RE46C311/2

低输入泄漏、轨到轨输入/输出运放

特性

- 低静态电流：600 nA/放大器（典型值）
- 轨到轨输入/输出
- 增益带宽积：10 kHz（典型值）
- 宽电源电压范围：1.8V至5.5V
- 单位增益稳定
- 提供单路和双路配置
- 温度范围：-10°C至+60°C

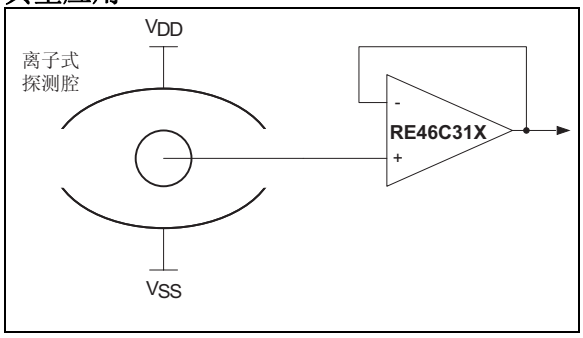
应用

- 离子式烟雾探测器
- 低泄漏高阻抗输入电路
- 电池供电的电路

设计工具

- 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



说明

Microchip的RE46C311/2系列运算放大器（运放）工作在低至 1.8V 的单电源电压下，同时每个放大器消耗的静态电流低于 1 µA（最大值）。该系列器件还支持轨到轨输入和输出操作。此特性组合支持电池供电的便携式应用。

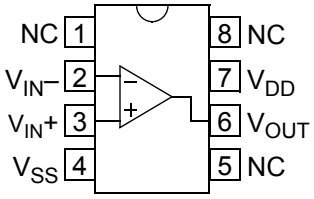
RE46C311/2放大器的增益带宽积为10 kHz（典型值），并且单位增益稳定。这些特性使得该系列运放适合于低频应用，例如离子式烟雾探测器和传感器调节。

RE46C311/2 系列运放提供单路配置（RE46C311）和双路配置（RE46C312）。

封装类型

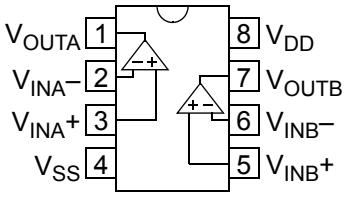
RE46C311

PDIP和SOIC



RE46C312

PDIP和SOIC



© 2014 Microchip Technology Inc.

1.0 电气特性

绝对最大值†

$V_{DD} – V_{SS}$.....6.0V
输入引脚电流.....±2 mA
所有输入和输出 ..... 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
输出和电源引脚电流.....±30 mA
存储温度..... -65°C至+150°C
结温 .....+150°C
所有引脚的ESD保护（HBM； MM） .....≥ 4 kV； 400V

† 注：如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能引起器件永久性损坏。上述数值为工作条件最大值，我们建议不要使器件工作在最大值或超过最大值的条件下。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

†† 请参见**第 4.1 节，“轨到轨输入”**。

直流电气特性

电气特性：除非另外说明，否则V_{DD} = +1.8V至+5.5V，V_{SS} = GND，T_A = +25°C，V_{CM} = V_{DD}/2，V_{OUT} ≈ V_{DD}/2，V_L = V_{DD}/2，R_L = 1 MΩ连接至V_L（见图1-1和图1-2）。

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	V_{OS}	-3	—	+3	mV	
温度漂移	$\Delta V_{OS}/\Delta T_A$	—	±2	—	µV/°C	T_A= -10°C至+60°C
电源抑制比	PSRR	70	76	—	dB	V_{CM} = V_{SS}
输入泄漏电流和阻抗						
输入泄漏电流	I_{L1}	-0.75	—	0.75	pA	仅同相输入， V_{IN} = V_{DD}或V_{SS}
		—	3.5	6		T_A = +60°C
输入泄漏电流	I_{L2}	-100	—	100	nA	仅反相输入
共模输入阻抗	Z_{CM}	—	10^{13}||6	—	Ω||pF	
差模输入阻抗	Z_{DIFF}	—	10^{13}||6	—	Ω||pF	
共模						
共模输入范围	V_{CMR}	V_{SS}	—	V_{DD}	V	
共模抑制比	CMRR	62	86	—	dB	V_{DD} = 5V，V_{CM} = 0V至5.0V
开环增益						
直流开环增益（大信号）	A_{OL}	85	115	—	dB	R_L = 50 kΩ连接至V_L， V_{OUT} = 0.1V至V_{DD}-0.1V
输出						
最大输出电压摆幅	V_{OL}和V_{OH}	V_{SS} + 10	—	V_{DD} - 10	mV	R_L = 50 kΩ连接至V_L， 0.5V输入过载
输出短路电流	I_{SC}	—	5	—	mA	V_{DD} = 1.8V
		—	27	—	mA	V_{DD} = 5.5V
电源						
电源电压	V_{DD}	1.8	—	5.5	V	
每个放大器的静态电流	I_Q	0.3	0.6	1.0	µA	I_O = 0

© 2014 Microchip Technology Inc.

