{DD} = 12V
开环增益						
直流开环增益（大信号）	A _{OL}	95	115	—	dB	0.2V < V _{OUT} < (V _{DD} - 0.2V)

MCP6H91/2/4

直流电气规范（续）

电气特性：除非另外声明，否则 $V_{DD} = +3.5V$ 至 $+12V$ ， $V_{SS} = GND$ ， $T_A = +25^{\circ}C$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4V$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L （见图 1-1）。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输出						
高电平输出电压	V_{OH}	3.490	3.495	—	V	$V_{DD} = 3.5V$ 0.5V 输入过驱动
		4.985	4.993	—	V	$V_{DD} = 5V$ 0.5V 输入过驱动
		11.970	11.980	—	V	$V_{DD} = 12V$ 0.5V 输入过驱动
低电平输出电压	V_{OL}	—	0.005	0.010	V	$V_{DD} = 3.5V$ 0.5V 输入过驱动
		—	0.007	0.015	V	$V_{DD} = 5V$ 0.5V 输入过驱动
		—	0.020	0.030	V	$V_{DD} = 12V$ 0.5V 输入过驱动
输出短路电流	I_{SC}	—	± 35	—	mA	$V_{DD} = 3.5V$
		—	± 41	—	mA	$V_{DD} = 5V$
		—	± 41	—	mA	$V_{DD} = 12V$
电源						
供电电压	V_{DD}	3.5	—	12	V	单电源工作
		± 1.75	—	± 6	V	双电源工作
每个放大器的静态电流	I_Q	—	2	2.8	mA	$I_O = 0$ ， $V_{CM} = V_{DD}/4$

交流电气规范

电气特性： 除非另外声明，否则 $T_A = +25^{\circ}C$ ， $V_{DD} = +3.5V$ 至 $+12V$ ， $V_{SS} = GND$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4V$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ （见图 1-1）。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
交流响应						
增益带宽积	GBWP	—	10	—	MHz	
相位裕度	PM	—	60	—	$^{\circ}C$	$G = +1V/V$
压摆率	SR	—	10	—	V/ μs	
噪声						
输入噪声电压	E_{ni}	—	10	—	$\mu Vp-p$	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz
输入噪声电压密度	E_{ni}	—	23	—	$nV/\sqrt{Hz}$	$f = 1\text{ kHz}$
		—	12	—	$nV/\sqrt{Hz}$	$f = 10\text{ kHz}$
输入噪声电流密度	i_{ni}	—	1.9	—	$fA/\sqrt{Hz}$	$f = 1\text{ kHz}$

温度规范

电气特性: 除非另外声明, 否则 $V_{DD} = +3.5V$ 至 $+12V$, $V_{SS} = GND$ 。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工作温度范围	T_A	-40	—	+125	°C	注 1
储存温度范围	T_A	-65	—	+150	°C	
封装热阻						
热阻, 8 引脚 2x3 TDFN	θ_{JA}	—	52.5	—	°C/W	
热阻, 8 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	149.5	—	°C/W	
热阻, 14 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	95.3	—	°C/W	
热阻, 14 引脚 TSSOP	θ_{JA}	—	100	—	°C/W	

注 1: 内部结温 (T_J) 不得超出绝对最大结温规范 ($+150^{\circ}C$)。

1.2 测试电路

图 1-1 显示了用于大多数直流和交流测试的电路。该电路可以独立地设置 V_{CM} 和 V_{OUT} (见公式 1-1)。请注意, V_{CM} 不是电路的共模电压 ($(V_P + V_M)/2$), 并且 V_{OST} 包括 V_{OS} 加上温度、CMRR、PSRR 和 A_{OL} (对于输入失调误差, V_{OST}) 产生的影响。

公式 1-1:

$$G_{DM} = R_F / R_G$$
$$V_{CM} = (V_P + V_{DD}/2) / 2$$
$$V_{OST} = V_{IN-} - V_{IN+}$$
$$V_{OUT} = (V_{DD}/2) + (V_P - V_M) + V_{OST} \cdot (1 + G_{DM})$$

其中:

G_{DM} = 差模增益 (V/V)

V_{CM} = 运放的共模输入电压 (V)

V_{OST} = 运放的总输入失调电压 (mV)

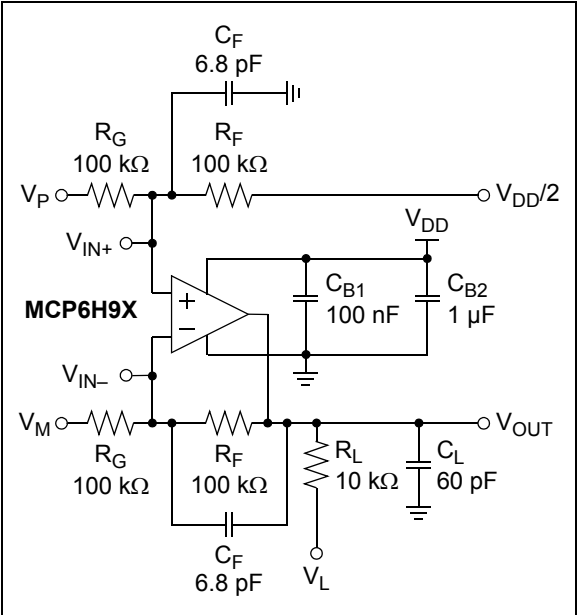


图 1-1: 大多数规范值的交流和直流测试电路

MCP6H91/2/4

注:

2.0 典型性能曲线

注：以下图表来自有限数量样本的统计结果，仅供参考。此处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，超出了规定的电源范围），因此不在担保范围内。

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{V}$ 至 $+12\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

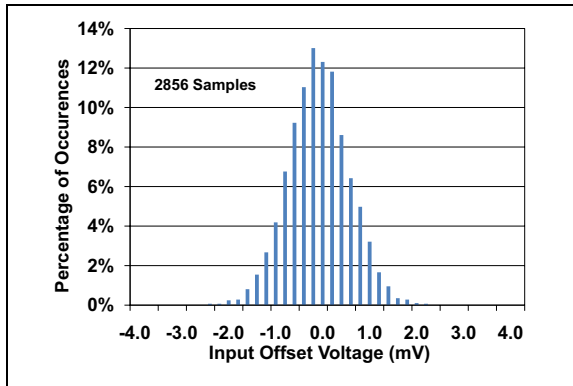


图 2-1: 输入失调电压

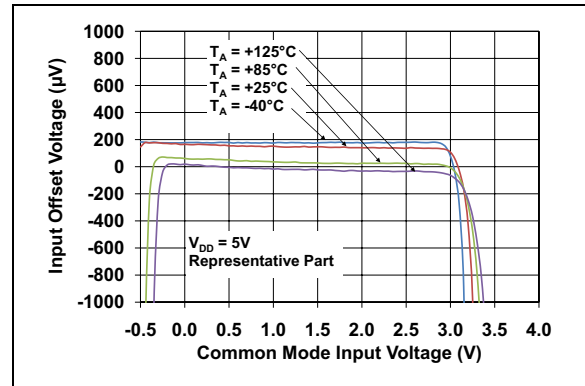


图 2-4: 输入失调电压—共模输入电压曲线

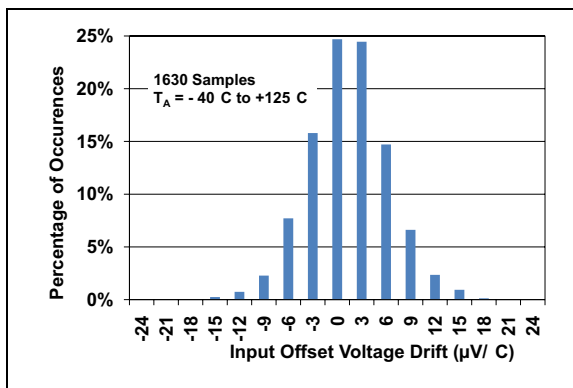


图 2-2: 输入失调电压漂移

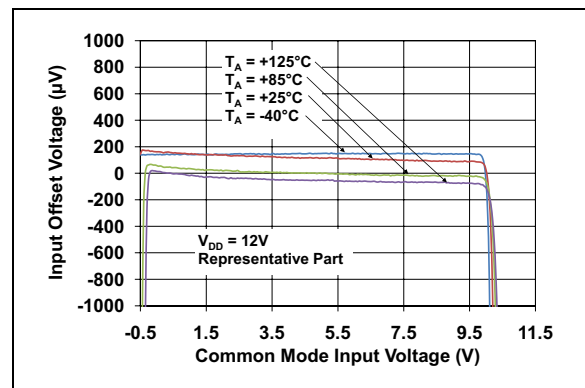


图 2-5: 输入失调电压—共模输入电压曲线

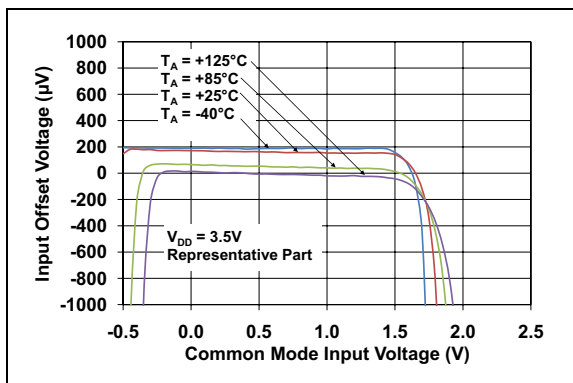


图 2-3: 输入失调电压—共模输入电压曲线

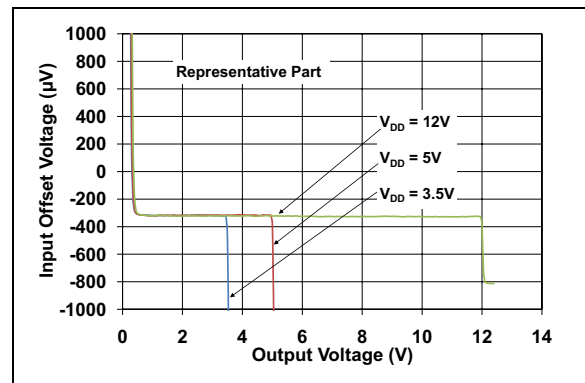


图 2-6: 输入失调电压—输出电压曲线

MCP6H91/2/4

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{V}$ 至 $+12\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

