

轨到轨输入 / 输出的 10 MHz 运算放大器

特性

- 轨到轨输入 / 输出
- 宽带宽: 10 MHz (典型值)
- 低噪声: 10 kHz 时, 8.7 nV/√Hz (典型值)
- 低失调电压
 - 工业温度级: ±500 μV (最大值)
 - 扩展温度级: ±250 μV (最大值)
- 电源电压中值 V_{REF} : 用于 MCP6021 和 MCP6023
- 低供电电流: 1 mA (典型值)
- 总谐波失真:
 - 0.00053% (典型值, $G = 1$ V/V)
- 单位增益稳定
- 电源电压范围: 2.5V 至 5.5V
- 温度范围:
 - 工业级: -40°C 至 +85°C
 - 扩展级: -40°C 至 +125°C

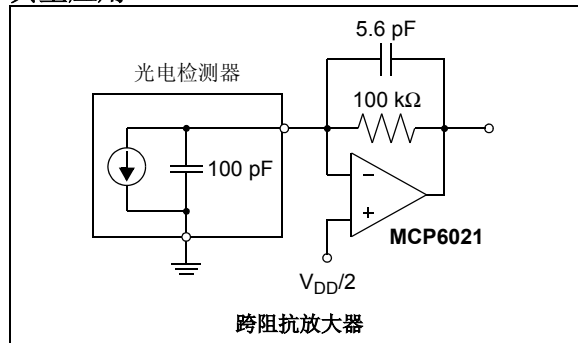
应用

- 汽车
- 多极有源滤波器
- 音频处理
- DAC 缓冲器
- 检测设备
- 医用仪器

设计帮助

- SPICE 宏模型
- FilterLab® 软件
- Mindi™ 电路设计器和模拟器
- Microchip 高级器件选型器 (Microchip Advanced Part Selector, MAPS)
- 模拟演示和评估板
- 应用笔记

典型应用



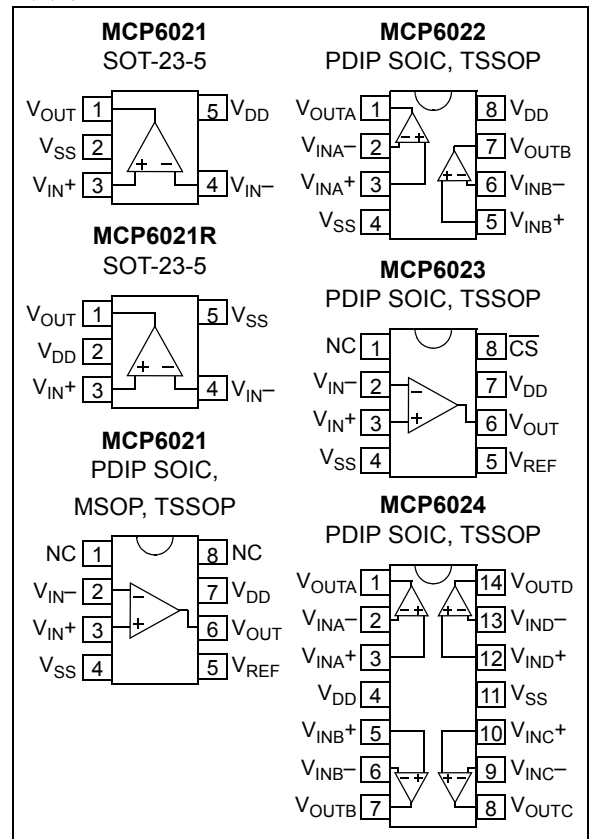
概述

Microchip 的 MCP6021、MCP6021R、MCP6022、MCP6023 和 MCP6024 是高性能的轨到轨输入 / 输出运算放大器。其主要特性包括: 高带宽 (10 MHz), 低噪声 (8.7 nV/√Hz), 低输入失调电压和失真 (0.00053% THD+N)。MCP6023 还提供了一个片选引脚 (CS), 可在器件不工作时节省电源功耗。

单运放 MCP6021 和 MCP6021R 提供 5 引脚 SOT-23 封装。单运放 MCP6021、MCP6023 和双运放 MCP6022 提供 8 引脚 PDIP、SOIC 和 TSSOP 封装。扩展温度级的单运放 MCP6021 提供 8 引脚 MSOP 封装。四运放 MCP6024 提供 14 引脚 PDIP、SOIC 和 TSSOP 封装。

MCP6021/1R/2/3/4 系列可用于工业和扩展温度级范围。电源电压范围为 2.5V 至 5.5V。

封装类型



MCP6021/1R/2/3/4

注:

1.0 电气特性

绝对最大值 †

$V_{DD} - V_{SS}$	7.0V
模拟输入引脚 (V_{IN+} , V_{IN-}) 电流	± 2 mA
模拟输入 (V_{IN+} , 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 $V_{DD} + 0.3V$
差分输入电压	$ V_{DD} - V_{SS} $
输出短路电流	连续
输出和电源输入引脚电流	± 30 mA
储存温度	$-65^{\circ}C$ 至 $+150^{\circ}C$
最大结温 (T_J)	$+150^{\circ}C$
所有引脚上的 ESD 保护 (HBM/MM)	≥ 2 kV / 200V

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

†† 见第 4.1.2 节 “输入电压和电流限制”

直流特性

电气规范: 除非另有说明, $T_A = +25^{\circ}C$, $V_{DD} = +2.5V$ 至 $+5.5V$, $V_{SS} = GND$, $V_{CM} = V_{DD}/2$, $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$, $R_L = 10$ k Ω 连到 $V_{DD}/2$ 。

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:						
工业温度级器件	V_{OS}	-500	—	+500	μV	$V_{CM} = 0V$
扩展温度级器件	V_{OS}	-250	—	+250	μV	$V_{CM} = 0V$, $V_{DD} = 5.0V$
扩展温度级器件	V_{OS}	-2.5	—	+2.5	mV	$V_{CM} = 0V$, $V_{DD} = 5.0V$ $T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$
输入失调电压温度漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T_A$	—	± 3.5	—	$\mu V/^{\circ}C$	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$
电源抑制比	PSRR	74	90	—	dB	$V_{CM} = 0V$
输入电流和阻抗						
输入偏置电流	I_B	—	1	—	pA	
工业温度级器件	I_B	—	30	150	pA	$T_A = +85^{\circ}C$
扩展温度级器件	I_B	—	640	5,000	pA	$T_A = +125^{\circ}C$
输入失调电流	I_{OS}	—	± 1	—	pA	
共模输入阻抗	Z_{CM}	—	$10^{13} 6$	—	ΩpF	
差分输入阻抗	Z_{DIFF}	—	$10^{13} 3$	—	ΩpF	
共模						
共模输入范围	V_{CMR}	$V_{SS}-0.3$	—	$V_{DD}+0.3$	V	
共模抑制比	CMRR	74	90	—	dB	$V_{DD} = 5V$, $V_{CM} = -0.3V$ 至 $5.3V$
	CMRR	70	85	—	dB	$V_{DD} = 5V$, $V_{CM} = 3.0V$ 至 $5.3V$
	CMRR	74	90	—	dB	$V_{DD} = 5V$, $V_{CM} = -0.3V$ 至 $3.0V$
参考电压 (仅用于 MCP6021 和 MCP6023)						
V_{REF} 精度 ($V_{REF} - V_{DD}/2$)	ΔV_{REF}	-50	—	+50	mV	
V_{REF} 温度漂移	$\Delta V_{REF}/\Delta T_A$	—	± 100	—	$\mu V/^{\circ}C$	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$
开环增益						
直流开环增益 (大信号)	A_{OL}	90	110	—	dB	$V_{CM} = 0V$, $V_{OUT} = V_{SS}+0.3V$ 至 $V_{DD}-0.3V$
输出						
最大输出电压摆幅	V_{OL} , V_{OH}	$V_{SS}+15$	—	$V_{DD}-20$	mV	0.5V 输入过驱
输出短路电流	I_{SC}	—	± 30	—	mA	$V_{DD} = 2.5V$
	I_{SC}	—	± 22	—	mA	$V_{DD} = 5.5V$

MCP6021/1R/2/3/4

交流特性

电气规范: 除非另有说明, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$, $V_{SS} = \text{GND}$, $V_{CM} = V_{DD}/2$, $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$, $C_L = 60\text{ pF}$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电源						
电源电压	V_{DD}	2.5	—	5.5	V	
每个放大器的静态电流	I_Q	0.5	1.0	1.35	mA	$I_O = 0$
交流响应						
增益带宽积	GBWP	—	10	—	MHz	
相位裕限	PM	—	65	—	°	$G = +1\text{ V/V}$
稳定时间, 0.2%	t_{SETTLE}	—	250	—	ns	$G = +1\text{ V/V}$, $V_{OUT} = 100\text{ mV}_{p-p}$
转换速率	SR	—	7.0	—	V/ μs	
总谐波失真及噪声						
$f = 1\text{ kHz}$, $G = +1\text{ V/V}$	THD+N	—	0.00053	—	%	$V_{OUT} = 0.25\text{V}$ 至 3.25V ($1.75\text{V} \pm 1.50\text{V}_{PK}$), $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $BW = 22\text{ kHz}$
$f = 1\text{ kHz}$, $G = +1\text{ V/V}$, $R_L = 600\Omega$	THD+N	—	0.00064	—	%	$V_{OUT} = 0.25\text{V}$ 至 3.25V ($1.75\text{V} \pm 1.50\text{V}_{PK}$), $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $BW = 22\text{ kHz}$
$f = 1\text{ kHz}$, $G = +1\text{ V/V}$	THD+N	—	0.0014	—	%	$V_{OUT} = 4\text{V}_{P-P}$, $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $BW = 22\text{ kHz}$
$f = 1\text{ kHz}$, $G = +10\text{ V/V}$	THD+N	—	0.0009	—	%	$V_{OUT} = 4\text{V}_{P-P}$, $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $BW = 22\text{ kHz}$
$f = 1\text{ kHz}$, $G = +100\text{ V/V}$	THD+N	—	0.005	—	%	$V_{OUT} = 4\text{V}_{P-P}$, $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $BW = 22\text{ kHz}$
噪声						
输入电压噪声	E_{ni}	—	2.9	—	μV_{p-p}	$f = 0.1\text{ Hz}$ 至 10 Hz
输入电压噪声密度	e_{ni}	—	8.7	—	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	$f = 10\text{ kHz}$
输入电流噪声密度	i_{ni}	—	3	—	$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$	$f = 1\text{ kHz}$

MCP6023 片选 ($\overline{\text{CS}}$) 特性

电气规范: 除非另有说明, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$, $V_{SS} = \text{GND}$, $V_{CM} = V_{DD}/2$, $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$, $C_L = 60\text{ pF}$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
$\overline{\text{CS}}$ 低电平规范						
$\overline{\text{CS}}$ 逻辑门限, 低电平	V_{IL}	V_{SS}	—	$0.2 V_{DD}$	V	
$\overline{\text{CS}}$ 输入电流, 低电平	I_{CSL}	-1.0	0.01	—	μA	$\overline{\text{CS}} = V_{SS}$
$\overline{\text{CS}}$ 高电平规范						
$\overline{\text{CS}}$ 逻辑门限, 高电平	V_{IH}	$0.8 V_{DD}$	—	V_{DD}	V	
$\overline{\text{CS}}$ 输入电流, 高电平	I_{CSH}	—	0.01	2.0	μA	$\overline{\text{CS}} = V_{DD}$
GND 电流	I_{SS}	-2	-0.05	—	μA	$\overline{\text{CS}} = V_{DD}$
放大器输出泄漏电流	$I_{O(LEAK)}$	—	0.01	—	μA	$\overline{\text{CS}} = V_{DD}$
$\overline{\text{CS}}$ 动态规范						
$\overline{\text{CS}}$ 低电平到放大器输出的导通时间	t_{ON}	—	2	10	μs	$G = +1$, $V_{IN} = V_{SS}$, $\overline{\text{CS}} = 0.2V_{DD}$ 到 $V_{OUT} = 0.45V_{DD}$ 的时间
$\overline{\text{CS}}$ 高电平到放大器输出呈现高阻的时间	t_{OFF}	—	0.01	—	μs	$G = +1$, $V_{IN} = V_{SS}$, $\overline{\text{CS}} = 0.8V_{DD}$ 到 $V_{OUT} = 0.05V_{DD}$ 的时间
迟滞	V_{HYST}	—	0.6	—	V	$V_{DD} = 5.0\text{V}$, 内部切换

温度特性

电气规范：除非另有说明， $V_{DD} = +2.5V$ 至 $+5.5V$ 和 $V_{SS} = GND$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工业温度级范围	T_A	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
扩展温度级范围	T_A	-40	—	+125	$^{\circ}C$	
工作温度范围	T_A	-40	—	+125	$^{\circ}C$	注 1
储存温度范围	T_A	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
封装热阻						
热阻, 5 引脚 SOT-23	θ_{JA}	—	256	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8 引脚 PDIP	θ_{JA}	—	85	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	163	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8 引脚 MSOP	θ_{JA}	—	206	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 8 引脚 TSSOP	θ_{JA}	—	124	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 14 引脚 PDIP	θ_{JA}	—	70	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 14 引脚 SOIC	θ_{JA}	—	120	—	$^{\circ}C/W$	
热阻, 14 引脚 TSSOP	θ_{JA}	—	100	—	$^{\circ}C/W$	