交流电气特性

电气特性：除非另外说明，否则V_{DD} = +1.8V至+5.5V，V_{SS} = GND，T_A = +25°C，V_{CM} = V_{DD}/2，V_{OUT} ≈ V_{DD}/2，V_L = V_{DD}/2，R_L = 1 MΩ连接至V_L，C_L = 60 pF（见图1-1和图1-2）。

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	—	kHz	
压摆率	SR	—	3.0	—	V/ms	
相位裕量	PM	—	65	—	°	G = +1 V/V
噪声						
输入电压噪声	E_{ni}	—	5.0	—	μV_{P-P}	f = 0.1 Hz至10 Hz
输入电压噪声密度	e_{ni}	—	170	—	nV/√Hz	f = 1 kHz
输入电流噪声密度	i_{ni}	—	0.6	—	fA/√Hz	f = 1 kHz

温度特性

电气特性：除非另外说明，否则V_{DD} = +1.8V至+5.5V，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	-10	—	+60	°C	
存储温度范围	T_A	-65	—	+150	°C	
封装热阻						
热阻，8引脚PDIP	θ_{JA}	—	89.3	—	°C/W	
热阻，8引脚SOIC	θ_{JA}	—	149.5	—	°C/W	

1.1 测试电路

用于直流和交流测试的测试电路如图 1-1 和图 1-2 所示。根据**第 4.5 节，“电源旁路”**中所述规则来布置旁路电容。

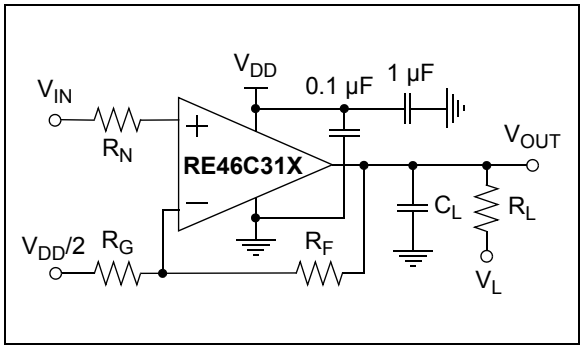


图1-1： *适用于大多数同相增益条件的交流和直流测试电路*

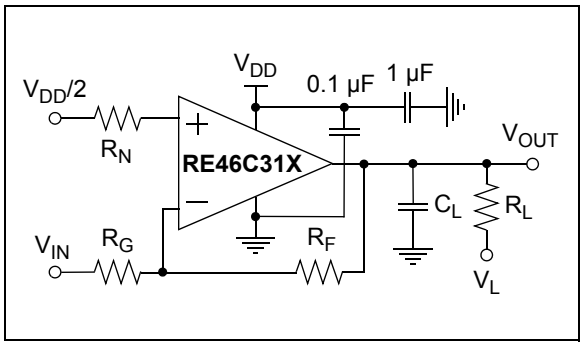


图1-2： *适用于大多数反相增益条件的交流和直流测试电路*

2.0 典型性能曲线

注： 以下图表为基于有限数量样本所做的统计，仅供参考。所列特性未经测试，不做任何担保。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：除非另外说明，否则T_A = +25°C，V_{DD} = +1.8V至+5.5V，V_{SS} = GND，V_{CM} = V_{DD}/2，V_{OUT} ≈ V_{DD}/2，V_L = V_{DD}/2，R_L = 1 MΩ连接至V_L，C_L = 60 pF。