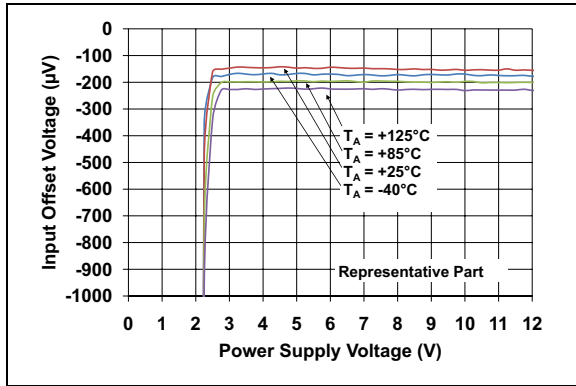


图 2-7: 输入失调电压—电源电压曲线

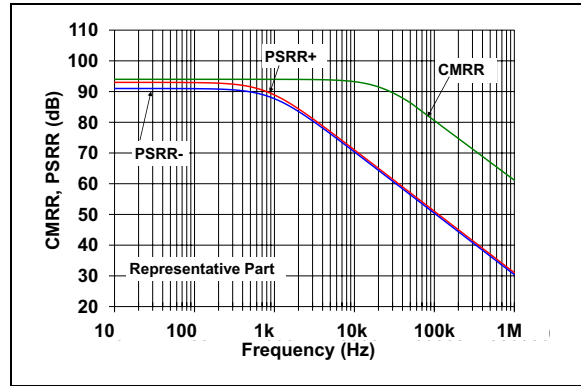


图 2-10: CMRR 和 PSRR—频率曲线

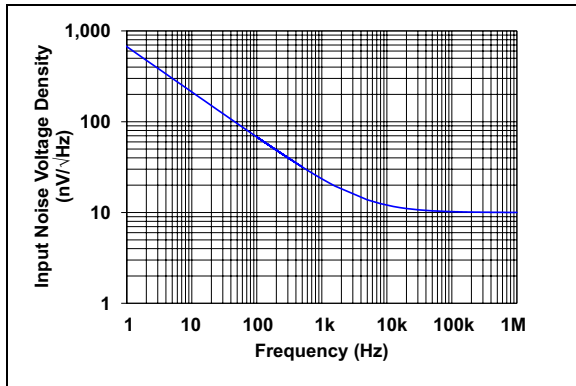


图 2-8: 输入噪声电压密度—频率曲线

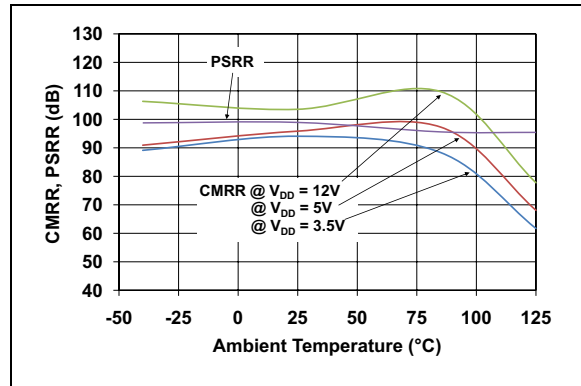


图 2-11: CMRR 和 PSRR—环境温度曲线

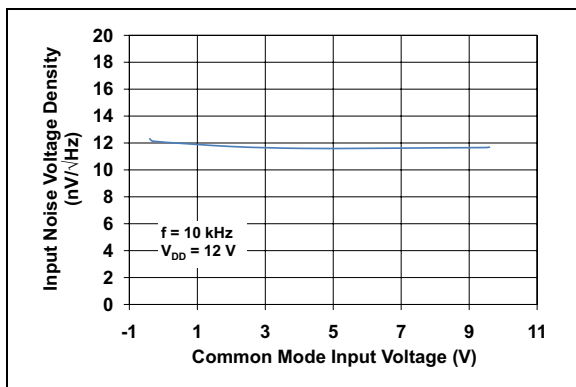


图 2-9: 输入噪声电压密度—共模输入电压曲线

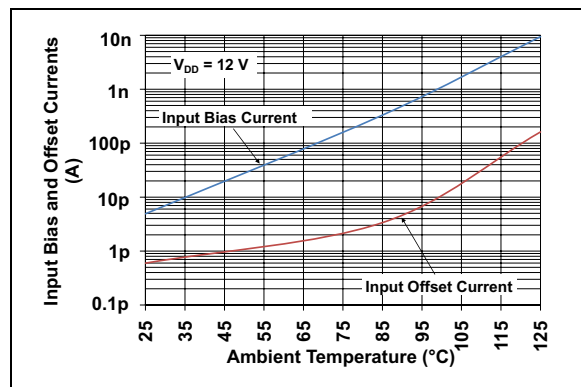


图 2-12: 输入偏置和失调电流—环境温度曲线

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{V}$ 至 $+12\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

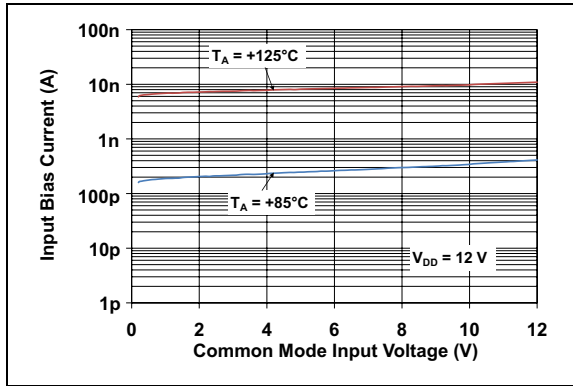


图 2-13: 输入偏置电流—共模输入电压曲线

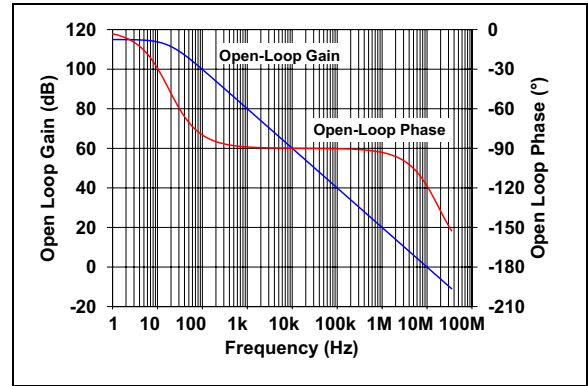


图 2-16: 开环增益和相位—频率曲线

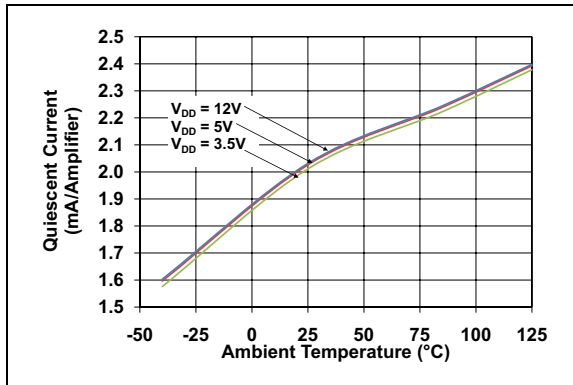


图 2-14: 静态电流—环境温度曲线

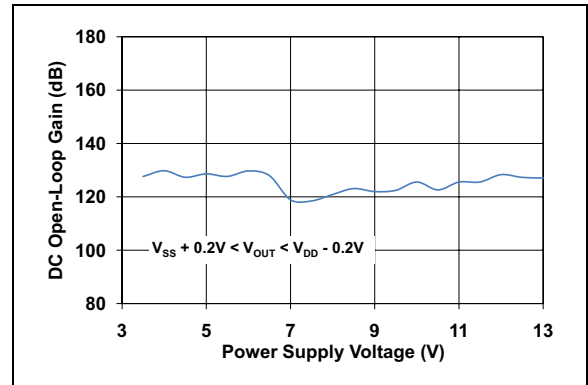


图 2-17: 直流开环增益—电源电压曲线

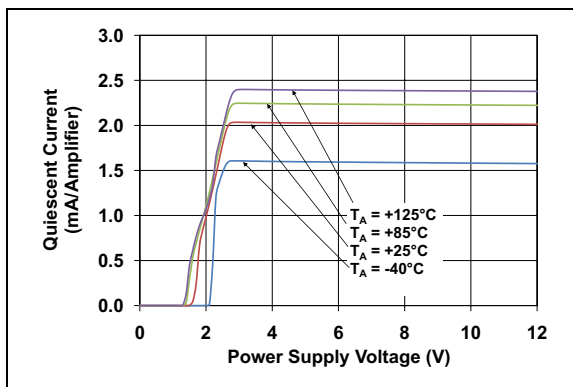


图 2-15: 静态电流—电源电压曲线

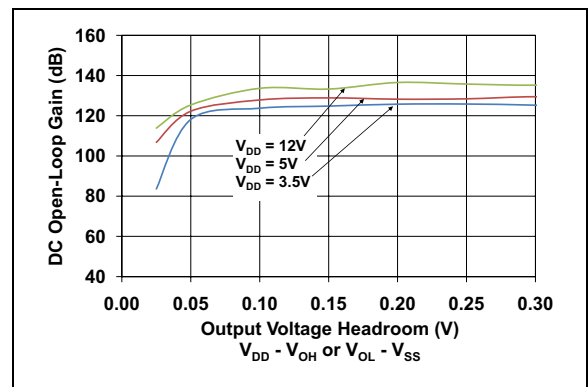


图 2-18: 直流开环增益—输出电压裕度曲线

MCP6H91/2/4

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{V}$ 至 $+12\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

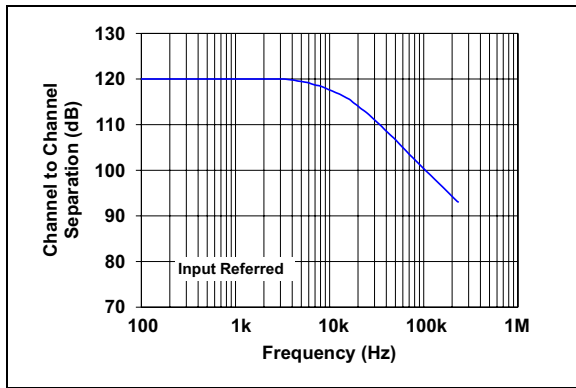


图 2-19: 通道对通道隔离—频率曲线
(仅限 MCP6H92)

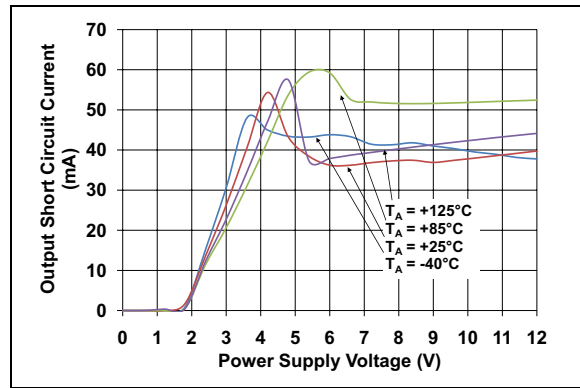


图 2-22: 输出短路电流—电源电压曲线

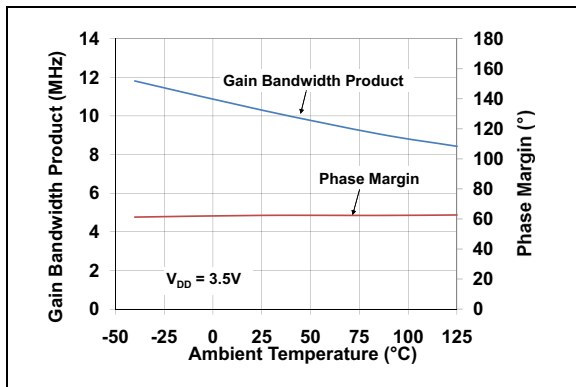


图 2-20: 增益带宽积和相位裕度—环境温度曲线

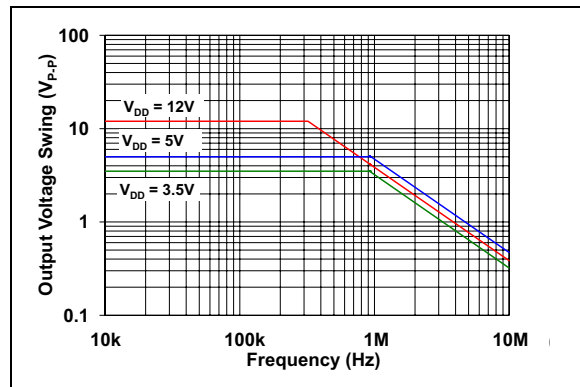


图 2-23: 输出电压摆幅—频率曲线

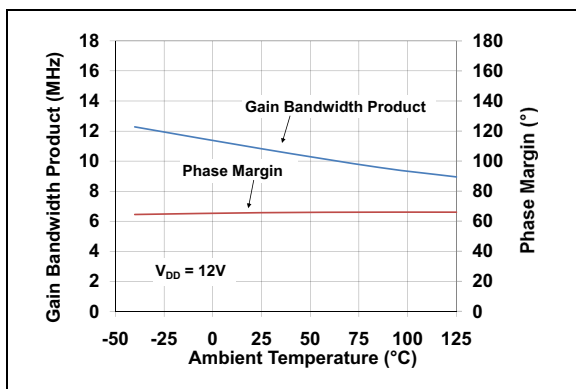


图 2-21: 增益带宽积和相位裕度—环境温度曲线

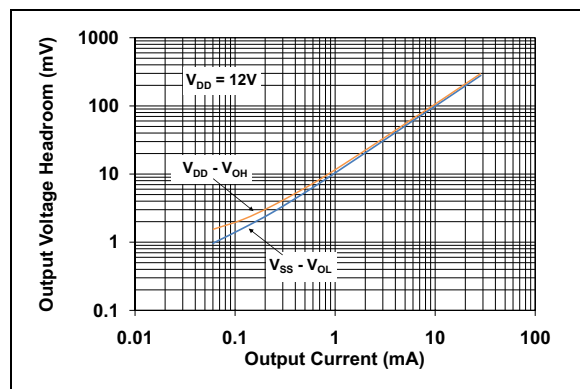


图 2-24: 输出电压裕度—输出电流曲线

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{V}$ 至 $+12\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