注 1：工业温度级的器件可工作在扩展温度范围内，但性能有所下降。在任何情况下，内部结温 (T_J) 均不得超过绝对最大参数值 $150^{\circ}C$ 。

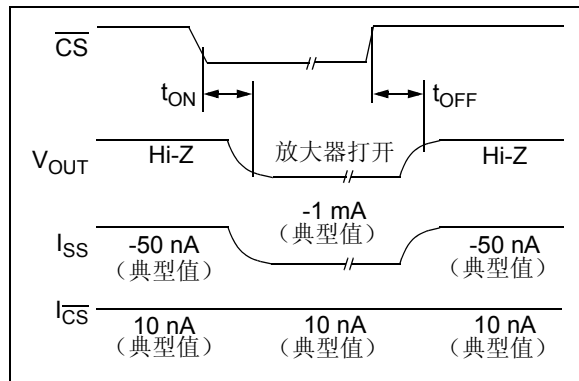


图 1-1: MCP6023 的 CS 引脚时序图

1.1 测试电路

用于直流和交流测试的测试电路如图 1-2 和图 1-3 所示。根据第 4.7 节“电源旁路”中所讨论的规则放置旁路电容。

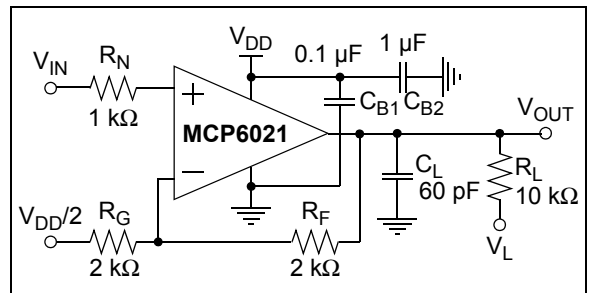


图 1-2: 用于大多数同相增益情况下的交流和直流测试电路

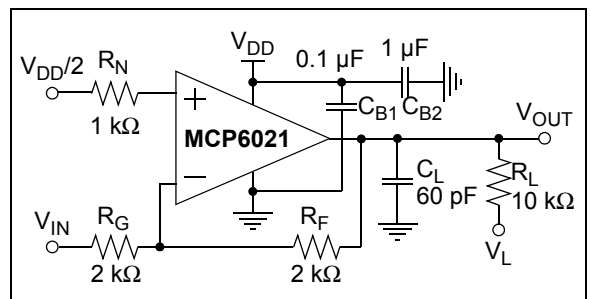


图 1-3: 用于大多数反相增益情况下的交流和直流测试电路

MCP6021/1R/2/3/4

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。所列出的性能特性未经测试，我们不能保证。一些图表中列出的数据可能超出规定的工作范围（如：超出了规定电源电压范围），因此不在担保范围。

注： 除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

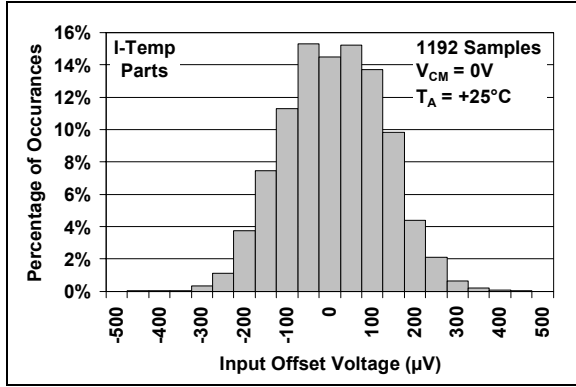


图 2-1： 输入失调电压
(工业温度级器件)

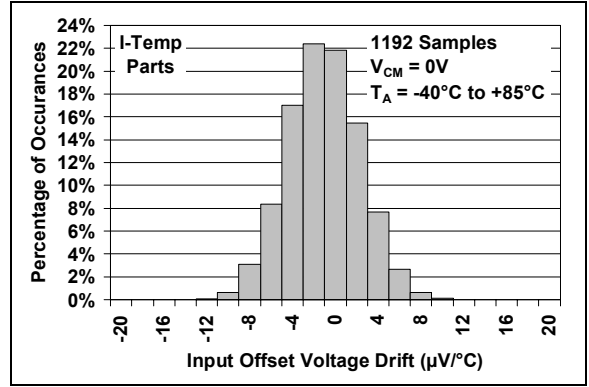


图 2-4： 输入失调电压漂移
(工业温度级器件)

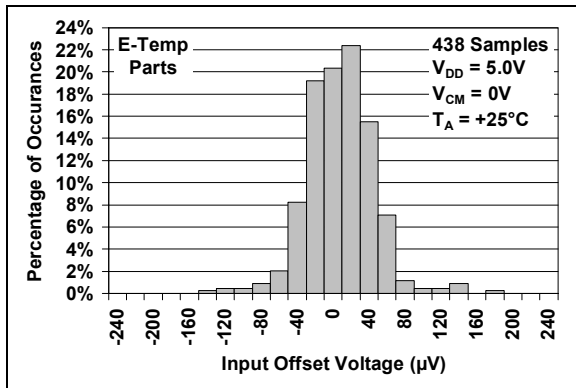


图 2-2： 输入失调电压
(扩展温度级器件)

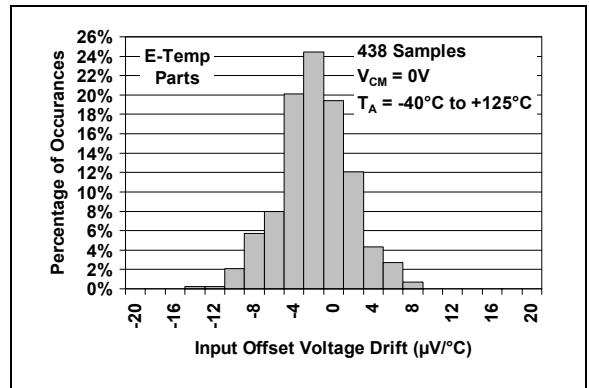


图 2-5： 输入失调电压漂移
(扩展温度级器件)

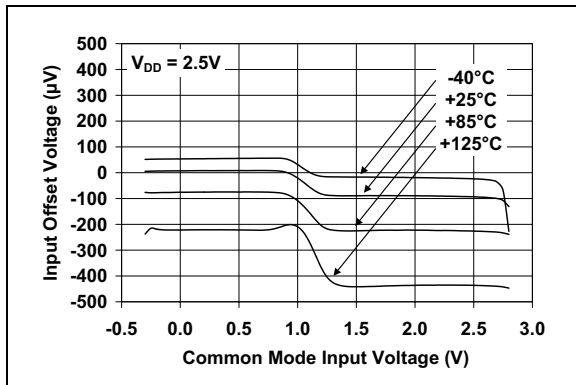


图 2-3： 输入失调电压—共模输入电压曲线 ($V_{DD} = 2.5\text{V}$)