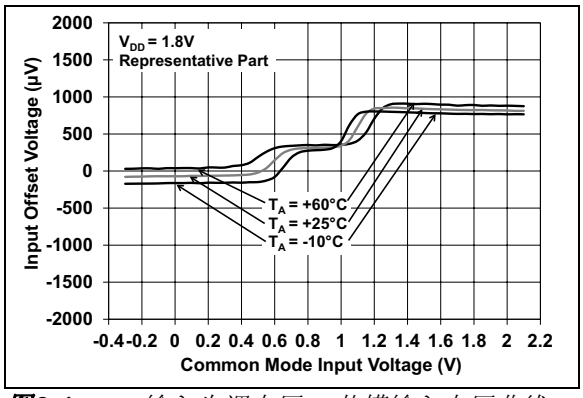


图2-1： *输入失调电压—共模输入电压曲线（V_{DD} = 1.8V）*

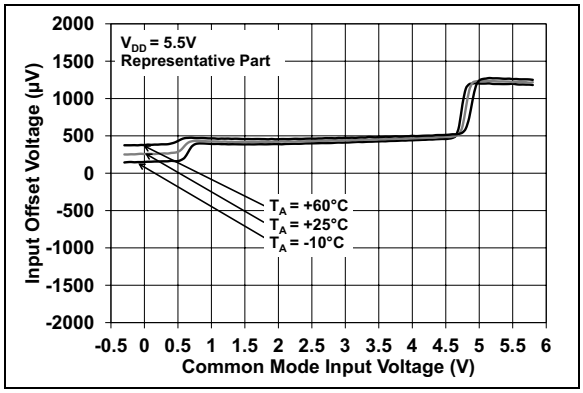


图2-2： *输入失调电压—共模输入电压曲线（V_{DD} = 5.5V）*

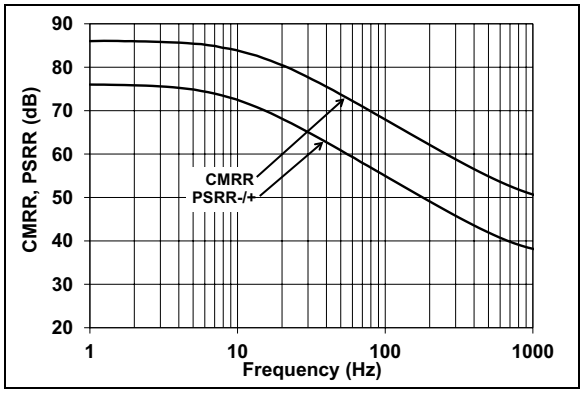


图2-3： *CMRR和PSRR—频率曲线*

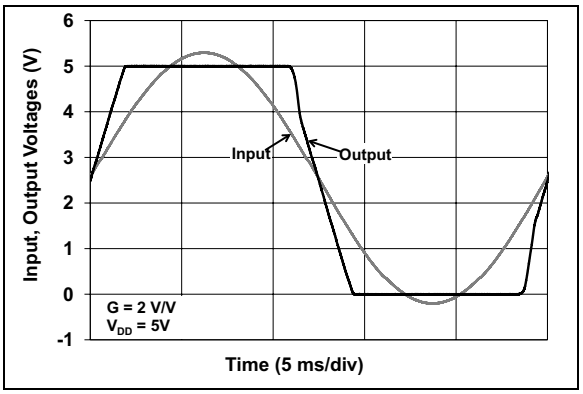


图2-4： *RE46C311/2系列显示无相位反转*

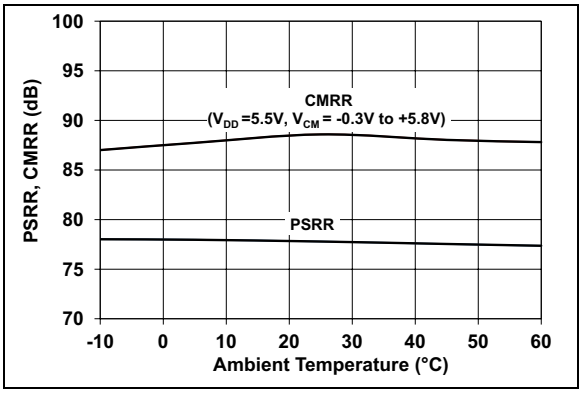


图2-5： *CMRR和PSRR—环境温度曲线*

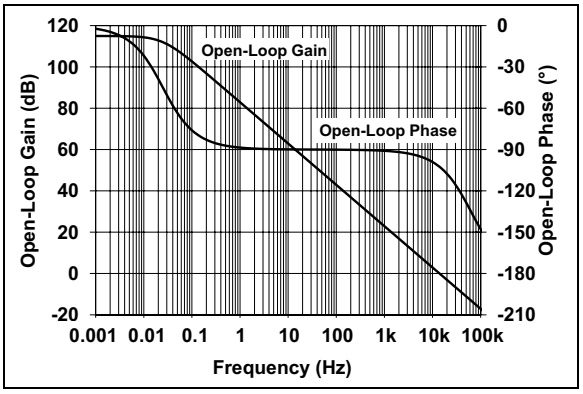


图2-6： *开环增益和相位—频率曲线*

© 2014 Microchip Technology Inc.