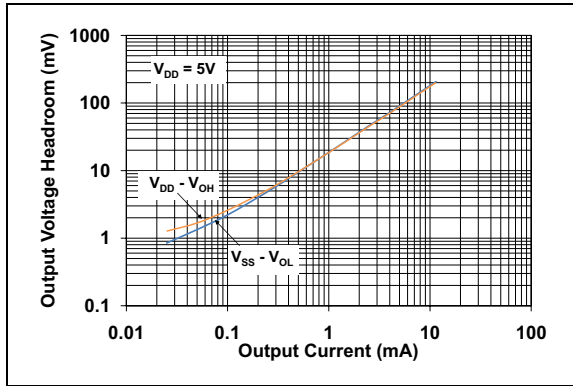


图 2-25: 输出电压裕度—输出电流曲线

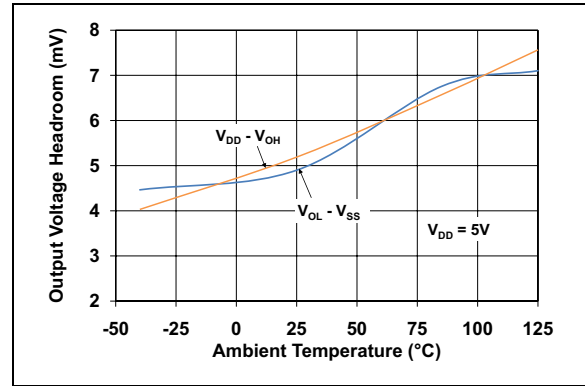


图 2-28: 输出电压裕度—环境温度曲线

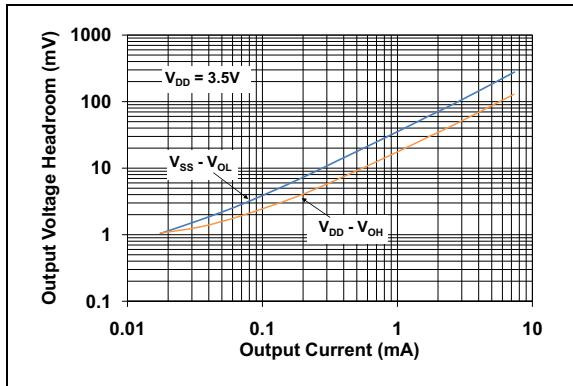


图 2-26: 输出电压裕度—输出电流曲线

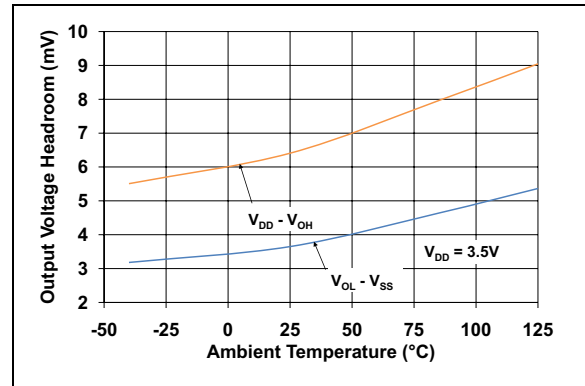


图 2-29: 输出电压裕度—环境温度曲线

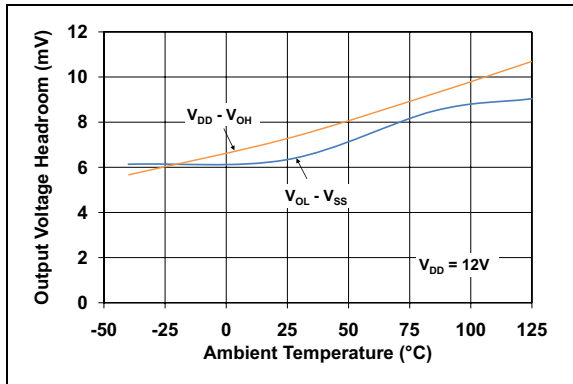


图 2-27: 输出电压裕度—环境温度曲线

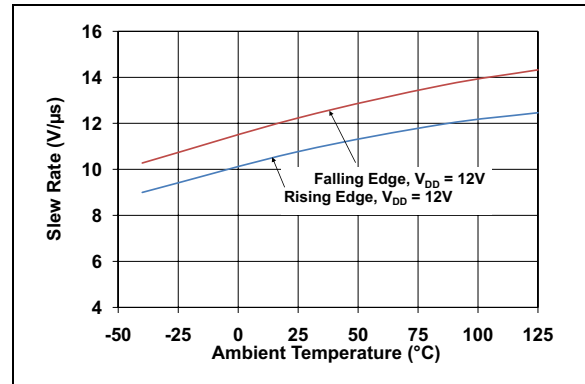


图 2-30: 压摆率—环境温度曲线

MCP6H91/2/4

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{ V}$ 至 $+12\text{ V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{ V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

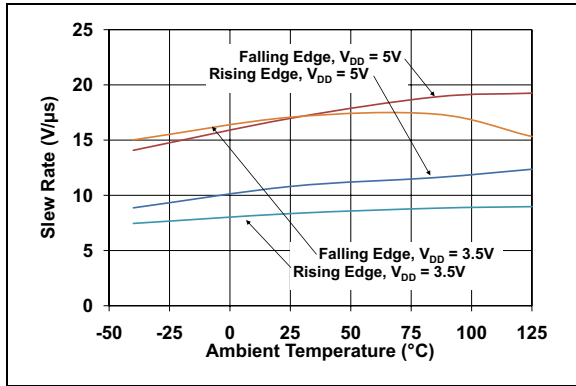


图 2-31: 压摆率—环境温度曲线

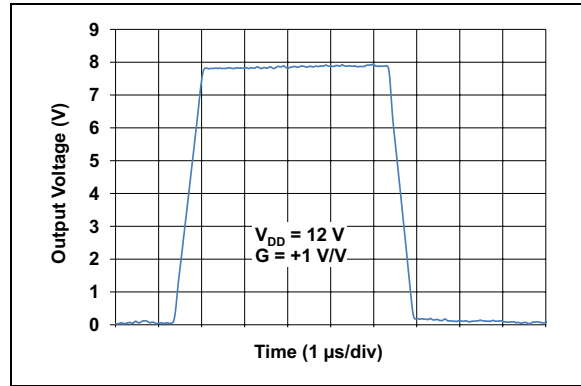


图 2-34: 大信号同相脉冲响应曲线

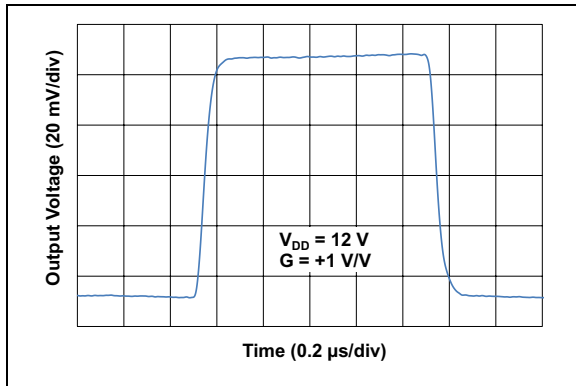


图 2-32: 小信号同相脉冲响应曲线

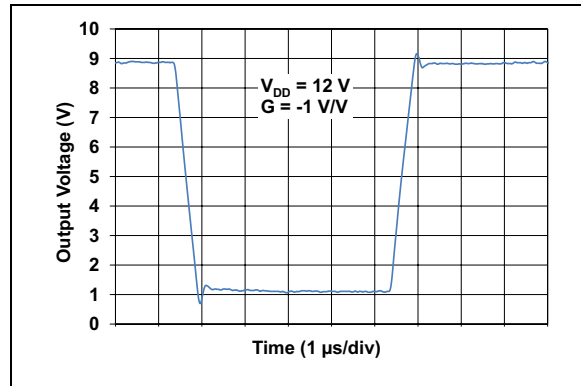


图 2-35: 大信号反相脉冲响应曲线

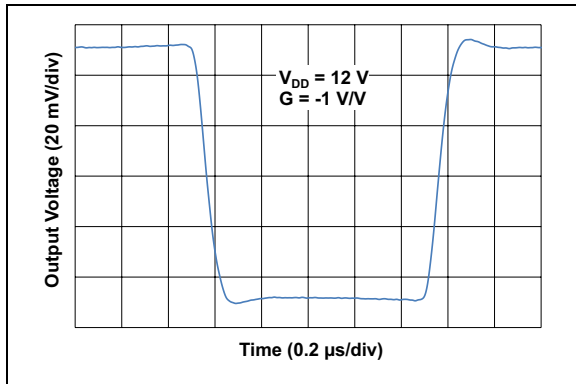


图 2-33: 小信号反相脉冲响应曲线

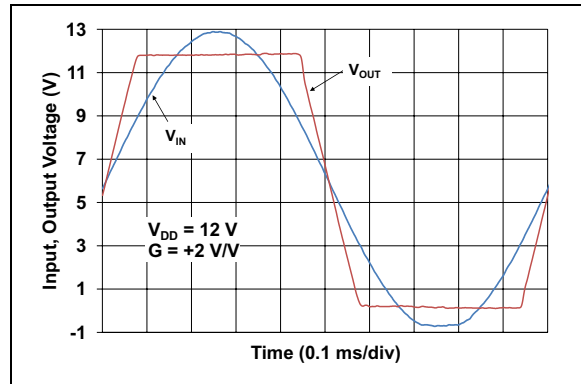


图 2-36: MCP6H91/2/4 不发生相位反转

注：除非另外声明，否则 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +3.5\text{ V}$ 至 $+12\text{ V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2 - 1.4\text{ V}$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $V_L = V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连接至 V_L ， $C_L = 60\text{ pF}$ 。