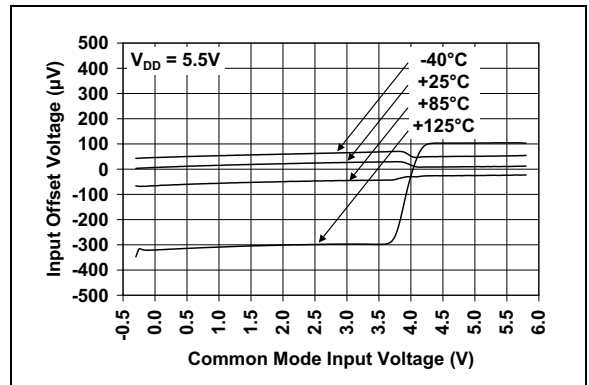


图 2-6： 输入失调电压—共模输入电压曲线 ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

MCP6021/1R/2/3/4

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

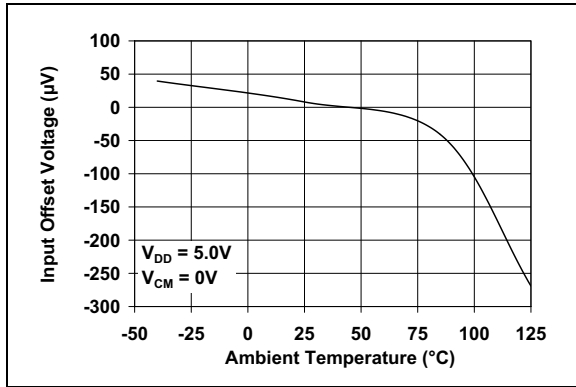


图 2-7: 输入失调电压—温度曲线

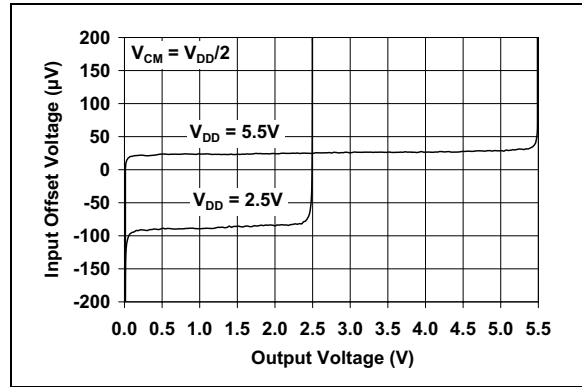


图 2-10: 输入失调电压—输出电压曲线

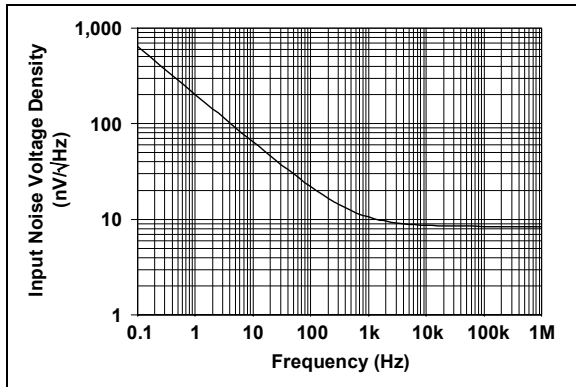


图 2-8: 输入噪声电压密度—频率曲线

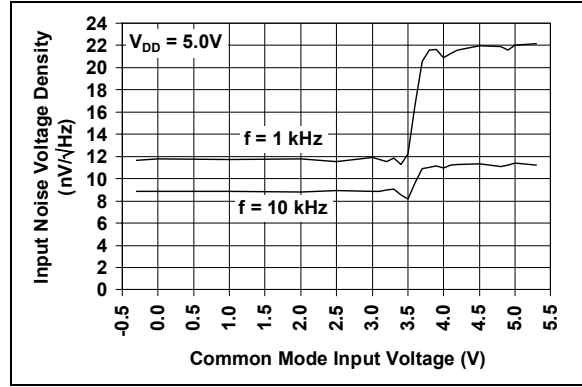


图 2-11: 输入噪声电压密度—共模输入电压曲线

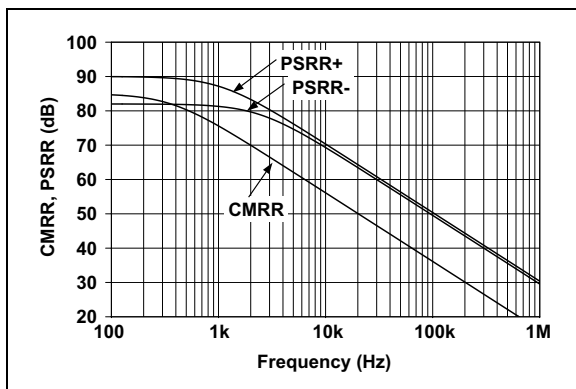


图 2-9: CMRR, PSRR—频率曲线

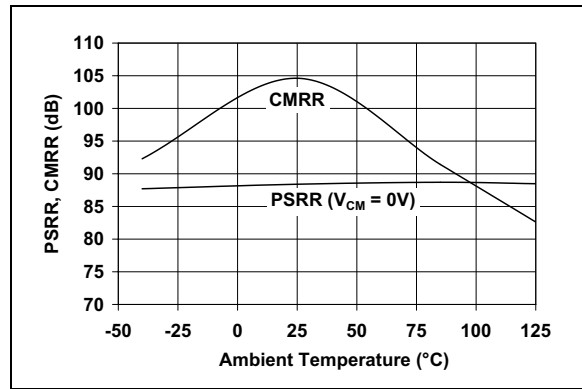


图 2-12: CMRR, PSRR—温度曲线

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

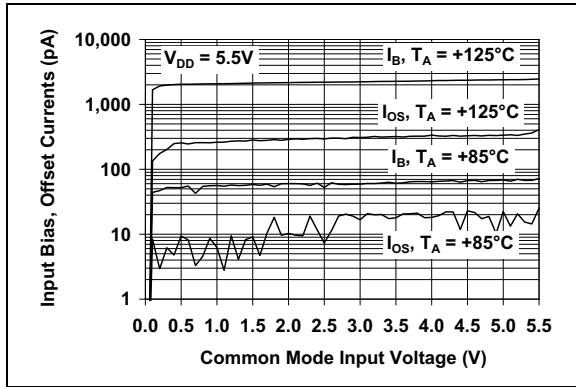


图 2-13: 输入偏置电流，输入失调电流—共模输入电压曲线

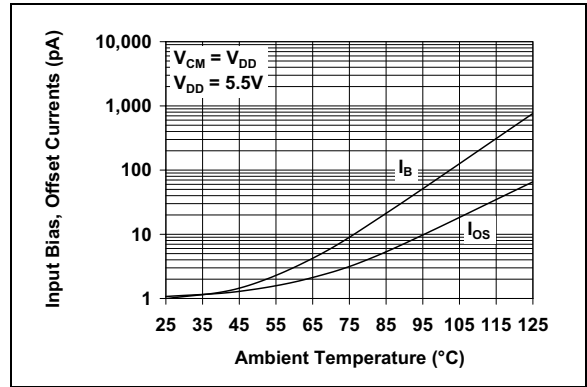


图 2-16: 输入偏置电流，输入失调电流—温度曲线

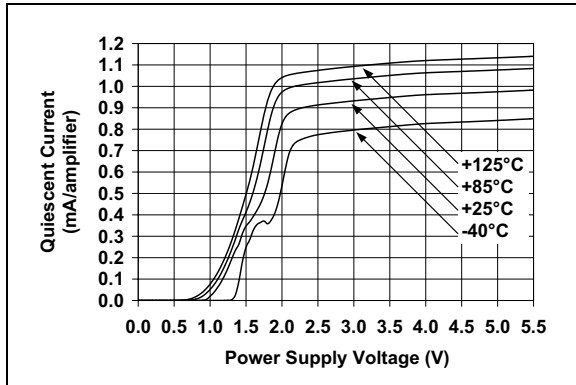


图 2-14: 静态电流—电源电压曲线

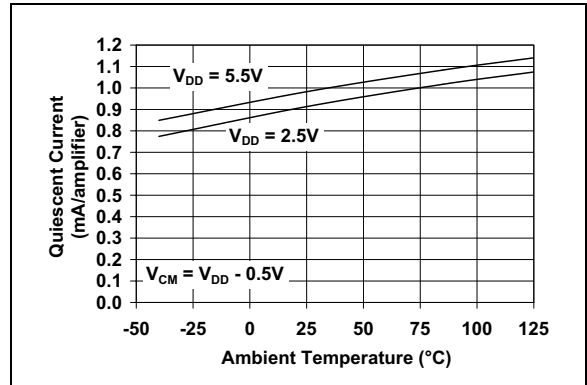


图 2-17: 静态电流—温度曲线

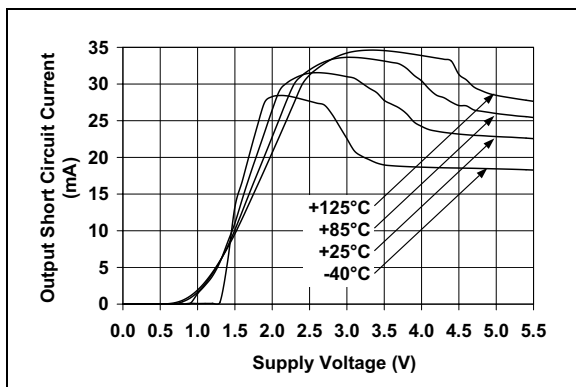


图 2-15: 输出短路电流—电源电压曲线

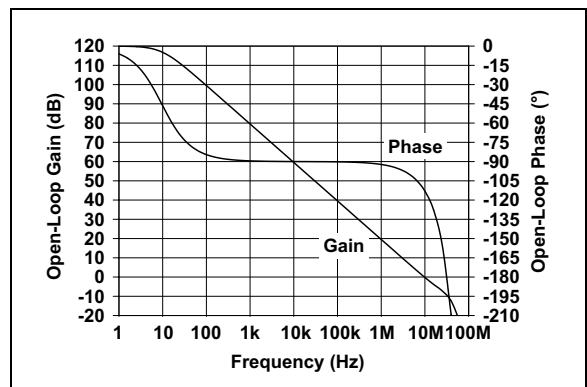


图 2-18: 开环增益，相位—频率曲线

MCP6021/1R/2/3/4

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

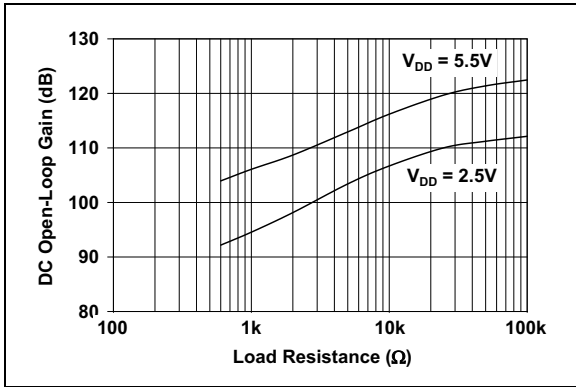


图 2-19: DC 开环增益—负载电阻曲线

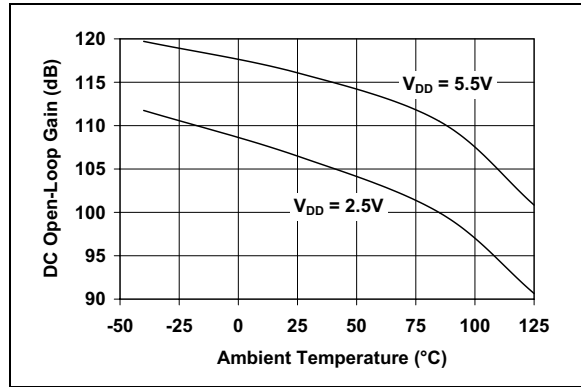


图 2-22: DC 开环增益—温度曲线

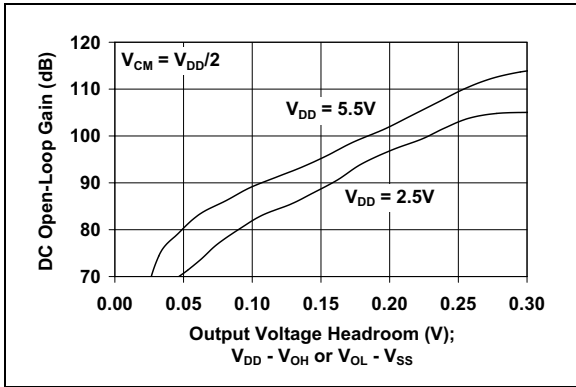


图 2-20: 小信号 DC 开环增益—输出电压余量曲线

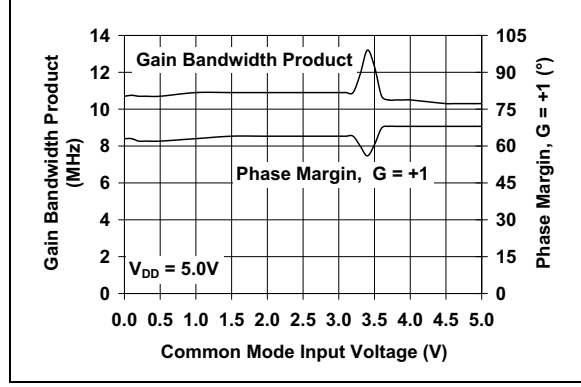


图 2-23: 增益带宽积，相位裕限—共模输入电压曲线

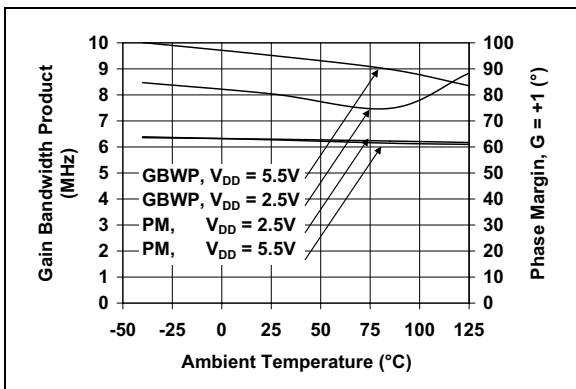


图 2-21: 增益带宽积，相位裕限—温度曲线

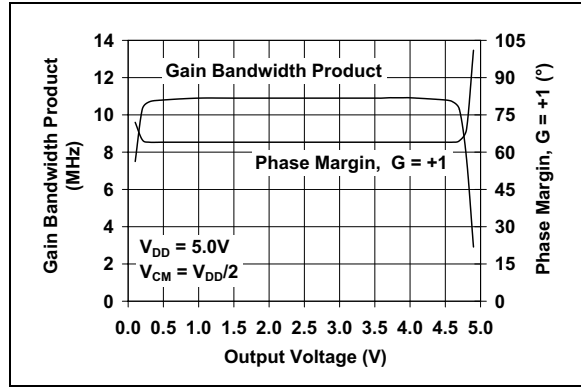


图 2-24: 增益带宽积，相位裕限—输出电压曲线

MCP6021/1R/2/3/4

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

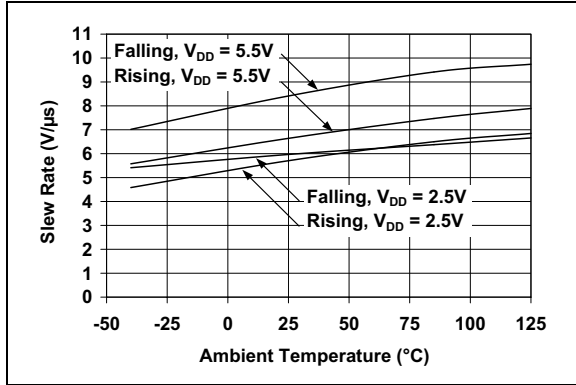


图 2-25: 转换率—温度曲线

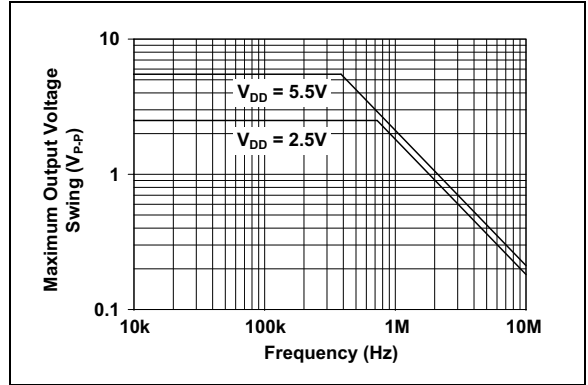


图 2-28: 最大输出电压摆幅—频率曲线

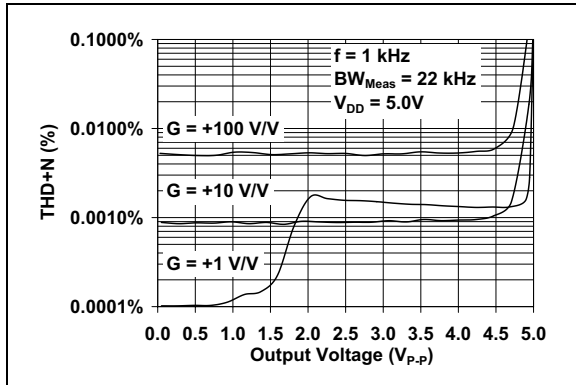


图 2-26: 最大谐波失真加噪声—输出电压曲线 ($f = 1\text{ kHz}$)

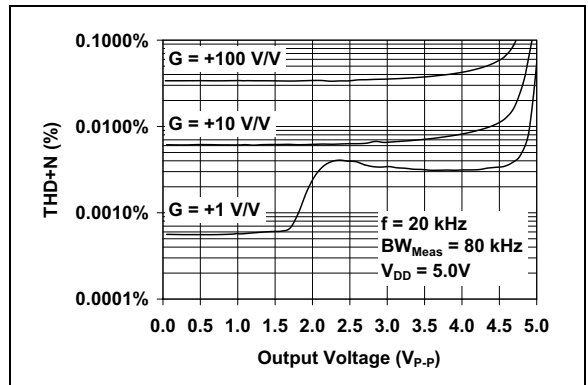


图 2-29: 最大谐波失真加噪声—输出电压曲线 ($f = 20\text{ kHz}$)

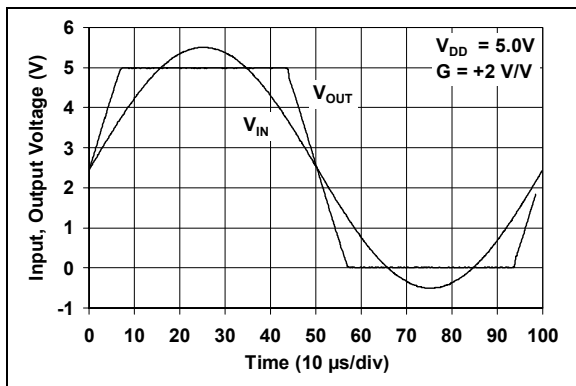


图 2-27: MCP6021/1R/2/3/4 系列运放在过驱动时未显示相位相反

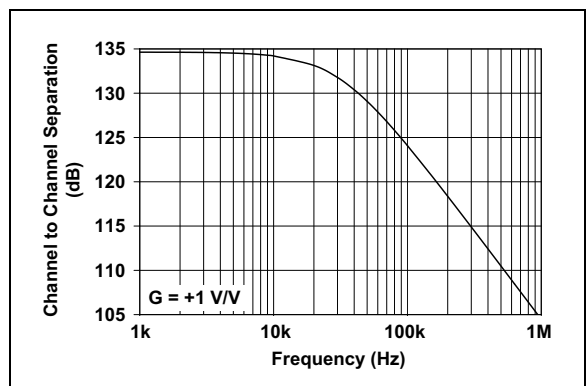


图 2-30: 通道至通道噪声隔离—频率曲线 (仅限 MCP6022 和 MCP6024)