注：除非另外说明，否则T_A = +25°C，V_{DD} = +1.8V至+5.5V，V_{SS} = GND，V_{CM} = V_{DD}/2，V_{OUT} ≈ V_{DD}/2，V_L = V_{DD}/2，R_L = 1 MΩ连接至V_L，C_L = 60 pF。

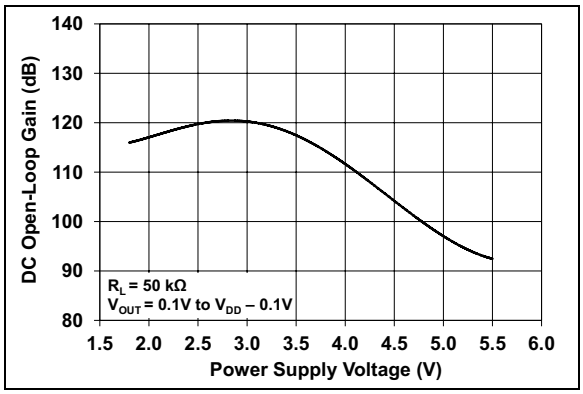


图2-7： *直流开环增益— 电源电压曲线*

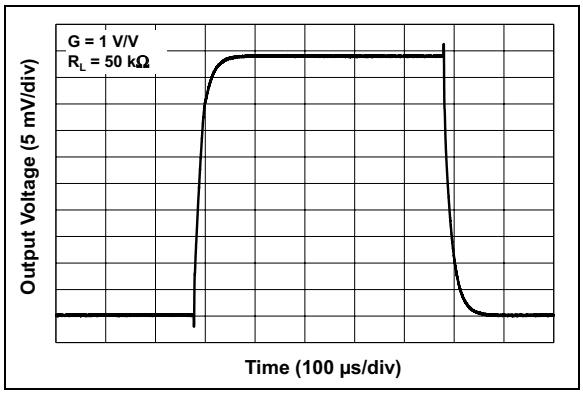


图2-10： *小信号同相脉冲响应*

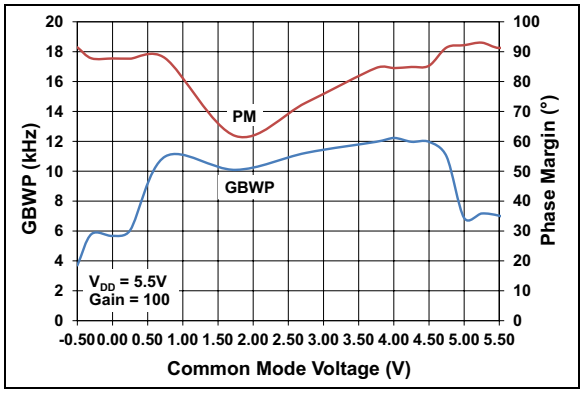


图2-8： *增益带宽积和相位裕量— 共模输入电压曲线*

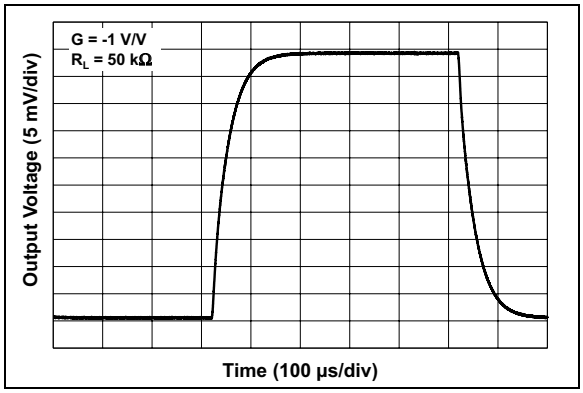


图2-11： *小信号反相脉冲响应*

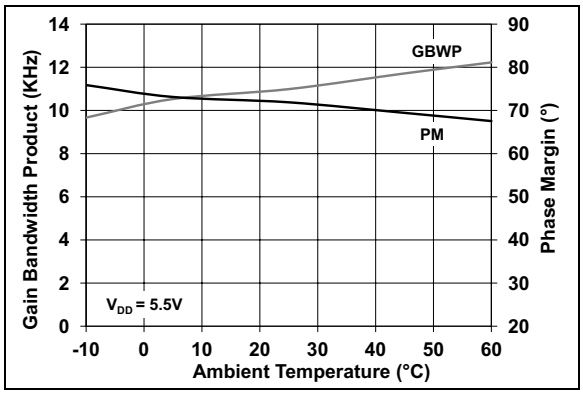


图2-9： *增益带宽积和相位裕量— 环境温度曲线（V_{DD} = 5.5V）*

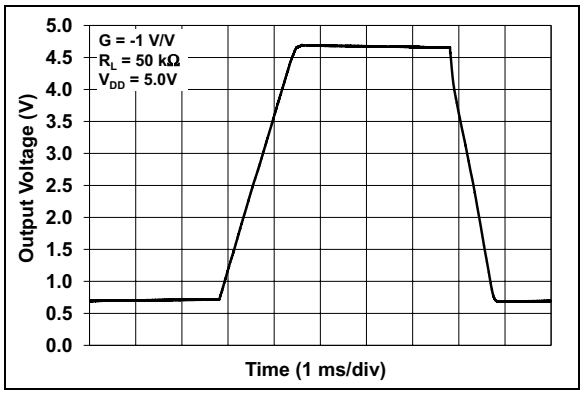


图2-12： *大信号同相脉冲响应*

注：除非另外说明，否则T_A = +25°C，V_{DD} = +1.8V至+5.5V，V_{SS} = GND，V_{CM} = V_{DD}/2，V_{OUT} ≈ V_{DD}/2，V_L = V_{DD}/2，R_L = 1 MΩ连接至V_L，C_L = 60 pF。

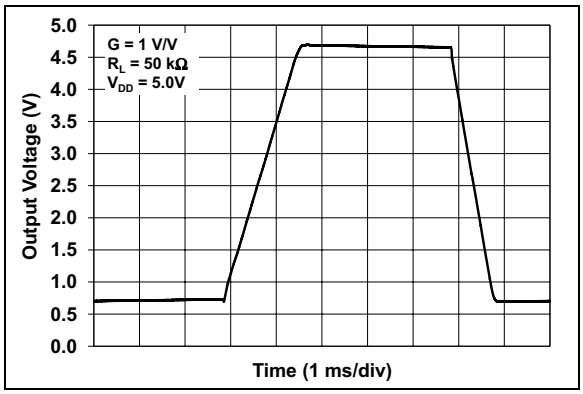


图2-13： *大信号反相脉冲响应*

© 2014 Microchip Technology Inc.