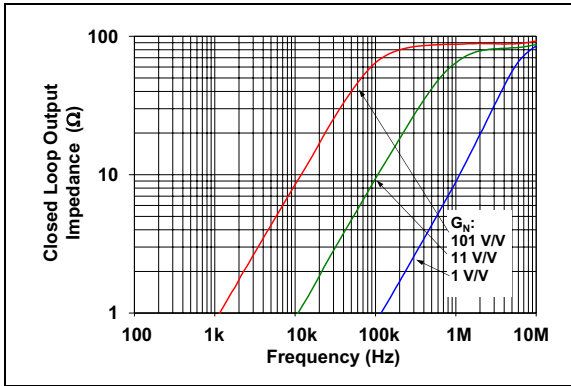


图 2-37: 闭环输出阻抗—频率曲线

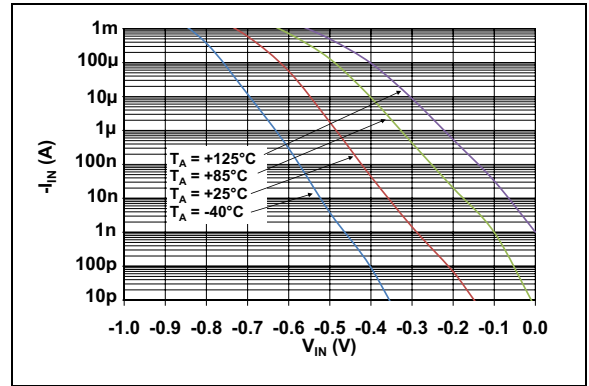


图 2-38: 测得输入电流—输入电压曲线（电压低于 V_{SS} ）

MCP6H91/2/4

注:

3.0 引脚说明

表 3-1 中列出了引脚说明。

表 3-1: 引脚功能表

MCP6H91		MCP6H92		MCP6H94	符号	说明
SOIC	2x3 TDFN	SOIC	2x3 TDFN	SOIC 和 TSSOP		
6	6	1	1	1	V_{OUT+} , V_{OUTA}	模拟输出（运放 A）
2	2	2	2	2	V_{IN-} , V_{INA-}	反相输入（运放 A）
3	3	3	3	3	V_{IN+} , V_{INA+}	同相输入（运放 A）
7	7	8	8	4	V_{DD}	正电源
—	—	5	5	5	V_{INB+}	同相输入（运放 B）
—	—	6	6	6	V_{INB-}	反相输入（运放 B）
—	—	7	7	7	V_{OUTB}	模拟输出（运放 B）
—	—	—	—	8	V_{OUTC}	模拟输出（运放 C）
—	—	—	—	9	V_{INC-}	反相输入（运放 C）
—	—	—	—	10	V_{INC+}	同相输入（运放 C）
4	4	4	4	11	V_{SS}	负电源
—	—	—	—	12	V_{IND+}	同相输入（运放 D）
—	—	—	—	13	V_{IND-}	反相输入（运放 D）
—	—	—	—	14	V_{OUTD}	模拟输出（运放 D）
1, 5, 8	1, 5, 8	—	—	—	NC	无内部连接
—	9	—	9	—	EP	裸露的散热焊盘（EP）；必须连接到 V_{SS} 。

3.1 模拟输出

输出引脚是低阻抗电压源。

3.2 模拟输入

同相和反相输入是低偏置电流的高阻抗 CMOS 输入。

3.3 电源引脚

正电源（ V_{DD} ）电压比负电源（ V_{SS} ）电压高 3.5V 至 12V。正常工作时，其他引脚的电压介于 V_{SS} 和 V_{DD} 之间。

通常，这些器件可以在单电源工作或双电源工作情况下使用。此外， V_{DD} 需要连接旁路电容。

3.4 裸露的散热焊盘（EP）

裸露的散热焊盘（EP）和 V_{SS} 引脚之间存在内部电气连接；在印刷电路板（Printed Circuit Board, PCB）上，必须将它们连接至同一电位。

可以将该散热焊盘与 PCB 地平面连接，使散热更加充分。这可以改善封装热阻（ θ_{JA} ）。

MCP6H91/2/4

注:

4.0 应用信息

MCP6H91/2/4 系列运放采用 Microchip 最先进的 CMOS 工艺制造，特别针对低功耗、高精度应用而设计。

4.1 输入

4.1.1 相位反转

MCP6H91/2/4 运放被设计为在输入引脚超出供电电压时，不发生相位反转。图 2-36 显示了在输入电压超出供电电压时，未发生相位反转。

4.1.2 输入电压限制

为了防止这些放大器损坏和 / 或对其进行不正确的操作，电路必须对输入引脚的电压进行限制（见第 1.1 节“绝对最大额定值†”）。

输入的 ESD 保护如图 4-1 所示。选择该结构是为了保护输入晶体管免受许多（但非全部）过压条件影响，以及最大程度降低输入偏置电流（ I_B ）。

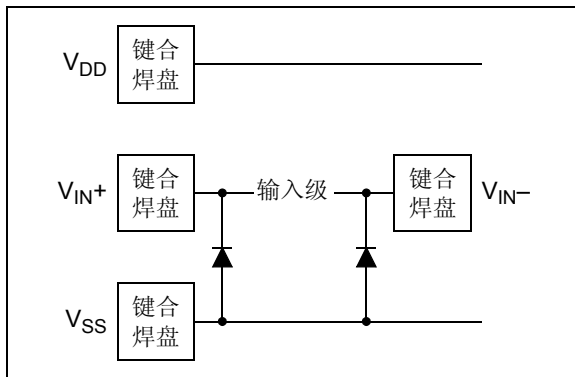


图 4-1: 简化的模拟输入 ESD 结构

当输入试图降到比 V_{SS} 低一个二极管压降以上时，输入 ESD 二极管会对输入进行钳位。它们还会对远高于 V_{DD} 的所有电压进行钳位。它们的击穿电压对于正常工作来说足够高，但对于防止慢速过压（超出 V_{DD} ）事件来说不够低。满足规范的极快速 ESD 事件会受到限制，从而不会发生损坏。

在一些应用中，可能需要防止过大电压到达运放输入；图 4-2 给出了一种用于保护这些输入的方法。

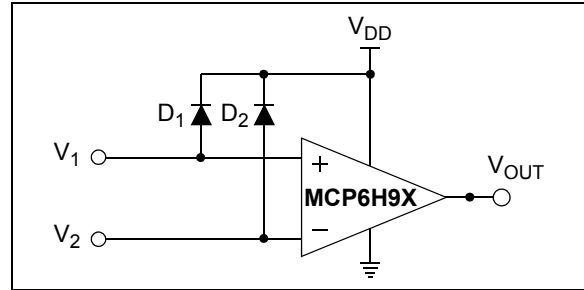


图 4-2: 保护模拟输入

当共模电压（ V_{CM} ）低于地电压（ V_{SS} ）时，会有很大的电流从输入流出，如图 2-38 所示。

4.1.3 输入电流限制

为了防止这些放大器损坏和 / 或对其进行不正确的操作，电路必须对流入输入引脚的电流进行限制（见第 1.1 节“绝对最大额定值†”）。

图 4-3 显示了用于保护这些输入的一种方式。电阻 R_1 和 R_2 会限制可能流入或流出输入引脚（以及 ESD 二极管 D_1 和 D_2 ）的电流。二极管电流将经过 V_{DD} 或 V_{SS} 。

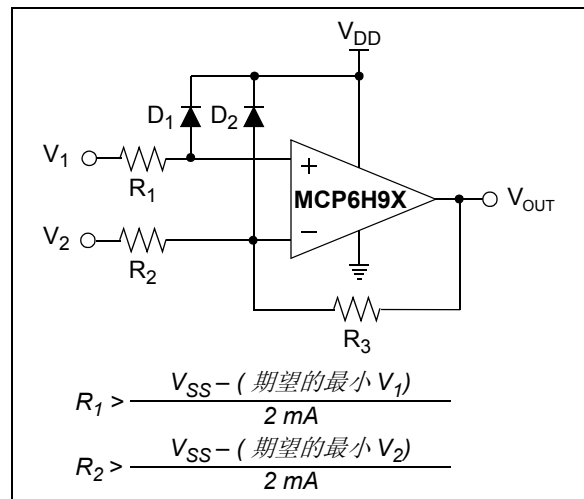


图 4-3: 保护模拟输入

4.1.4 正常工作

MCP6H91/2/4 运放的输入连接到差分 PMOS 输入级。它在低共模输入电压（ V_{CM} ）下工作，包括地。采用这种拓扑时，器件使用最高为 $V_{DD} - 2.5V$ 、最低比 V_{SS} 低 0.3V 的 V_{CM} 工作（见图 2-3 至图 2-5）。输入失调电压在 $V_{CM} = V_{SS} - 0.3V$ 和 $V_{DD} - 2.5V$ 的条件下测量，以确保正常工作。

对于单位增益缓冲器，为了正确工作， V_{IN} 必须保持低于 $V_{DD} - 2.5V$ 。

4.2 轨到轨输出

当 $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 与 $V_{DD}/2$ 连接，并且 $V_{DD} = 12\text{V}$ 时，MCP6H91/2/4 运放的输出电压范围为 0.020V （典型值）至 11.980V （典型值）。更多信息，请参见图 2-24 至图 2-29。

4.3 容性负载

驱动大的容性负载会使电压反馈运放产生稳定性问题。当负载电容增大时，反馈环路的相位裕度会减小，闭环带宽也会变窄。这会使频率响应产生增益剧增（gain peaking），并使阶跃响应中产生过冲和振铃。虽然单位增益缓冲器（ $G = +1\text{V/V}$ ）对容性负载最为敏感，但所有增益将显现相同的大体行为。

使用这些运放驱动大容性负载时（例如，当 $G = +1\text{V/V}$ 时 $> 100\text{ pF}$ ），在输出端上串联一个小电阻（图 4-4 中的 R_{ISO} ），可使输出负载在较高频率时呈阻性，从而改善反馈环路的相位裕度（稳定性）。然而，其带宽通常会低于无容性负载时的带宽。

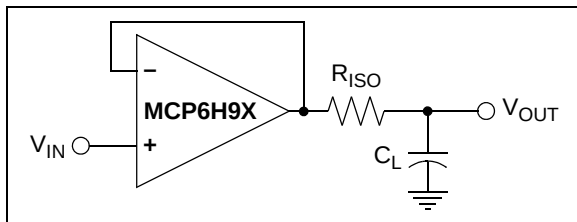


图 4-4: 输出电阻 R_{ISO} 使大容性负载稳定

图 4-5 给出了不同容性负载和增益的 R_{ISO} 建议值。x 轴是归一化的负载电容（ C_L/G_N ）；其中， G_N 是电路的噪声增益。对于同相增益， G_N 和信号增益相等。对于反相增益， G_N 等于 $1 + |\text{信号增益}|$ （例如，对于 -1V/V ， $G_N = +2\text{V/V}$ ）。

为电路选择 R_{ISO} 之后，请仔细检查所产生的频率响应是否存在增益剧增，以及阶跃响应是否存在过冲。修改 R_{ISO} 的值，直到产生合理的响应。使用 MCP6H91/2/4 SPICE 宏模型进行实验室评估和仿真会很有帮助。