MCP6021/1R/2/3/4

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

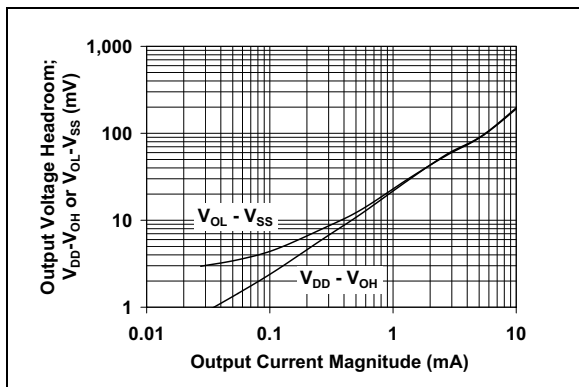


图 2-31: 输出电压余量—输出电流曲线

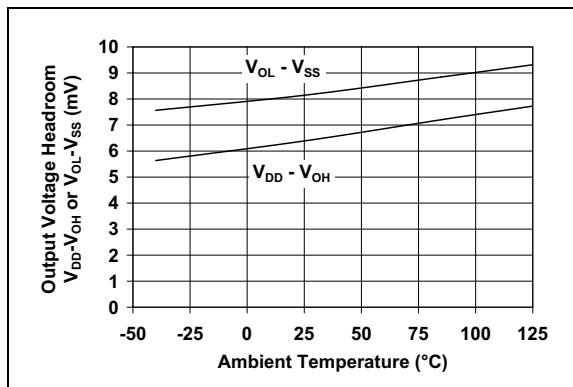


图 2-34: 输出电压余量—温度曲线

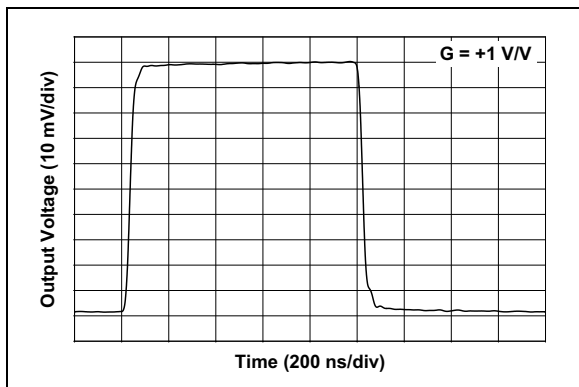


图 2-32: 小信号同相脉冲响应

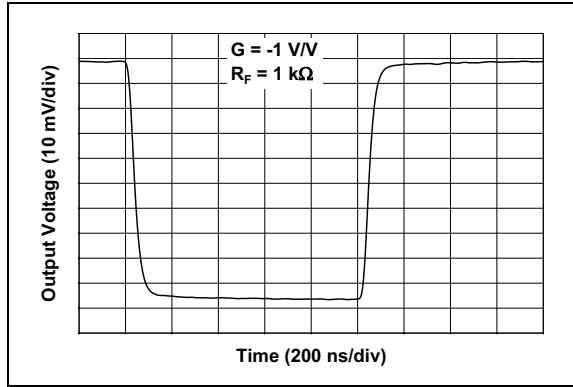


图 2-35: 小信号反相脉冲响应

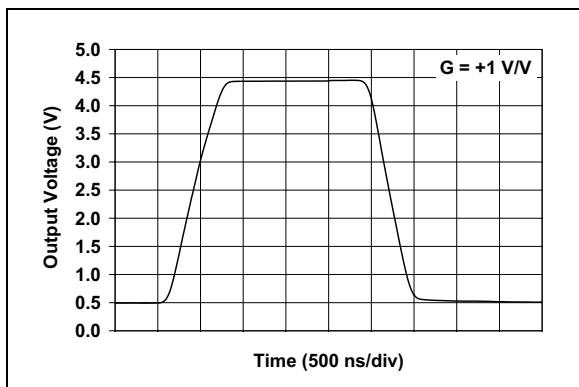


图 2-33: 大信号同相脉冲响应

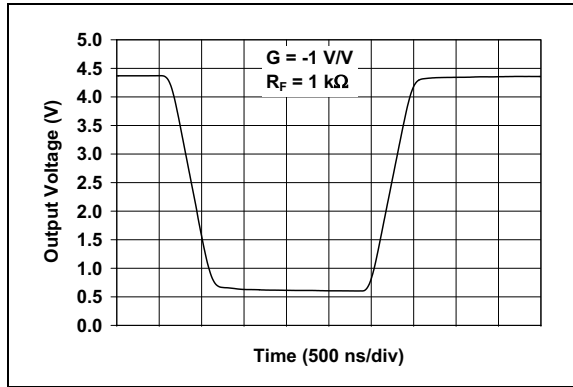


图 2-36: 大信号反相脉冲响应

注：除非另有说明， $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{DD} = +2.5\text{V}$ 至 $+5.5\text{V}$ ， $V_{SS} = \text{GND}$ ， $V_{CM} = V_{DD}/2$ ， $V_{OUT} \approx V_{DD}/2$ ， $R_L = 10\text{ k}\Omega$ 连到 $V_{DD}/2$ 且 $C_L = 60\text{ pF}$ 。

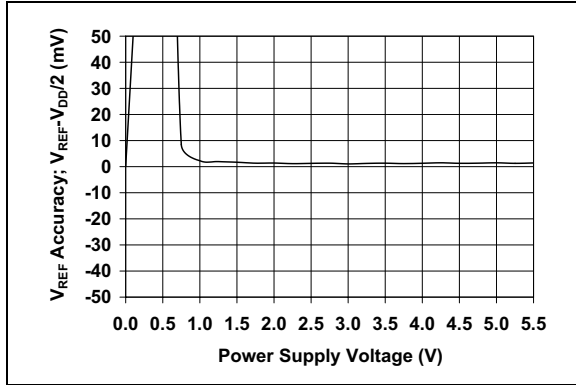


图 2-37: V_{REF} 准确度—电源电压曲线 (仅限 MCP6021 和 MCP6023)

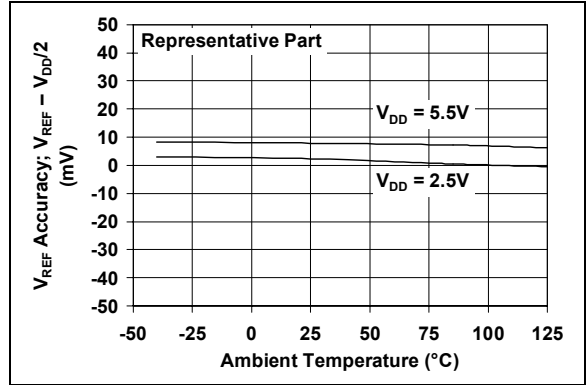


图 2-40: V_{REF} 准确度—温度曲线 (仅限 MCP6021 和 MCP6023)

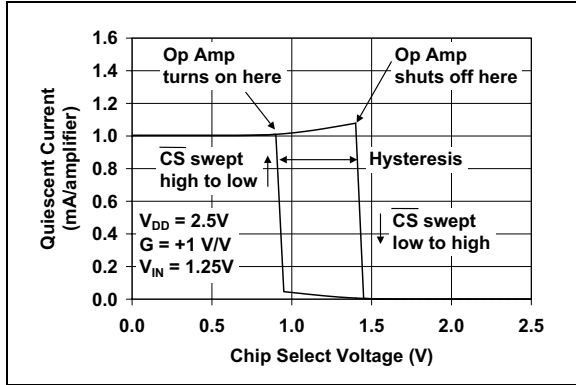


图 2-38: 片选 (\overline{CS}) 迟滞 (仅限 MCP6023) ($V_{DD} = 2.5\text{V}$)

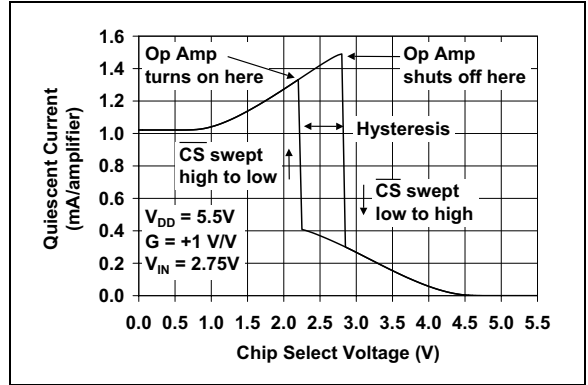


图 2-41: 片选 (\overline{CS}) 迟滞 (仅限 MCP6023) ($V_{DD} = 5.5\text{V}$)

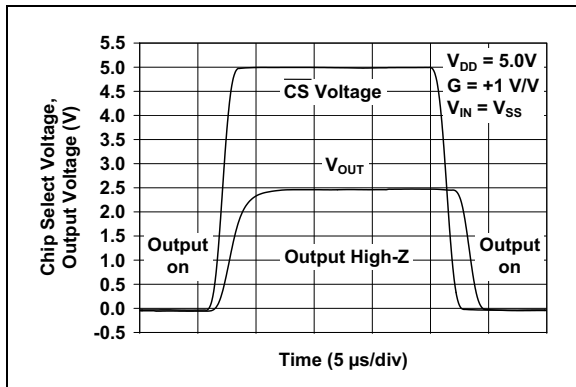


图 2-39: 片选 (\overline{CS}) 到放大器输出响应时间 (仅限 MCP6023)

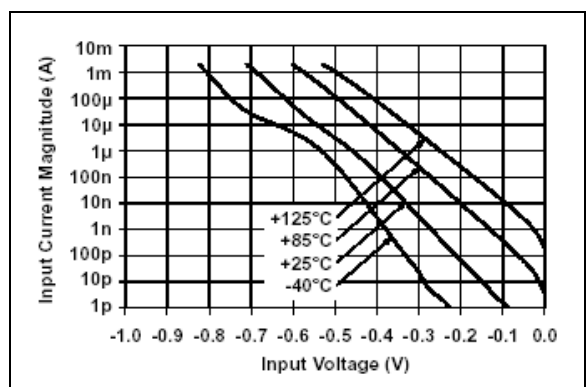


图 2-42: 测量的输入电流—输入电压 (低于 V_{SS})

MCP6021/1R/2/3/4

注:

3.0 引脚说明

表 3-1 给出了引脚说明。

表 3-1: 引脚说明表

MCP6021		MCP6021R	MCP6022	MCP6023	MCP6024	符号	说明
PDIP、SOIC、MSOP 和 TSSOP (注 1)	SOT-23-5	SOT-23-5 (注 2)	PDIP、SOIC 和 TSSOP	PDIP、SOIC 和 TSSOP	PDIP、SOIC 和 TSSOP		
6	1	1	1	6	1	V_{OUT+} , V_{OUTA}	模拟输出 (运放 A)
2	4	4	2	2	2	V_{IN-} , V_{INA-}	反相输入 (运放 A)
3	3	3	3	3	3	V_{IN+} , V_{INA+}	同相输入 (运放 A)
7	5	2	8	7	4	V_{DD}	电源正极
—	—	—	5	—	5	V_{INB+}	同相输入 (运放 B)
—	—	—	6	—	6	V_{INB-}	反相输入 (运放 B)
—	—	—	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	2	5	4	4	11	V_{SS}	电源负极
—	—	—	—	—	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)
5	—	—	—	5	—	V_{REF}	参考电压
—	—	—	—	8	—	\overline{CS}	片选
1, 8	—	—	—	1	—	NC	内部无连接

注 1: MCP6021 的 8 引脚 TSSOP 封装仅具有工业温度级器件。
注 2: MCP6021R 只具有 5 引脚 SOT-23 封装的扩展温度级器件。

3.1 模拟输出

运算放大器输出引脚均为低阻抗电压源。

3.2 模拟输入

运算放大器的同相和反相输入引脚均为低偏置电流的高阻抗 CMOS 输入。

3.3 参考电压 (V_{REF}) MCP6021 和 MCP6023

由单运放提供的电源中值参考电压 (5 引脚 SOT-23 封装除外), 是从内部连接到器件的非缓冲电阻分压器。

3.4 片选数字输入 (\overline{CS})

这是 CMOS 施密特触发输入, 它将器件置于低功耗操作模式。

3.5 电源 (V_{SS} 和 V_{DD})

电源正极引脚 (V_{DD}) 比电源负极引脚 (V_{SS}) 的电压高 2.5V 至 6.0V。器件正常工作时, 其他引脚的电压均介于 V_{SS} 和 V_{DD} 。

这些器件通常用于单 (正) 电源配置。在这种情况下, V_{SS} 连接到地且 V_{DD} 连接到电源。 V_{DD} 需要一个旁路电容。

MCP6021/1R/2/3/4

注:

4.0 应用信息

MCP6021/1R/2/3/4 系列运算放大器是以 Microchip 先进的 CMOS 工艺生产的。它们的单位增益稳定并且广泛适用于各种通用应用中。

4.1 轨对轨输入

4.1.1 相位反转

MCP6021/1R/2/3/4 系列运算放大器设计为当输入引脚电压超出供电电压时，防止相位反转。图 2-42 显示了当输入电压超过供电电压时都不出现相位反转的例子。

4.1.2 输入电压和电流限制

输入端的 ESD 保护电路如图 4-1 所示。采用此结构来保护输入晶体管，并使输入偏置电流 (I_B) 最小。当输入电压比 V_{SS} 低了超过一个二极管的电压时，输入 ESD 二极管将限制输入。此外，当输入电压远高于 V_{DD} 时，输入 ESD 二极管也起到限制作用；然后在规定范围内产生足以满足正常工作，并避免发生 ESD 事件的击穿电压。

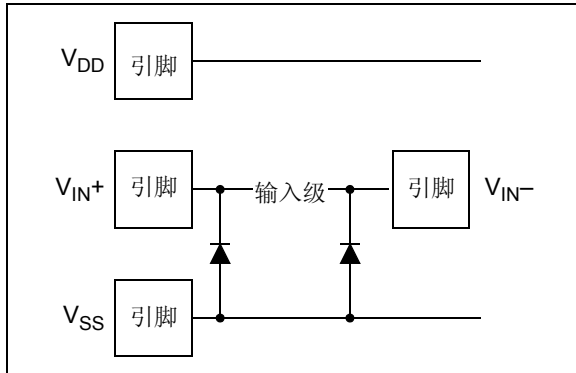


图 4-1: 简化的模拟输入 ESD 结构

为了防止对放大器的破坏和 / 或不当操作，必须限制所在电路的 V_{IN+} 和 V_{IN-} 引脚电流（及电压）（见第 1.0 节“电气特性”开始部分的绝对最大值）。图 4-2 给出了保护这些输入的推荐方法。内部 ESD 二极管防止输入引脚 (V_{IN+} 和 V_{IN-}) 的电压远低于地电平，电阻 R_1 和 R_2 限制了输入引脚中可能存在的电流。二极管 D_1 和 D_2 防止输入引脚电压 (V_{IN+} 和 V_{IN-}) 远大于 V_{DD} 。当如图搭建电路时，电阻 R_1 和 R_2 还限制了流经 D_1 和 D_2 的电流。

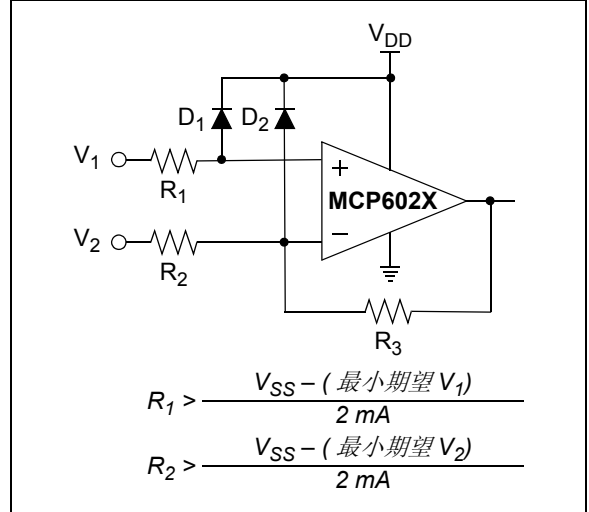


图 4-2: 模拟输入保护

此外，还可将二极管接在电阻 R_1 和 R_2 的左侧。此时，流经二极管 D_1 和 D_2 的电流需通过某些机制进行限制。电阻可作为浪涌电流限流器使用，流入输入引脚 (V_{IN+} 和 V_{IN-}) 的直流电流应非常小。

当共模电压 (V_{CM}) 低于地电平 (V_{SS}) 时将产生很大的输入电流，见图 2-42。高阻抗应用需要限制可用电压范围。

4.1.3 正常工作

MCP6021/1R/2/3/4 运放的输入级采用两个并联的差分 CMOS 输入级。一个工作在低共模输入电压 (V_{CM}) 下，另一个工作在高 V_{CM} 下。采用这种拓扑结构，器件工作在 V_{CM} 为 $V_{DD} + 0.3V$ 至 $V_{SS} - 0.3V$ 的范围内。

4.2 轨到轨输出

最大输出电压摆幅是在特定输出负载条件下的最大可能摆幅。根据电气特性表，当 $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ 时，输出可达每个输入轨的上下 20 mV 之内。有关典型性能曲线请参见图 2-31 和图 2-34。

4.3 容性负载

对于电压反馈运放来说，驱动大容量容性负载会导致稳定性问题。当容性负载增大时，反馈回路的相位裕量减小，并且闭环带宽也会变窄。这会使得频率响应产生增益尖峰，并在阶跃响应中产生过冲和振荡。

MCP6021/1R/2/3/4

当用这些运放来驱动大容量负载（如：当 $G = +1$ 时，容性负载 $> 60 \text{ pF}$ ）时，在输出端串联一个小电阻（如图 4-3 中的 R_{ISO} ）能使输出负载在高频时呈现阻态，从而改善反馈回路的相位裕量（稳定性）。然而，其带宽一般比没有容性负载的带宽窄。

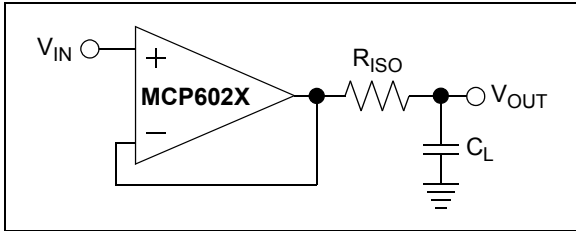


图 4-3: 输出电阻 R_{ISO} 稳定大容量容性负载

图 4-4 给出了不同容性负载和增益的 R_{ISO} 推荐值。x 轴为归一化容性负载 (C_L/G_N)，其中 G_N 是电路的噪声增益。对于同相增益， G_N 等于信号增益。而对于反相增益， G_N 为 $1+|\text{信号增益}|$ （例如：若信号增益为 -1 V/V ，则 $G_N = +2 \text{ V/V}$ ）。

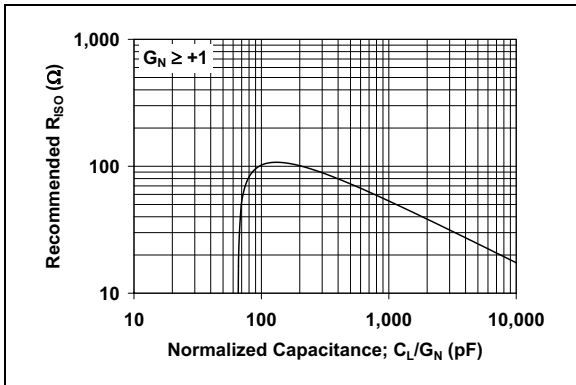


图 4-4: 容性负载的 R_{ISO} 推荐值

在电路中选定 R_{ISO} 后，再次查看产生的频率响应峰值和是否产生阶跃响应过冲。修正 R_{ISO} 的值直到有合理的响应。进行基准评估和利用 MCP6021/1R/2/3/4 的 SPICE 宏模型来仿真将很有帮助。

4.4 增益峰值

图 2-35 和图 2-36 使用 $R_F = 1 \text{ k}\Omega$ 来避免（频率响应）增益峰值和（阶跃响应）过冲。位于反相输入端接地的电容 (C_G) 等于运放的共模输入电容加上板的寄生电容。 C_G 与 R_G 并联，使得高频增益增加，从而使同相增益大于 1 V/V （单位增益）。 C_G 还可减少同相和反相增益反馈回路中的相位裕量。

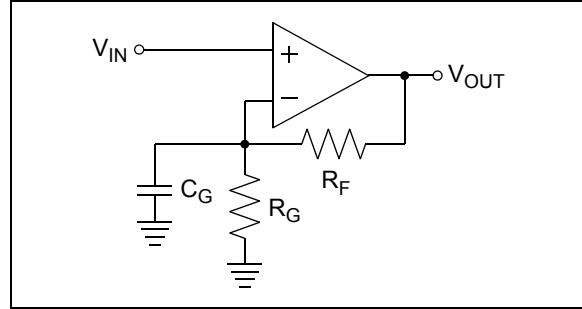


图 4-5: 带寄生电容的同相增益电路

图 4-5 中应使用的 R_F 最大值是噪声增益（见第 4.3 节“容性负载”中的 G_N ）的函数。图 4-6 显示了各种条件下的结果。也可采用其他补偿方式，不过设计起来都比较复杂。

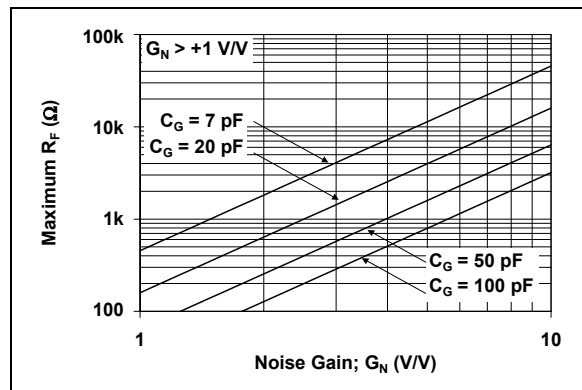


图 4-6: 带寄生电容的同相增益电路

4.5 MCP6023 片选功能 (\overline{CS})

MCP6023 是一款带片选 (\overline{CS}) 功能的单运算放大器。当 \overline{CS} 为高电平时，供电电流低于 10 nA （典型值），并从 \overline{CS} 引脚流到 V_{SS} 引脚，此时放大器的输出为高阻态。当 \overline{CS} 为低电平时，放大器使能。 \overline{CS} 引脚有一个 $5 \text{ M}\Omega$ （典型值）的内部下拉电阻与 V_{SS} 相连，所以如果 \overline{CS} 引脚悬空，放大器可能无法正常工作。图 1-1 和图 2-29 显示了对一个 \overline{CS} 脉冲的输出电压和供电电流响应。

4.6 MCP6021 和 MCP6023 的参考电压

非 5 引脚 SOT-23 封装的单运放 (MCP6021 和 MCP6023) 具有一个内部连到 V_{REF} 引脚的电源电压中值参考电压 (参见图 4-7)。MCP6021 的 \overline{CS} 内部连到 V_{SS} , 这样使得运放始终保持开启状态, 并提供一个等于电源电压中值的参考电压。在 MCP6023 中, 将 \overline{CS} 引脚拉高可关断运放和 V_{REF} 电路以节省功耗。将 \overline{CS} 引脚拉低可开启运放和 V_{REF} 电路。

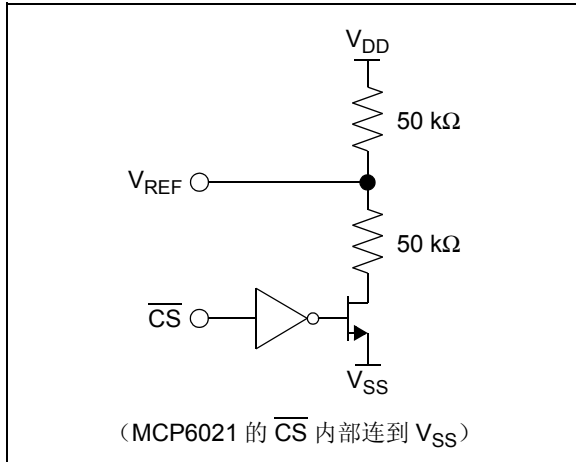


图 4-7: 简化的内部 V_{REF} 电路 (仅用于 MCP6021 和 MCP6023)

图 4-8 所示为使用电源电压中值参考电压的同相增益电路。隔直电容 (C_B) 通过将运放的输入耦合到电源也能降低噪声。

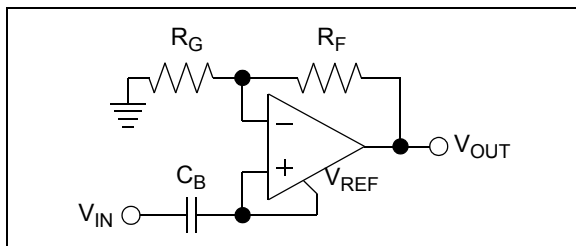


图 4-8: 使用 V_{REF} 的同相增益电路 (仅用于 MCP6021 和 MCP6023)

为了在反相增益电路中使用电源电压中值的内部参考电压, 将 V_{REF} 引脚连到同相输入端, 如图 4-9 所示。电容 C_B 有助于减小输出端的电源电压噪声。

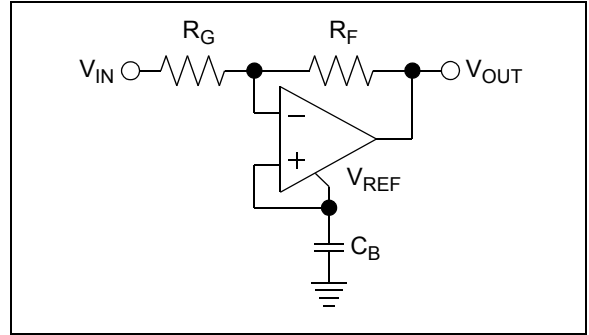


图 4-9: 使用 V_{REF} 的反相增益电路 (仅用于 MCP6021 和 MCP6023)

如果不需要使用电源电压中值的内部参考电压, 将 V_{REF} 引脚悬空。

4.7 电源旁路

在使用这个系列运算放大器时, 电源引脚 (单电源供电时的 V_{DD}) 上应该接一个旁路电容 (0.01 μF 至 0.1 μF), 连接位置距电源引脚 2 mm 以内, 以获得良好的高频性能。该引脚还需要一个大电容 (1 μF 或更大), 连接位置距电源引脚 100 mm 以内, 用以提供缓慢的大电流。这个大电容可以和其他模拟元件共用。