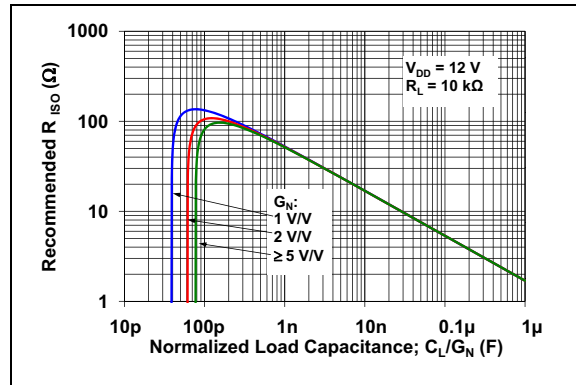


图 4-5: 不同容性负载的 R_{ISO} 建议值

4.4 电源旁路

使用本系列运算放大器时，应在靠近电源引脚（单电源时为 V_{DD} ）2 mm 范围内连接一个本地旁路电容（即， $0.01\text{ }\mu\text{F}$ 至 $0.1\text{ }\mu\text{F}$ ），以获得良好的高频性能。它还可以在距离其 100 mm 的范围内连接一个大电容（即， $1\text{ }\mu\text{F}$ 或更大），用以提供缓慢变化的大电流。该大电容可以与其他模拟器件共用。

4.5 未用运放

四路封装（MCP6H94）中的未用运放应如图 4-6 所示进行配置。这些电路可以防止输出发生翻转和导致串扰。电路 A 将运放设置为具有最低噪声增益。电阻分压器产生运放（以及以该电压作为参考的运放缓冲器）输出电压范围内的任何所需参考电压。电路 B 使用最低数量的元件，并作为一个比较器工作，但它可能会汲取更多电流。

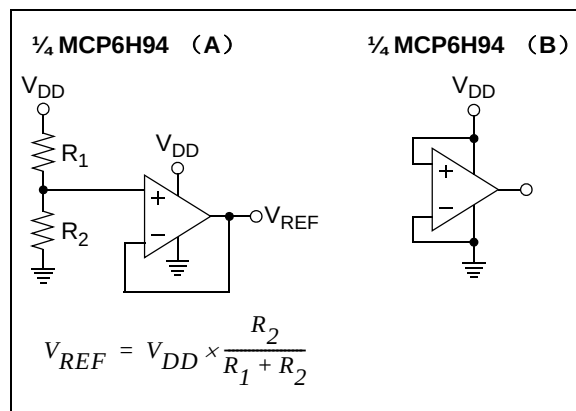


图 4-6: 未用运放

4.6 PCB 表面泄漏电流

在低输入偏置电流非常重要的应用中，需要考虑PCB表面泄漏电流效应。表面泄漏电流是由于湿度、粉尘或电路板上其他污染物的原因而产生的。在低湿度条件下，邻近走线之间的典型电阻为 $10^{12}\Omega$ 。15V 的电压差会产生 15 pA 的电流，它大于 MCP6H91/2/4 系列在 +25°C 下的偏置电流（典型值为 10 pA）。

降低表面泄漏电流最简单的方式是在敏感引脚（或走线）周围使用保护环。保护环使用与敏感引脚相同的电压进行偏置。图 4-7 给出了这种布线方式的一个示例。

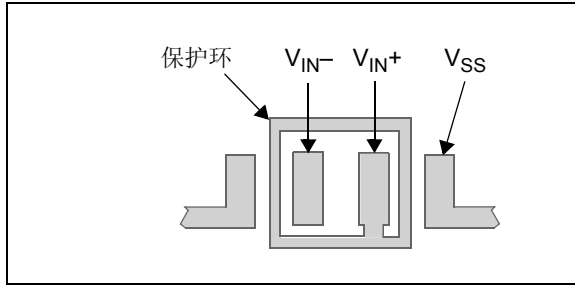


图 4-7: 反相增益的保护环布线示例

1. 同相增益和单位增益缓冲器：
 - a. 使用不触及 PCB 表面的接线将同相引脚 (V_{IN+}) 与输入连接。
 - b. 将保护环与反相输入引脚 (V_{IN-}) 连接。这会使保护环偏置为共模输入电压。
2. 反相增益和跨阻增益放大器（将电流转换为电压，例如光电探测器）：
 - a. 将保护环与同相输入引脚 (V_{IN+}) 连接。这会使保护环偏置为与运放相同的参考电压（例如， $V_{DD}/2$ 或地电压）。
 - b. 使用不触及 PCB 表面的接线将反相引脚 (V_{IN-}) 与输入连接。

4.7 应用电路

4.7.1 差分放大器

MCP6H91/2/4 运放可以在电流检测应用中使用。图 4-8 显示了将传感器电流 (I_{SEN}) 转换为电压的电阻 (R_{SEN})，以及对电阻上的电压进行放大并抑制共模噪声的差分放大器。 R_1 和 R_2 必须良好匹配才能获得可接受的共模抑制比 (CMRR)。此外， R_{SEN} 应远小于 R_1 和 R_2 ，以最大程度降低信号源的阻性负载。

为确保正确工作，运放共模输入电压必须保持在允许的范围内。参考电压 (V_{REF}) 由低阻抗源提供。在单电源应用中， V_{REF} 通常为 $V_{DD}/2$ 。

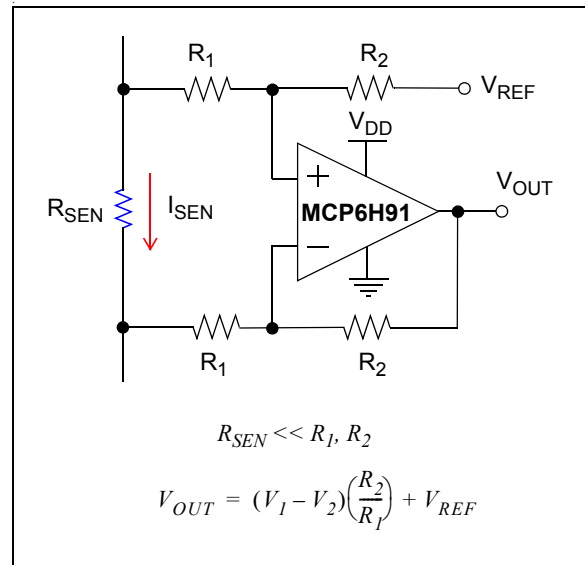


图 4-8: 使用差分放大器进行高端电流检测

MCP6H91/2/4

4.7.2 有源全波整流器

MCP6H91/2/4 系列放大器可以在诸如有源全波整流器之类的应用中使用，如图 4-9 所示。该有源电压整流电路中的放大器和反馈环路可以消除无源电压整流器中存在的二极管压降问题。只要输入信号大于参考电压，电路将作为电压跟随器工作（输出跟随输入）。但是，如果输入信号小于参考电压，该电路将作为一个增益 $-1V/V$ 的反相放大器工作。因此，无论输入信号如何，输出电压将总是高于参考电压。参考电压 (V_{REF}) 由低阻抗源提供。在单电源应用中， V_{REF} 通常为 $V_{DD}/2$ 。

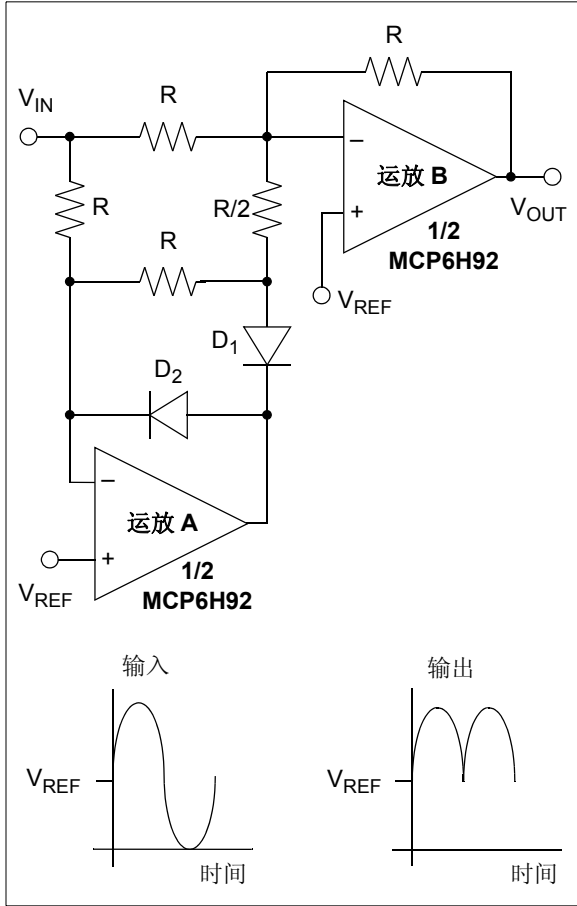


图 4-9: 有源全波整流器

4.7.3 有损同相积分器

图 4-10 所示的同相积分器很容易构造。与典型的米勒积分器加逆放大器的配置相比，它可以节省一个运放。该积分器的相位精度取决于输入和反馈电阻电容时间常数的匹配。 R_F 使它成为一个有损积分器（它的直流增益有限），并使该积分器本身稳定。为确保正确工作，运放共模输入电压必须保持在允许的范围內。

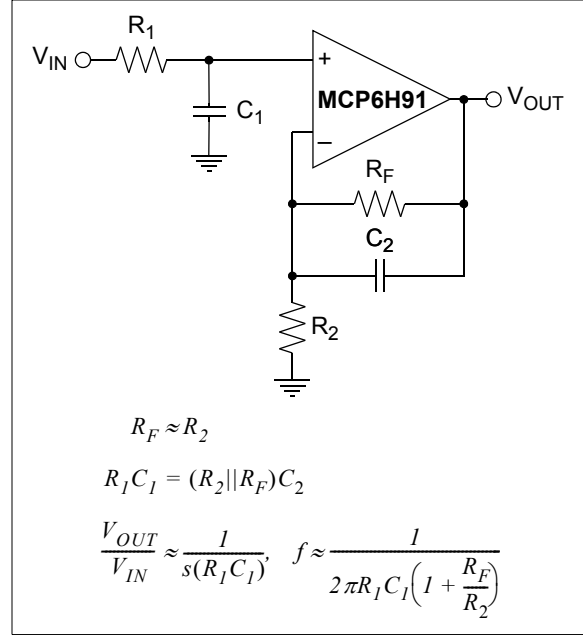


图 4-10: 同相积分器

5.0 设计辅助工具

Microchip Technology Inc. 提供了使用 MCP6H91/2/4 系列运放所需的基本设计工具。

5.1 SPICE 宏模型

Microchip 网站 (www.microchip.com) 上提供了 MCP6H91/2/4 运放的最新 SPICE 宏模型。该模型使用 Orcad (Cadence®) 所拥有的 PSpice 编写和测试。对于其他仿真器, 可能需要进行一些转换。

该模型涵盖了运放电气规范的大部分方面。该模型不仅涵盖了运放的电压、电流和电阻, 还涵盖了运放行为的温度和噪声效应。该模型尚未在运放数据手册中所列规范范围以外进行验证。这些条件下的模型行为无法确保它符合实际的运放性能。

此外, 该模型旨在用作初始设计工具。对于任何设计, 实验室测试都是非常重要的组成部分, 不能用仿真代替。此外, 需要对使用该宏模型获得的仿真结果进行验证, 方法是将结果与数据手册规范和特性曲线进行比较。

5.2 FilterLab® 软件

Microchip 的 FilterLab® 软件是一种创新性的软件工具, 可以简化模拟有源滤波器 (使用运放) 的设计。FilterLab® 设计工具可以从 Microchip 网站 (www.microchip.com/filterlab) 免费获取, 该设计工具提供了标注有元件值的滤波器电路的完整原理图。它还可以使用 SPICE 格式输出滤波器电路, 该电路可以与宏模型一起用于模拟实际的滤波器性能。