4.8 未使用的运算放大器

在四路封装 (MCP6024) 中, 未使用的运算放大器应如图 4-10 进行配置。这些电路用来防止触发输出和串扰。电路 A 将运放设置为最小噪声增益。电阻分压器产生在运放输出电压范围内的任意所需参考电压; 运放对该参考电压进行缓冲。电路 B 采用最少元件数, 并作为比较器工作, 但其可能消耗较多的电流。

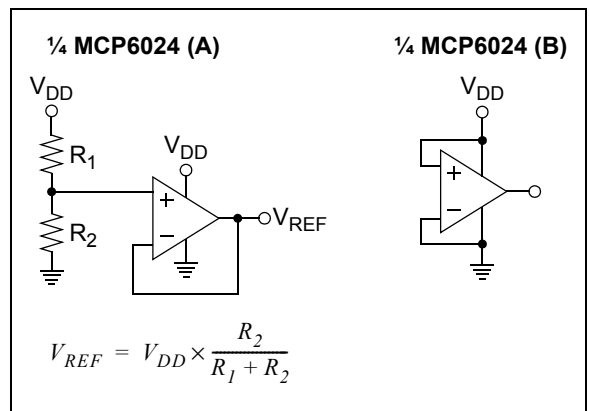


图 4-10: 未使用的运算放大器

MCP6021/1R/2/3/4

4.9 印刷电路板表面泄漏电流

对那些必须保证较低输入偏置电流的应用来说，必须考虑印刷电路板（Printed Circuit Board, PCB）表面的泄漏电流。电路板表面泄漏电流是由于电路板潮湿、积尘或其他污渍而产生的。在湿度很低的条件下，相邻走线之间的典型电阻值为 $10^{12}\Omega$ 。5V 的压差为 5V 会产生 5 pA 的泄漏电流，这一电流比 MCP6021/1R/2/3/4 系列在 +25°C 时的偏置电流（典型值 1 pA）还大。

要减小电路板表面泄漏电流，最简单的方法是在敏感的引脚（或走线）外围设置保护环。保护环的偏置电压与敏感引脚的偏置电压相同。图 4-11 所示为这种布局的一个实例。

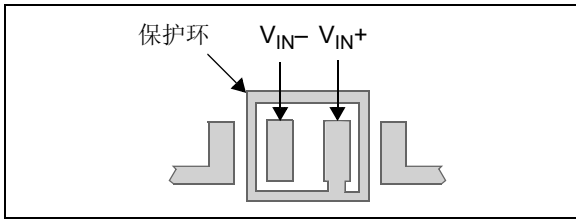


图 4-11: 保护环布局实例

1. 同相增益和单位增益缓冲器：
 - a) 将保护环连接到反相输入引脚 (V_{IN-})。这将使保护环偏置为共模输入电压。
 - b) 用一根不和 PCB 表面接触的导线将同相输入引脚 (V_{IN+}) 与输入端相连。
2. 对于反相增益（图 4-11）和跨阻抗增益放大器（将电流转换为电压的放大器，如光电检测器）：
 - a) 将保护环连接到同相输入引脚 (V_{IN+})。这将使保护环的偏置电压与运放输入引脚的参考电压（例如 $V_{DD}/2$ 或地）相同。
 - b) 用一根不和 PCB 表面接触的导线将反相输入引脚 (V_{IN-}) 与输入端相连。

4.10 高速 PCB 设计

由于它们的高速性能，在 PCB 布局中只要更加仔细一些就能使这些运放的性能有显著的不同。良好的 PCB 布局技术有助于实现第 1.0 节“电气特性”和第 2.0 节“典型性能曲线”中的器件性能，同时也有助于减少电磁兼容性（Electro-Magnetic Compatibility, EMC）问题。

使用稳固的地平面并以最短的走线将旁路电容连到这个平面。这将防止电感和电容的串扰。

将数字和模拟、低速和高速、低功率和高功率电路区分开来。这样有助于减少干扰。

使敏感的走线尽量短且直。将它们与干扰元件和走线隔离。在高频（上升时间短）信号的应用中，这点尤其重要。

有时在受干扰的走线附近放置保护环有助于改善这种情况。保护环应放置在走线的两侧，并尽可能接近走线。将保护环的走线两端均连接到地平面，若走线较长则将其从中间连接到地平面。

使用同轴电缆（或低电感导线）引导 PCB 发送和接收的信号和功率。

4.11 典型应用

4.11.1 A/D 转换器驱动器和抗混叠滤波器

图 4-12 显示了一个可用作 A/D 转换器驱动器的三阶巴特沃斯滤波器。它有 20 kHz 的带宽和合理的阶跃响应。它能很好地工作在 80 ksp/s 或更大的转换速率下（它在 60 kHz 频率下有 29 dB 的衰减）。

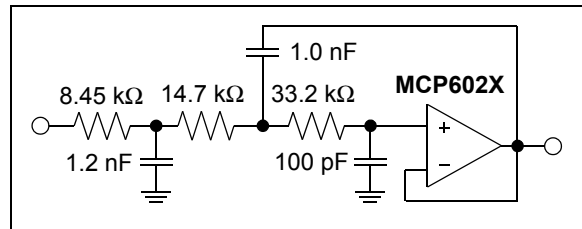


图 4-12: 截止频率为 20 kHz 的 A/D 转换器驱动器和抗混叠滤波器

这个滤波器可以通过将所有的电容乘上同一个系数来轻易地调节用于另一带宽。或者，也可将所有的电阻依另一个系数调节来改变带宽。

4.11.2 光电检测器放大器

图 4-13 显示了在光电检测器电路中用作跨导放大器的 MCP6021 运放。光电检测器看起来像一个容性电流源，因而 $100\text{ k}\Omega$ 的电阻可将输入信号增益到一个合理的电平。 5.6 pF 的电容使这个电路稳定并产生一个平直的频率响应，其带宽为 370 kHz 。

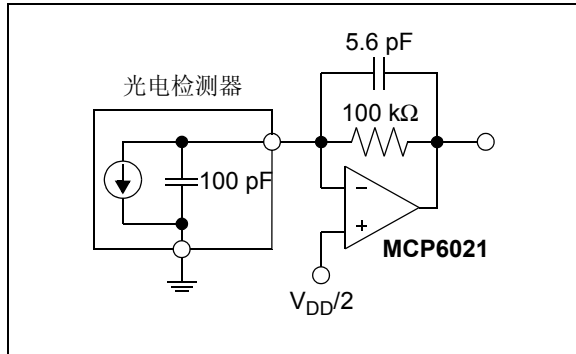


图 4-13: 用于光电检测的跨导放大器

MCP6021/1R/2/3/4

注:

5.0 设计帮助

Microchip 为 MCP6021/1R/2/3/4 系列运算放大器提供基本的设计工具。

5.1 SPICE 宏模型

Microchip 网站 www.microchip.com 上提供了最新的 MCP6021/1R/2/3/4 运算放大器的 SPICE 宏模型。该模型旨在提供一个初始设计工具，它在室温条件下和运放工作在线性区内表现最佳。欲了解有关 SPICE 模型功能的信息，请参见模型文件。

基准测试是任何设计中极为重要的一个环节，不能用仿真替代。而且，利用此宏模型得到的仿真结果应与数据手册上的技术参数和特性曲线相比较来进行验证。

5.2 FilterLab[®] 软件

Microchip 的 FilterLab[®] 软件是一款简化模拟有源滤波器（使用运算放大器）设计的新型软件。可通过 Microchip 网站 www.microchip.com/filterlab 免费下载，FilterLab 设计工具提供了标注有元件值的完整滤波器原理图。还可采用 SPICE 格式输出滤波器电路，将其与宏模型组合使用可以模拟真实滤波器的性能。

5.3 Mindi[™] 电路设计器和模拟器

Microchip 的 Mindi[™] 电路设计器和模拟器可帮助设计各种用于有源滤波器、放大器和功耗管理应用的电路。这是 Microchip 网站 www.microchip.com/mindi 上免费提供的在线电路设计和模拟工具。这款交互性电路设计器和模拟器可帮助设计人员快速生成电路图并对电路进行模拟。使用 Mindi 电路设计器和模拟器开发的电路可以下载到个人计算机或工作站中。

5.4 Microchip 高级器件选型器 (MAPS)

MAPS 是一款可帮助半导体专业人士有效确认 Microchip 器件是否符合特定设计要求的软件工具。Microchip 网站 www.microchip.com/maps 上免费提供该产品，MAPS 是涵盖 Microchip 所有产品线（包括模拟、存储器、MCU 和 DSC）的综合选择工具。使用该工具，您可以定义一个筛选器对器件进行分类，以按参数搜索器件，并导出平行技术比较报告。它还提供到 Microchip 器件的数据手册、购买和样片信息的有用链接。

5.5 模拟演示和评估板

Microchip 提供广泛的模拟演示板和评估板，以帮助您的设计快速面市。关于这些电路板以及相应的用户指南和技术信息的完整列表，请访问 Microchip 网站：www.microchip.com/analogtools。

下列为一些有用的演示板和评估板：

- 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
- 8 引脚 SOIC/MSOP/TSSOP/DIP 评估板，P/N: SOIC8EV
- 14 引脚 SOIC/TSSOP/DIP 评估板，P/N: SOIC14EV

5.6 应用笔记

下列 Microchip 应用笔记可从 Microchip 网站：www.microchip.com/appnotes 下载，并推荐为补充参考资料。

- **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

以下设计指南中列出了上述应用笔记和其他参考文档：“*Signal Chain Design Guide*”，DS21825

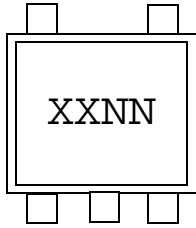
MCP6021/1R/2/3/4

注:

6.0 封装信息

6.1 封装标识信息

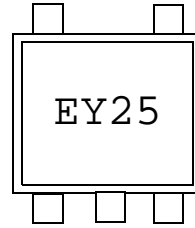
5 引脚 SOT-23 (MCP6021/MCP6021R)



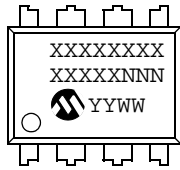
器件	扩展温度级代码
MCP6021	EYNN
MCP6021R	EZNN

注： 适用于 5 引脚 SOT-23

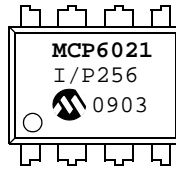
示例 (扩展温度级)



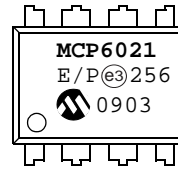
8 引脚 PDIP (300 mil)



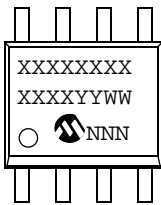
示例



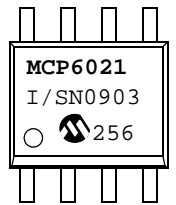
或



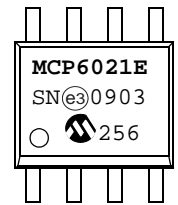
8 引脚 SOIC (150 mil)



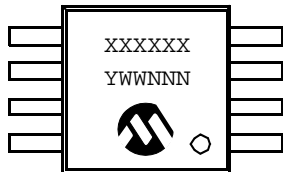
示例



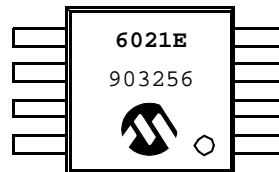
或



8 引脚 MSOP



示例



8 引脚 TSSOP



示例



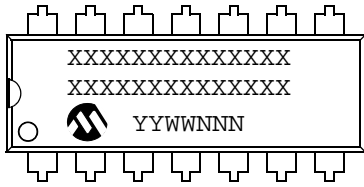
图注: XX...X 用户特定信息
 YY 年份代码 (日历年的后两位数字)
 WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
 NNN 以字母数字排序的追踪代码
 ⓔ 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志。
 * 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 (ⓔ) 标示于此种封装的外包装上。

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。

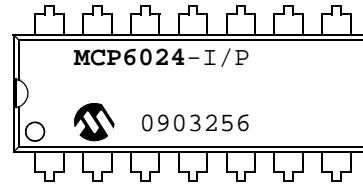
MCP6021/1R/2/3/4

封装标识信息 (续)

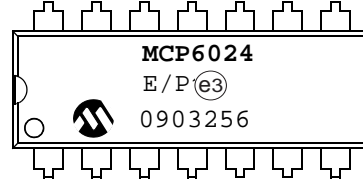
14 引脚 PDIP (300 mil) (MCP6024)



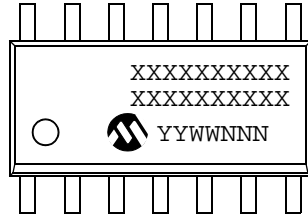
示例



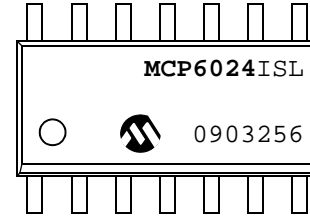
或



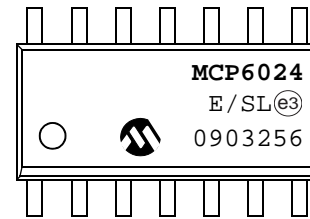
14 引脚 SOIC (150 mil) (MCP6024)



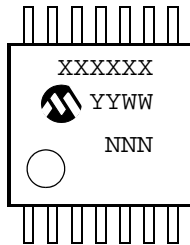
示例



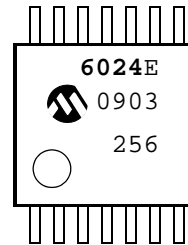
或



14 引脚 TSSOP (MCP6024)

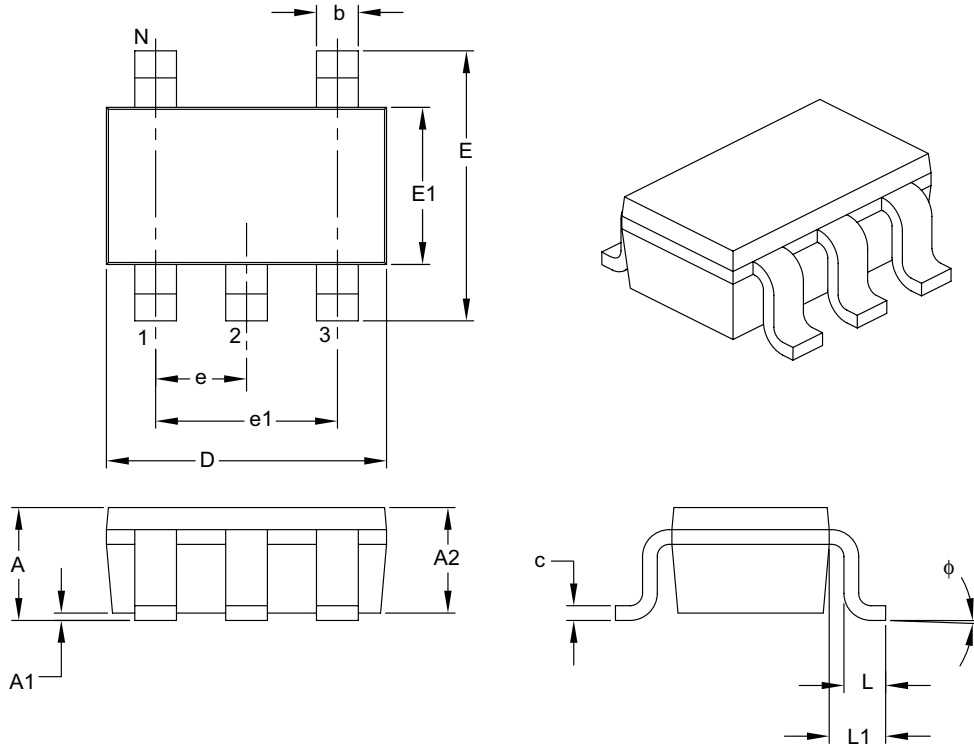


示例



5 引脚塑封小外形晶体管封装 (OT) [SOT-23]

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	5		
Lead Pitch	e	0.95 BSC		
Outside Lead Pitch	e1	1.90 BSC		
Overall Height	A	0.90	–	1.45
Molded Package Thickness	A2	0.89	–	1.30
Standoff	A1	0.00	–	0.15
Overall Width	E	2.20	–	3.20
Molded Package Width	E1	1.30	–	1.80
Overall Length	D	2.70	–	3.10
Foot Length	L	0.10	–	0.60
Footprint	L1	0.35	–	0.80
Foot Angle	ϕ	0°	–	30°
Lead Thickness	c	0.08	–	0.26
Lead Width	b	0.20	–	0.51

Notes:

- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.127 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

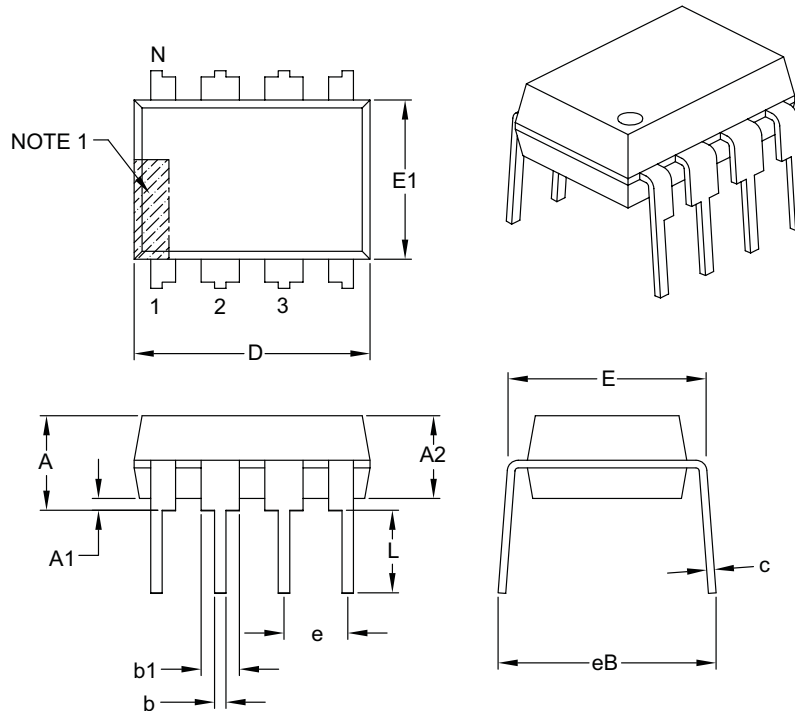
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-091B

MCP6021/1R/2/3/4

8 引脚塑封双列直插封装 (P) —— 300mil 主体 [PDIP]

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



		Units	INCHES		
Dimension Limits			MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N		8		
Pitch	e		.100 BSC		
Top to Seating Plane	A	–	–	–	.210
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.195	
Base to Seating Plane	A1	.015	–	–	
Shoulder to Shoulder Width	E	.290	.310	.325	
Molded Package Width	E1	.240	.250	.280	
Overall Length	D	.348	.365	.400	
Tip to Seating Plane	L	.115	.130	.150	
Lead Thickness	c	.008	.010	.015	
Upper Lead Width	b1	.040	.060	.070	
Lower Lead Width	b	.014	.018	.022	
Overall Row Spacing §	eB	–	–	–	.430

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
- § Significant Characteristic.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

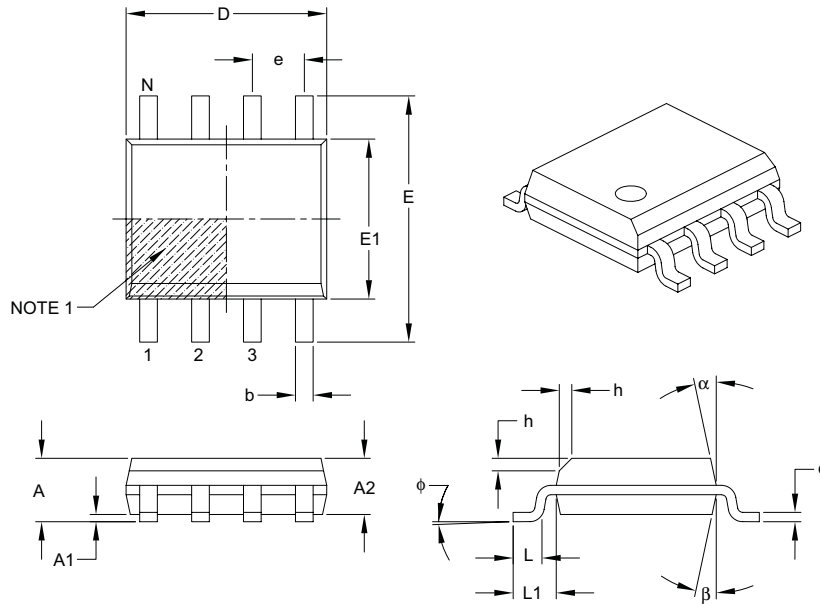
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-018B

MCP6021/1R/2/3/4

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

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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 0.15 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

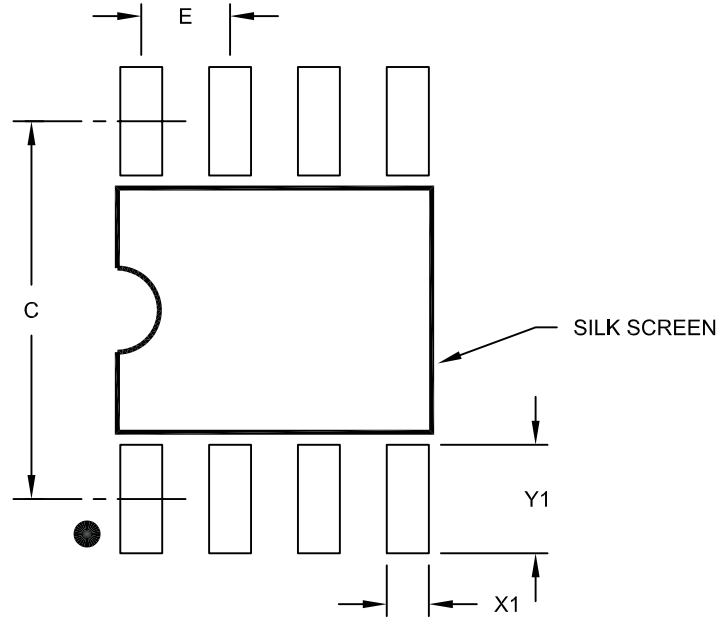
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-057B

MCP6021/1R/2/3/4

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

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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

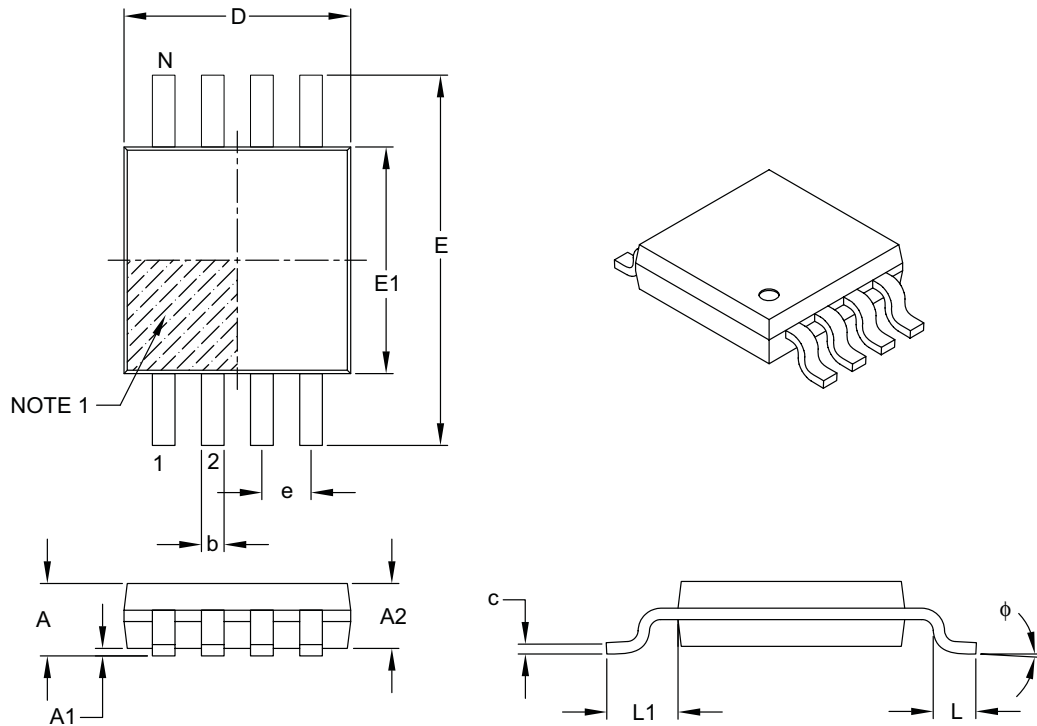
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2057A

MCP6021/1R/2/3/4

8 引脚塑封微型小外形封装 (MS) [MSOP]

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	-	-	1.10
Molded Package Thickness	A2	0.75	0.85	0.95
Standoff	A1	0.00	-	0.15
Overall Width	E	4.90 BSC		
Molded Package Width	E1	3.00 BSC		
Overall Length	D	3.00 BSC		
Foot Length	L	0.40	0.60	0.80
Footprint	L1	0.95 REF		
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.08	-	0.23
Lead Width	b	0.22	-	0.40

Notes:

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

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

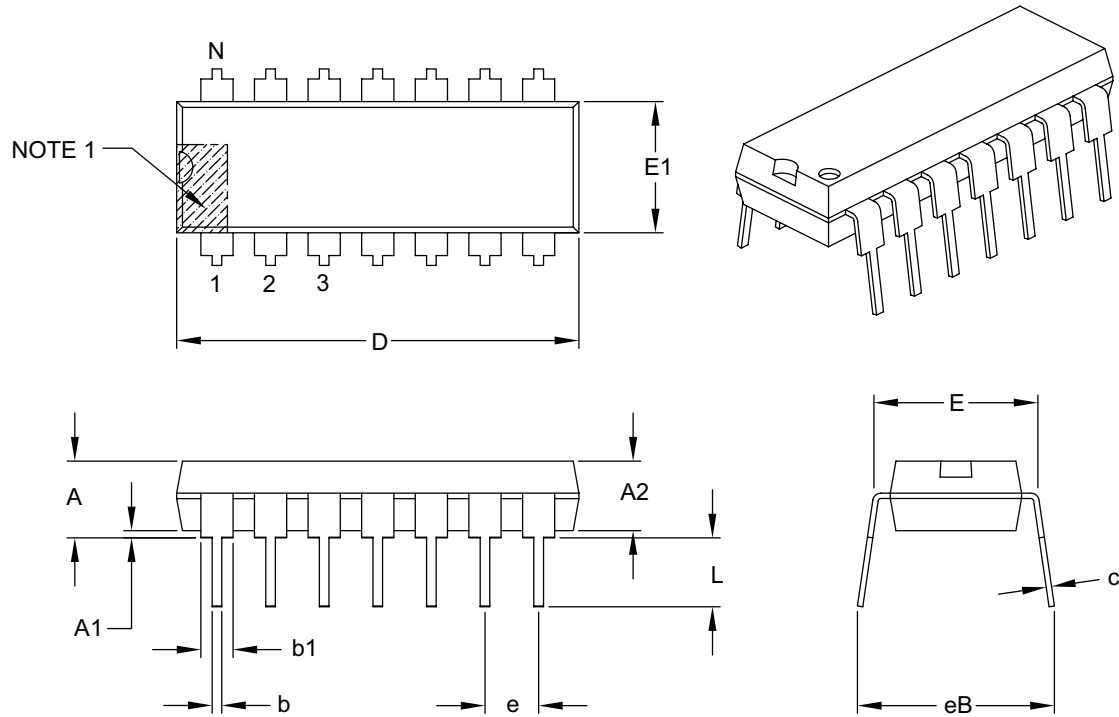
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-111B

MCP6021/1R/2/3/4

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

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



Dimension Limits	Units	INCHES		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	.100 BSC		
Top to Seating Plane	A	—	—	.210
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.195
Base to Seating Plane	A1	.015	—	—
Shoulder to Shoulder Width	E	.290	.310	.325
Molded Package Width	E1	.240	.250	.280
Overall Length	D	.735	.750	.775
Tip to Seating Plane	L	.115	.130	.150
Lead Thickness	c	.008	.010	.015
Upper Lead Width	b1	.045	.060	.070
Lower Lead Width	b	.014	.018	.022
Overall Row Spacing §	eB	—	—	.430

Notes:

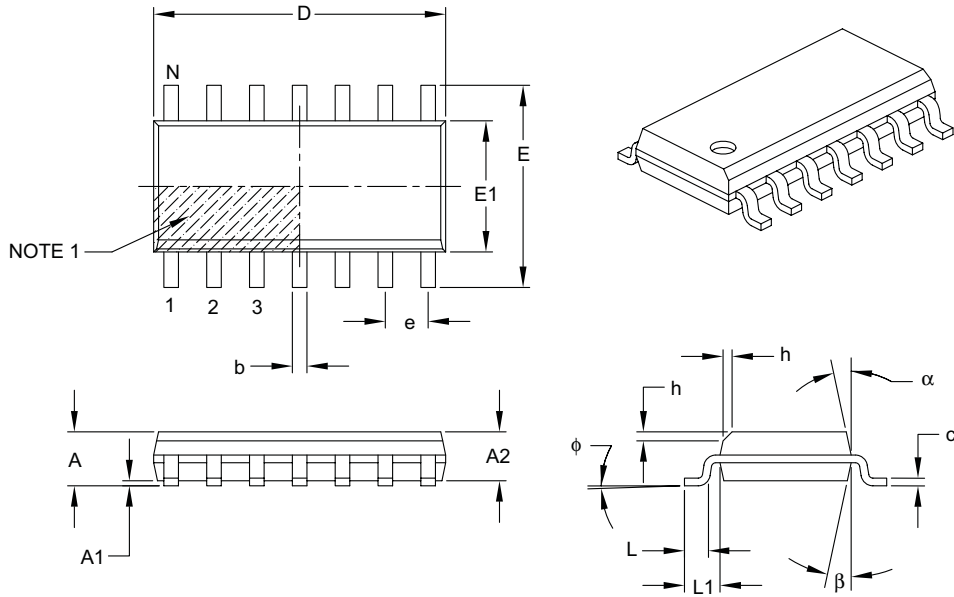
- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
- § Significant Characteristic.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

Microchip Technology Drawing C04-005B

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

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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		
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 0.15 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

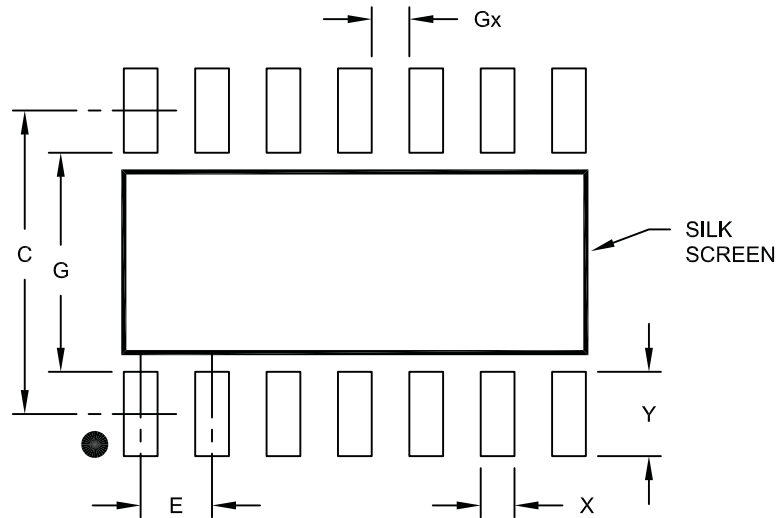
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-065B

MCP6021/1R/2/3/4

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

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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:

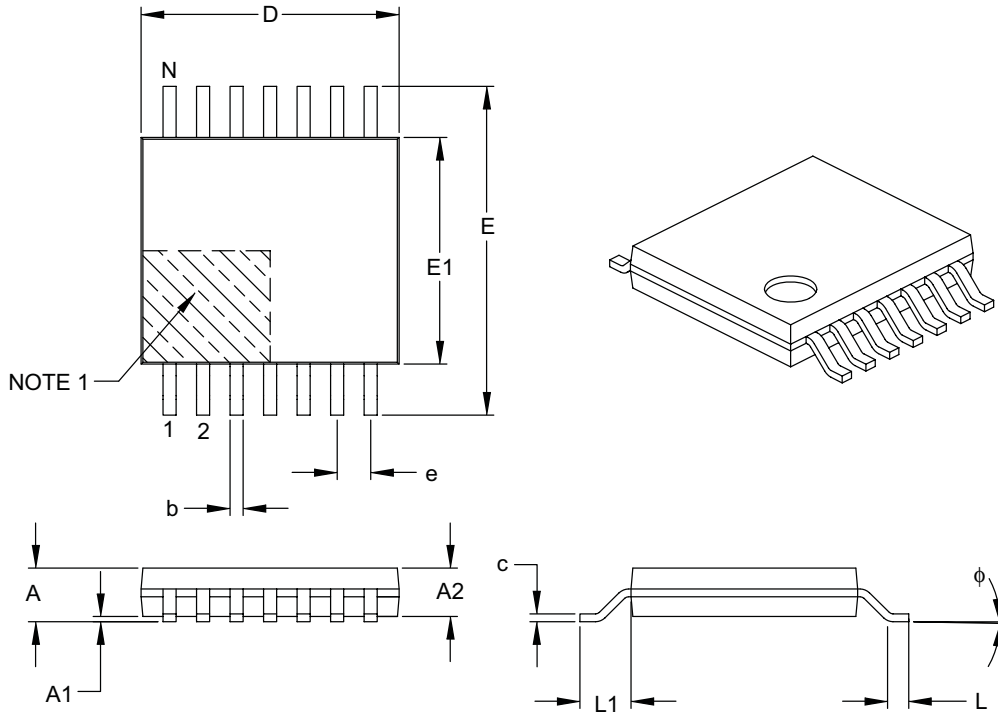
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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) —— 4.4 mm 主体 [TSSOP]

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 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.

Microchip Technology Drawing C04-087B

MCP6021/1R/2/3/4

注:

附录 A: 版本历史

版本 D (2009 年 2 月)

以下是修改清单:

1. 在全文中将所有的 6.0V 参考值改回 5.5V。
2. **设计辅助工具:** 修改 Mindi 模拟工具的名称。
3. **第 1.0 节“电气特性”，直流特性:** 修正“最大输出电压摆幅”的条件，将 0.9V 输入过驱修改为 0.5V 输入过驱。
4. **第 1.0 节“电气特性”，交流特性:** 将相位容限条件从 $G = +1$ 修改为 $G = +1 \text{ V/V}$ 。
5. **第 1.0 节“电气特性”，交流特性:** 修改稳定时间, 0.2% 的条件, 从 $G = +1$ 改为 $G = +1 \text{ V/V}$ 。
6. **第 1.0 节“电气特性”:** 添加第 1.1 节“测试电路”。
7. **第 5.0 节“设计帮助”:** 修改 Mindi 模拟工具的名称。在**第 5.5 节“模拟演示和评估板”**中添加新的演示板和评估板, 在**第 5.6 节“应用笔记”**中添加新的应用笔记。
8. **更新附录 A: “版本历史”。**

版本 C (2006 年 3 月)

以下是修改清单:

1. 向单运放 MCP6021 和 MCP6021R 添加 5 引脚 SOT-23 封装选项 (仅扩展温度级)。
2. 向扩展温度级的单运放添加 8 引脚 MSOP 封装选项 (MCP6021)。
3. 在首页修正双运放的封装外形图 (MCP6022)。
4. 在**第 2.0 节“典型性能曲线”**中声明规范条件 (I_{SC} 、PM 和 THD+N)。
5. 添加**第 3.0 节“引脚说明”**。
6. 更新**第 4.0 节“应用信息”**中对于 THD+N、未使用运放和增益峰值的讨论。
7. 修正和更新**第 6.0 节“封装信息”**中的封装标识信息。
8. 添加**附录 A: “版本历史”。**

版本 B (2003 年 11 月)

- 本文档的第二版。

版本 A (2001 年 11 月)

- 本文档的初始版本。

MCP6021/1R/2/3/4

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。

器件编号	X	/XX	
器件	温度范围	封装	
器件:	MCP6021 单运放 MCP6021T 单运放 (SOT-23、SOIC、TSSOP 和 MSOP 卷带式)		
	MCP6021R 单运放 MCP6021RT 单运放 (SOT-23 卷带式)		
	MCP6022 双运放 MCP6022T 双运放 (SOIC 和 TSSOP 卷带式)		
	MCP6023 带 CS 功能的单运放 MCP6023T 带 CS 功能的单运放 (SOIC 和 TSSOP 卷带式)		
	MCP6024 四运放 MCP6024T 四运放 (SOIC 和 TSSOP 卷带式)		
温度范围:	I = -40°C 至 +85°C E = -40°C 至 +125°C		
封装:		OT = 5 引脚塑封小型晶体管 (SOT-23) (MCP6021, 扩展温度级; MCP6021R, 扩展温度级) MS = 8 引脚塑封 MSOP (MCP6021, 扩展温度级) P = 8 引脚和 14 引脚塑封 DIP (300 mil 主体) SN = 8 引脚塑封 SOIC (150mil 主体) SL = 14 引脚塑封 SOIC (150 mil 主体) ST = 8 引脚塑封 TSSOP (MCP6021, 工业温度级; MCP6022, 工业温度级, 扩展温度级; MCP6023, 工业温度级, 扩展温度级) ST = 14 引脚塑封 TSSOP	
示例:			
a)	MCP6021T-E/OT:	卷带式, 扩展温度级, 5 引脚 SOT-23	
b)	MCP6021-E/P:	扩展温度级, 8 引脚 PDIP 封装。	
c)	MCP6021-E/SN:	扩展温度级, 8 引脚 SOIC 封装。	
a)	MCP6021RT-E/OT:	卷带式, 扩展温度级, 5 引脚 SOT-23 封装。	
a)	MCP6022-I/P:	工业温度级, 8 引脚 PDIP 封装。	
b)	MCP6022-E/P:	扩展温度级, 8 引脚 PDIP 封装。	
c)	MCP6022T-E/ST:	卷带式, 扩展温度级, 8 引脚 TSSOP 封装。	
a)	MCP6023-I/P:	工业温度级, 8 引脚 PDIP 封装。	
b)	MCP6023-E/P:	扩展温度级, 8 引脚 PDIP 封装。	
c)	MCP6023-E/SN:	扩展温度级, 8 引脚 SOIC 封装。	
a)	MCP6024-I/SL:	工业温度级, 14 引脚 SOIC 封装。	
b)	MCP6024-E/SL:	扩展温度级, 14 引脚 SOIC 封装。	
c)	MCP6024T-E/ST:	卷带式, 扩展温度级, 14 引脚 TSSOP 封装。	

MCP6021/2/3/4

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更安全的产品之一。
- 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、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC 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、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 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、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、nanoWatt XLP、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC³² 徽标、REAL ICE、rLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、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。

© 2009, 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

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

Fax: 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

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: 886-3-6578-300
Fax: 886-3-6578-370

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: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4080

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

03/26/09