5.3 MAPS (Microchip 高级器件选型器)

MAPS 是一种软件工具, 用于帮助半导体专业人员高效地确定适合特定设计需求的 Microchip 器件。MAPS 可以从 Microchip 网站 (www.microchip.com/maps) 免费获取, 它是针对 Microchip 所有产品系列 (包括模拟器件、存储器、MCU 和 DSC) 的全面选择工具。使用该工具时, 客户可以定义过滤器来筛选相应的功能, 通过参数来搜索器件, 并导出逐项对比的技术比较报告。此外, 还会提供 Microchip 器件的数据手册、购买信息和样片申请链接。

5.4 模拟演示板和评估板

Microchip 提供了范围广泛的模拟演示板和评估板, 它们用于帮助客户缩短产品上市时间。关于这些电路板及其相应用户手册与技术信息的完整列表, 请访问 Microchip 网站 www.microchip.com/analogtools。

一些特别有用的电路板包括:

- MCP6XXX 放大器评估板 1
- MCP6XXX 放大器评估板 2
- MCP6XXX 放大器评估板 3
- MCP6XXX 放大器评估板 4
- 有源滤波器演示板工具包
- 5/6 引脚 SOT-23 评估板, 部件编号 VSUPEV2
- 8 引脚 SOIC/MSOP/TSSOP/DIP 评估板, 部件编号 SOIC8EV

5.5 应用笔记

Microchip 网站 (www.microchip.com/appnotes) 上提供了以下 Microchip 模拟设计笔记和应用笔记, 建议将它们作为补充参考资源。

- **ADN003:** “Select the Right Operational Amplifier for your Filtering Circuits” (DS21821)
- **AN722:** 《运算放大器结构和直流参数》(DS00722A_CN)
- **AN723:** 《运算放大器交流参数和应用》(DS00723A_CN)
- **AN884:** 《使用运放驱动容性负载》(DS00884A_CN)
- **AN990:** 《模拟传感器的调理电路概述》(DS00990A_CN)
- **AN1177:** “Op Amp Precision Design: DC Errors” (DS01177)
- **AN1228:** “Op Amp Precision Design: Random Noise” (DS01228)
- **AN1297:** “Microchip’s Op Amp SPICE Macro Models” (DS01297)
- **AN1332:** “Current Sensing Circuit Concepts and Fundamentals” (DS01332)

以下设计指南中列出了这些应用笔记和其他参考材料:

- 《信号链设计指南》(DS21825G_CN)

MCP6H91/2/4

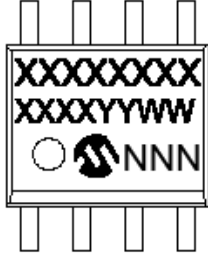
注:

6.0 封装信息

6.1 封装标识信息

8 引脚 SOIC (150 mil) (MCP6H91 和 MCP6H92)

示例:

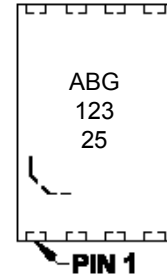


8 引脚 2x3 TDFN (MCP6H91 和 MCP6H92)

示例:

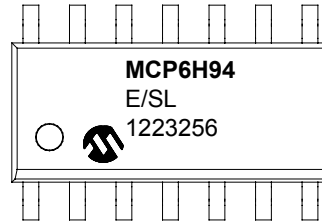
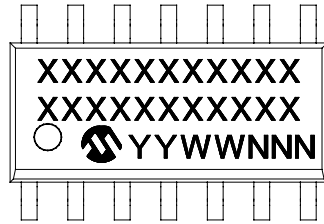


部件编号	代码
MCP6H91T-E/MNY	ABG
MCP6H92T-E/MNY	ABH



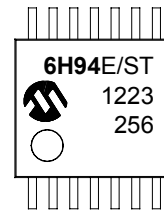
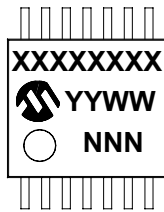
14 引脚 SOIC (150 mil) (MCP6H94)

示例:



14 引脚 TSSOP (MCP6H94)

示例:



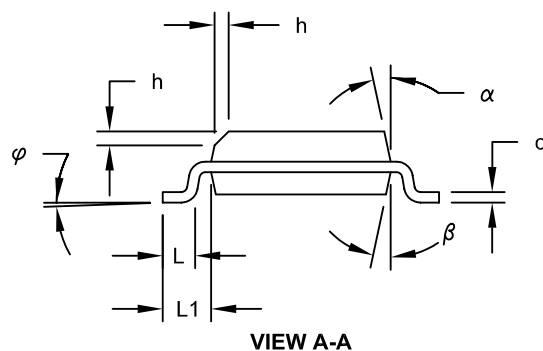
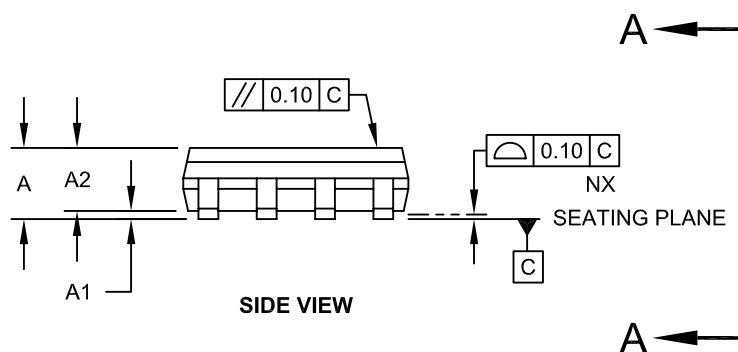
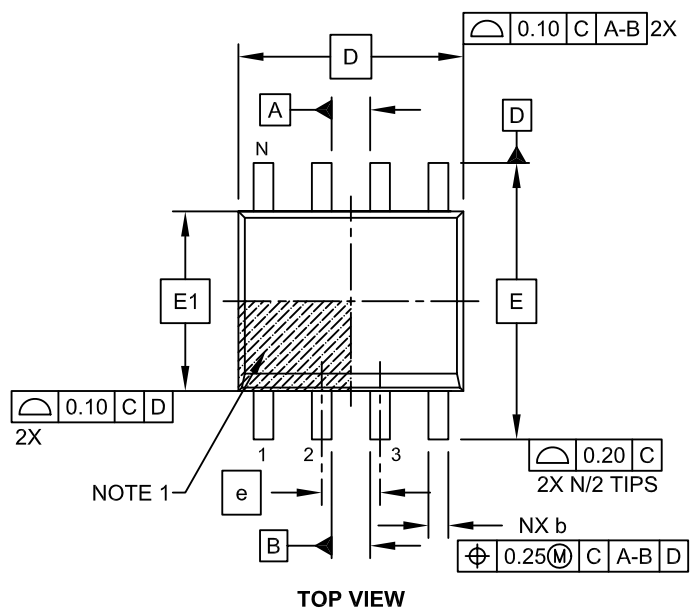
图注: XX...X 客户指定信息
Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)
YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
NNN 以字母数字排序的追踪代码
(e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
* 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 ((e3)) 标示于此种封装的外包装上。

注: Microchip 部件编号如果无法在同一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制表示客户指定信息的字符数。

MCP6H91/2/4

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

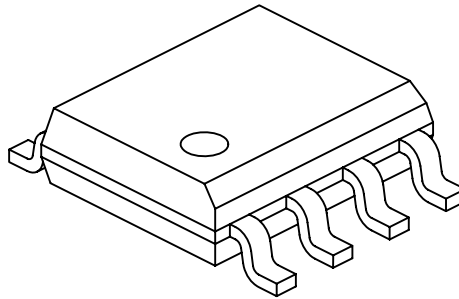
注: 最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Microchip Technology Drawing No. C04-057C Sheet 1 of 2

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

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	1.27 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.75
Molded Package Thickness	A2	1.25	-	-
Standoff §	A1	0.10	-	0.25
Overall Width	E	6.00 BSC		
Molded Package Width	E1	3.90 BSC		
Overall Length	D	4.90 BSC		
Chamfer (Optional)	h	0.25	-	0.50
Foot Length	L	0.40	-	1.27
Footprint	L1	1.04 REF		
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.17	-	0.25
Lead Width	b	0.31	-	0.51
Mold Draft Angle Top	α	5°	-	15°
Mold Draft Angle Bottom	β	5°	-	15°

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- § Significant Characteristic
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

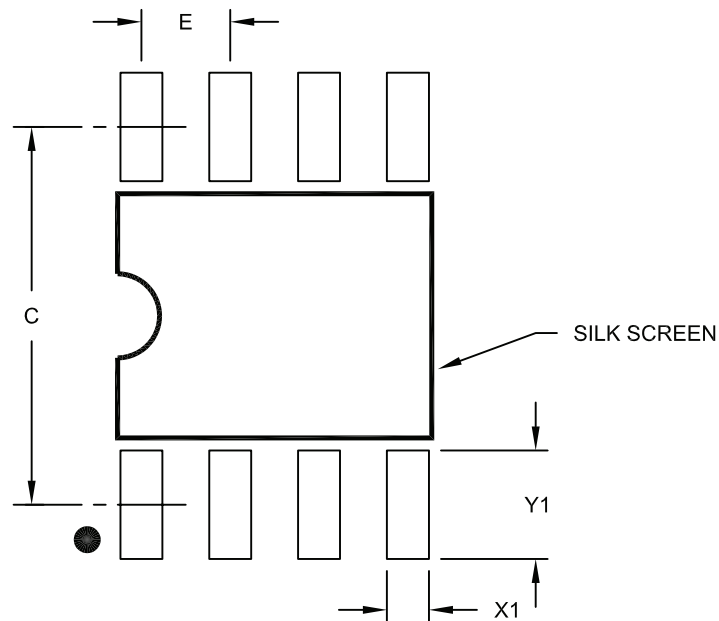
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing No. C04-057C Sheet 2 of 2

MCP6H91/2/4

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

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	1.27 BSC		
Contact Pad Spacing	C		5.40	
Contact Pad Width (X8)	X1			0.60
Contact Pad Length (X8)	Y1			1.55

Notes:

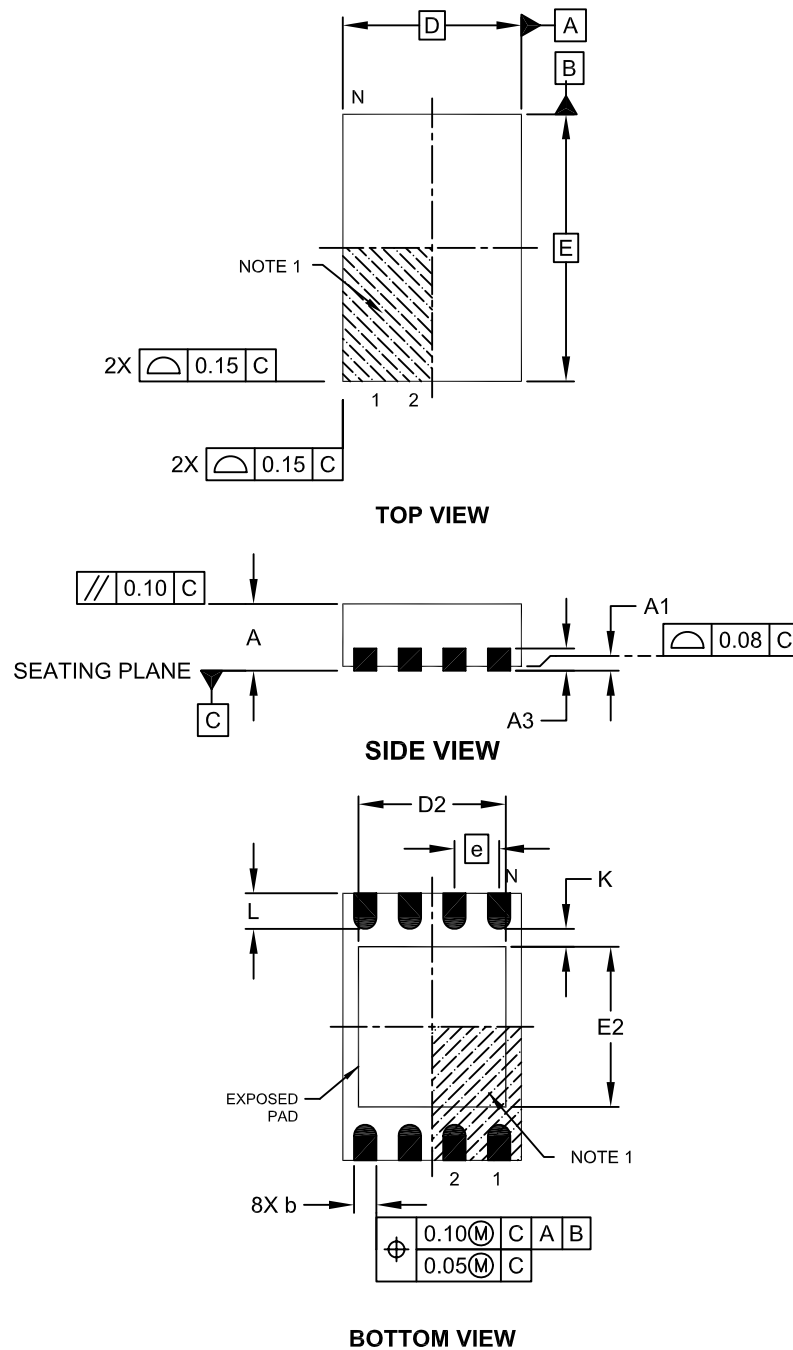
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2057A

8 引脚塑封双列扁平无引线封装 (MN) —— 主体 2x3x0.75 mm [TDFN]

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

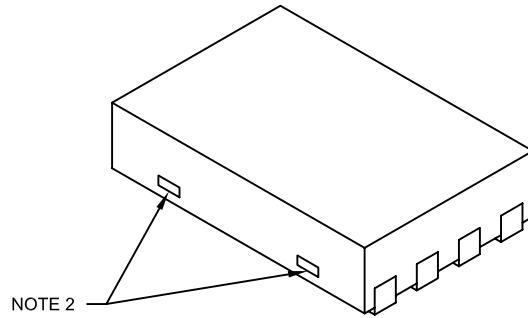


Microchip Technology Drawing No. C04-129C Sheet 1 of 2

MCP6H91/2/4

8 引脚塑封双列扁平无引线封装（MN）——主体 2x3x0.75 mm [TDFN]

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	0.50 BSC		
Overall Height	A	0.70	0.75	0.80
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Contact Thickness	A3	0.20 REF		
Overall Length	D	2.00 BSC		
Overall Width	E	3.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	1.20	-	1.60
Exposed Pad Width	E2	1.20	-	1.60
Contact Width	b	0.20	0.25	0.30
Contact Length	L	0.25	0.30	0.45
Contact-to-Exposed Pad	K	0.20	-	-

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package may have one or more exposed tie bars at ends.
3. Package is saw singulated
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

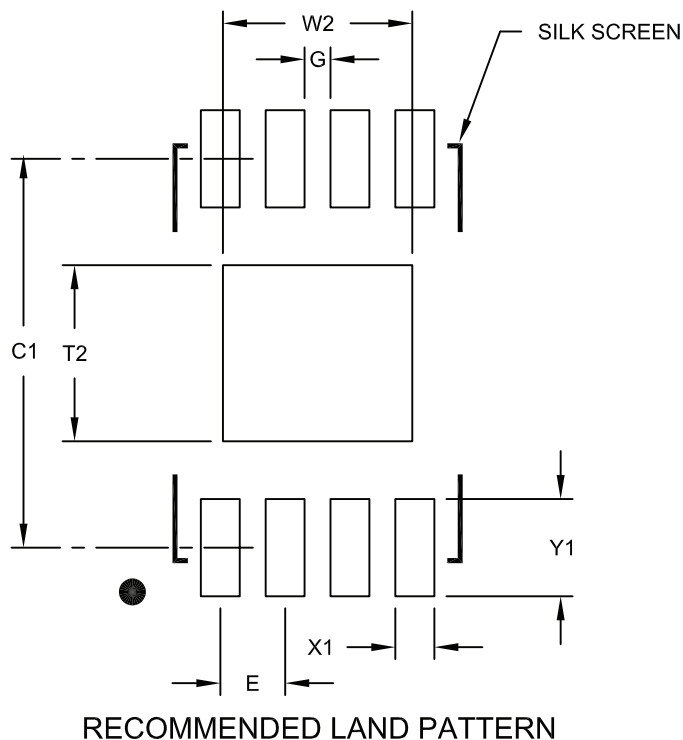
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing No. C04-129C Sheet 2 of 2

8 引脚塑封双列扁平无引线封装（MN）——主体 2x3x0.75 mm [TDFN]

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.50 BSC		
Optional Center Pad Width	W2			1.46
Optional Center Pad Length	T2			1.36
Contact Pad Spacing	C1		3.00	
Contact Pad Width (X8)	X1			0.30
Contact Pad Length (X8)	Y1			0.75
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

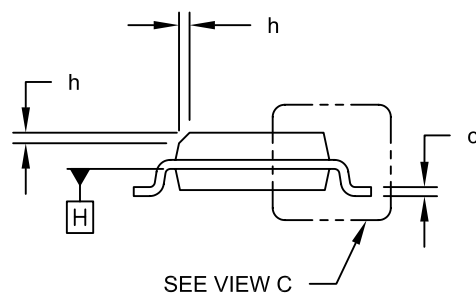
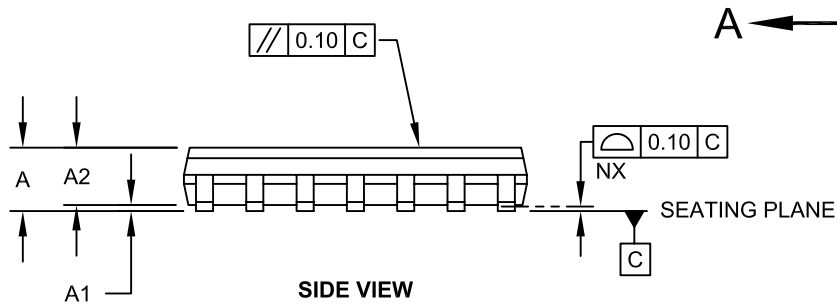
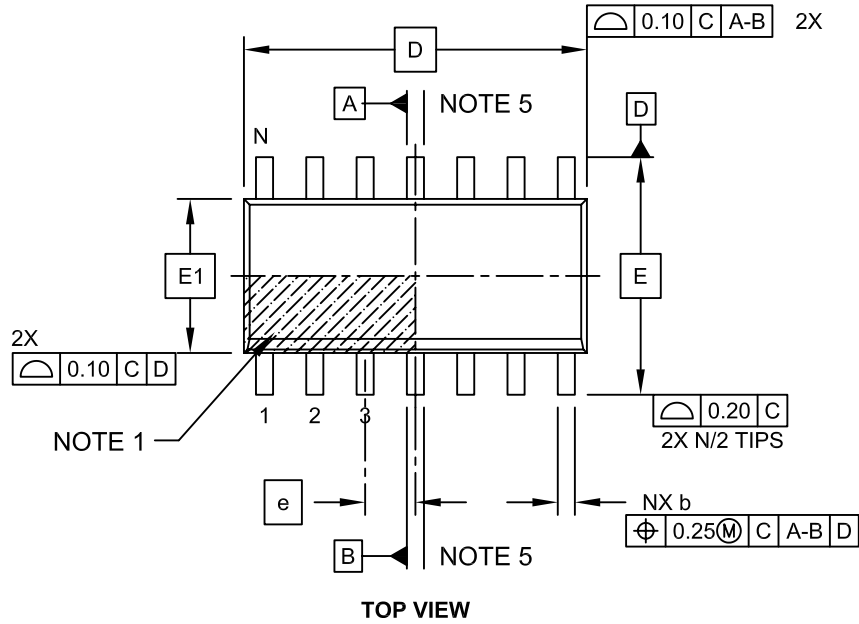
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2129A

MCP6H91/2/4

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

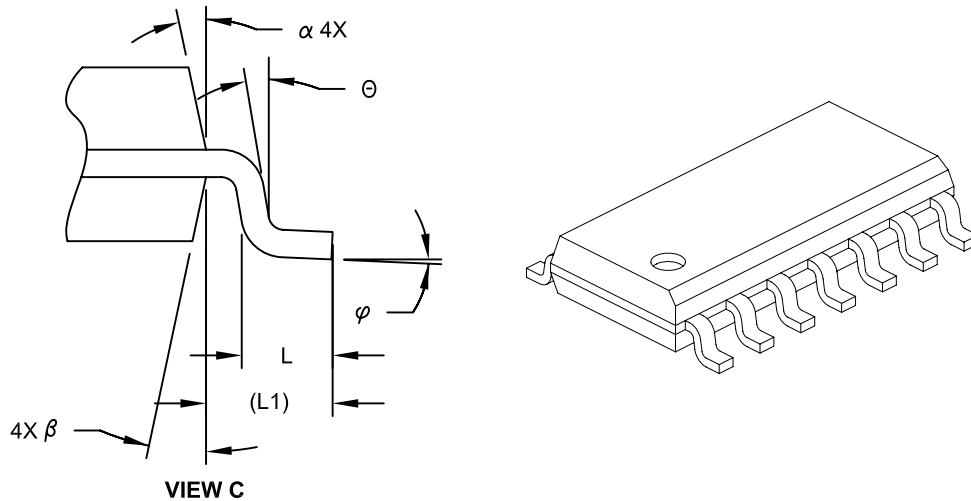
注： 最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



Microchip Technology Drawing No. C04-065C Sheet 1 of 2

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

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	1.27 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.75
Molded Package Thickness	A2	1.25	-	-
Standoff §	A1	0.10	-	0.25
Overall Width	E	6.00 BSC		
Molded Package Width	E1	3.90 BSC		
Overall Length	D	8.65 BSC		
Chamfer (Optional)	h	0.25	-	0.50
Foot Length	L	0.40	-	1.27
Footprint	L1	1.04 REF		
Lead Angle	Θ	0°	-	-
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.10	-	0.25
Lead Width	b	0.31	-	0.51
Mold Draft Angle Top	α	5°	-	15°
Mold Draft Angle Bottom	β	5°	-	15°

Notes:

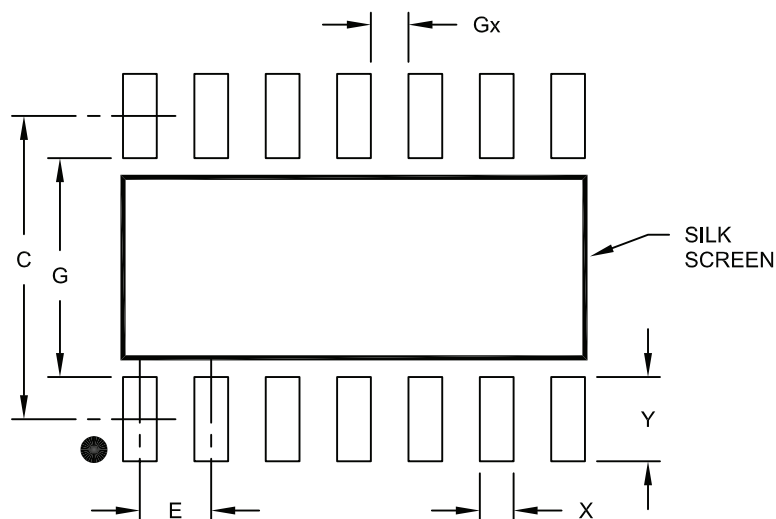
- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- § Significant Characteristic
- Dimension D does not include mold flash, protrusions or gate burrs, which shall not exceed 0.15 mm per end. Dimension E1 does not include interlead flash or protrusion, which shall not exceed 0.25 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.
- Datums A & B to be determined at Datum H.

Microchip Technology Drawing No. C04-065C Sheet 2 of 2

MCP6H91/2/4

14 引脚塑封窄条小外形封装（SL）——主体 3.90 mm [SOIC]

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	1.27 BSC		
Contact Pad Spacing	C		5.40	
Contact Pad Width	X			0.60
Contact Pad Length	Y			1.50
Distance Between Pads	Gx	0.67		
Distance Between Pads	G	3.90		

Notes:

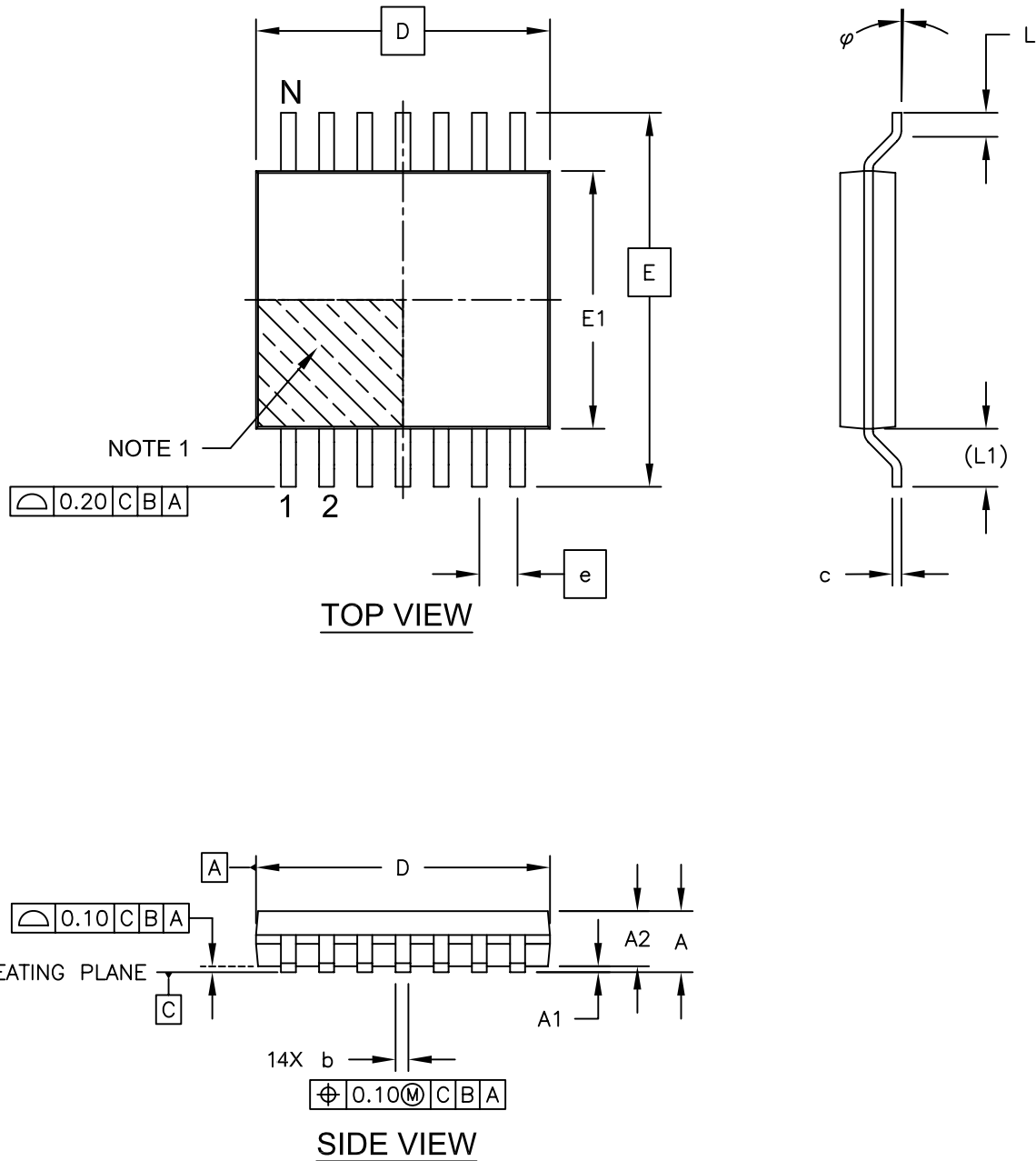
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2065A

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

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

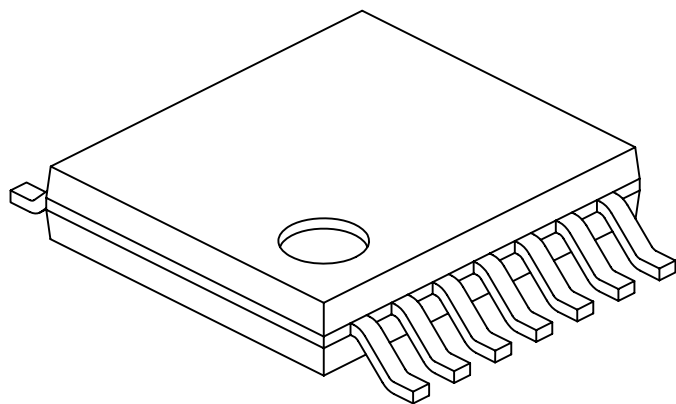


Microchip Technology Drawing C04-087C Sheet 1 of 2

MCP6H91/2/4

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

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.20
Molded Package Thickness	A2	0.80	1.00	1.05
Standoff	A1	0.05	-	0.15
Overall Width	E	6.40 BSC		
Molded Package Width	E1	4.30	4.40	4.50
Molded Package Length	D	4.90	5.00	5.10
Foot Length	L	0.45	0.60	0.75
Footprint	(L1)	1.00 REF		
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.09	-	0.20
Lead Width	b	0.19	-	0.30

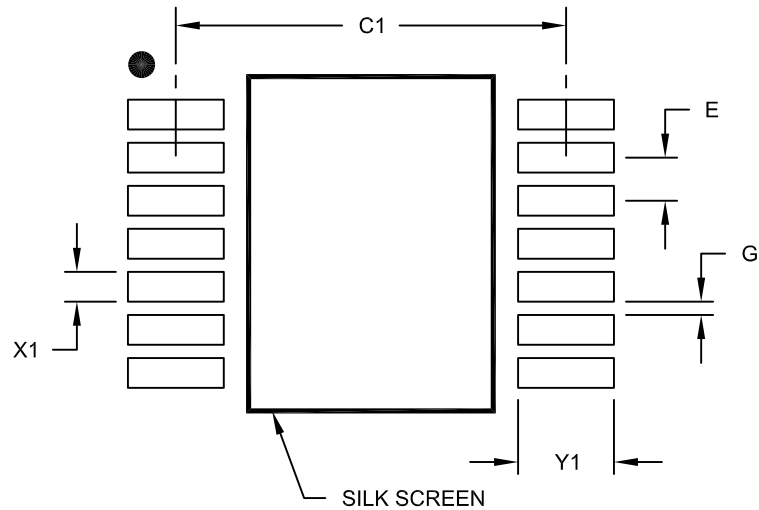
Notes:

- 1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- 2. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
- 3. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
 - BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
 - REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing No. C04-087C Sheet 2 of 2

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

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.65 BSC		
Contact Pad Spacing	C1		5.90	
Contact Pad Width (X14)	X1			0.45
Contact Pad Length (X14)	Y1			1.45
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2087A

MCP6H91/2/4

注:

附录 A: 版本历史

版本 A (2012 年 6 月)

- 本文档的初始版本。

MCP6H91/2/4

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各销售办事处联系。

部件编号	器件	温度范围	封装
器件：	MCP6H91：单运放 MCP6H91T：单运放（卷带式） （SOIC 和 2x3 TDFN） MCP6H92：双运放 MCP6H92T：双运放（卷带式） （SOIC 和 2x3 TDFN） MCP6H94：四运放 MCP6H94T：四运放（卷带式） （SOIC 和 TSSOP）		
温度范围：	E = -40°C 至 +125°C（扩展级）		
封装：	MNY * = 塑封双列扁平无引线封装，（2x3 TDFN）8 引脚（TDFN） SN = 塑封小外形封装（主体 150 mil），8 引脚（SOIC） SL = 塑封小外形封装（主体 150 mil），14 引脚（SOIC） ST = 塑封薄型缩小外形封装（主体 150 mil），14 引脚（TSSOP） * Y = 镍钎金制造标识符。仅针对 TDFN 封装提供。		

示例：

a) MCP6H91-E/SN：8 引脚 SOIC 封装，扩展级温度

b) MCP6H91T-E/SN：卷带式，扩展级温度，8 引脚 SOIC 封装

c) MCP6H91T-E/MNY：卷带式，扩展级温度，8 引脚 2x3 TDFN 封装

d) MCP6H92-E/SN：扩展级温度，8 引脚 SOIC 封装

e) MCP6H92T-E/SN：卷带式，扩展级温度，8 引脚 SOIC 封装

f) MCP6H92T-E/MNY：卷带式，扩展级温度，8 引脚 2x3 TDFN 封装

g) MCP6H94-E/SL：扩展级温度，14 引脚 SOIC 封装

h) MCP6H94T-E/SL：卷带式，扩展级温度，14 引脚 SOIC 封装

i) MCP6H94-E/ST：扩展级温度，14 引脚 TSSOP 封装

j) MCP6H94T-E/ST：卷带式，扩展级温度，14 引脚 TSSOP 封装

MCP6H91/2/4

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。

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

商标

Microchip 的名称和徽标组合、**Microchip** 徽标、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² 徽标、rPIC、SST、SST 徽标、SuperFlash 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、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MTP、SEEVAl 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国的注册商标。

Silicon Storage Technology 为 **Microchip Technology Inc.** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、REAL ICE、rFLAB、Select Mode、SQI、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA 和 Z-Scale 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。

GestIC 和 ULPP 为 **Microchip Technology Inc.** 的子公司 **Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2012, **Microchip Technology Inc.** 版权所有。

ISBN: 978-1-62076-711-5

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-16949:2009 认证。Microchip 的 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严格遵守公司的质量体系流程。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。

全球销售及服务网点

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://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

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

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

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

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

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: 1-408-961-6444
Fax: 1-408-961-6445

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: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

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

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 杭州
Tel: 86-571-2819-3187
Fax: 86-571-2819-3189

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
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: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

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

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

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

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7828
Fax: 886-7-330-9305

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

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 - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

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