3.0 引脚说明

表3-1列出了引脚说明。

表3-1： 引脚功能表

RE46C311	RE46C312	符号	说明
PDIP和SOIC	PDIP和SOIC		
6	1	V_{OUT}，V_{OUTA}	模拟输出（运放A）
2	2	$V_{IN}-$，$V_{INA}-$	反相输入（运放A）
3	3	$V_{IN}+$，$V_{INA}+$	同相输入（运放A）
7	8	V_{DD}	正电源
—	5	$V_{INB}+$	同相输入（运放B）
—	6	$V_{INB}-$	反相输入（运放B）
—	7	V_{OUTB}	模拟输出（运放B）
4	4	V_{SS}	负电源
1, 5, 8	—	NC	无内部连接

3.1 模拟输出

输出引脚是低阻抗电压源。

3.2 模拟输入

同相和反相输入是具有低偏置电流和低泄漏电流的高阻抗CMOS输入。

3.3 电源引脚

正电源引脚（V_{DD}）的电压比负电源引脚（V_{SS}）的电压高1.8V至5.5V。正常工作时，其他引脚的电压介于V_{SS}和V_{DD}之间。

这些部件通常用于单（正）电源配置。在这种情况下，V_{SS}接地，而V_{DD}连接到电源。V_{DD}将需要旁路电容。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.0 应用信息

RE46C311/2 系列运放采用先进的 CMOS 工艺制造。该系列运放单位增益稳定，适合各种通用低功耗应用。

4.1 轨到轨输入

4.1.1 相位反转

RE46C311/2 运放用于防止在输入引脚的电压超过电源电压时发生相位反转。图 2-4 显示了当输入电压超过两个电源电压时未发生相位反转。

4.1.2 输入电压和电流限制

输入上的 ESD 保护如图 4-1 所示。选择此结构是为了保护输入晶体管，并最大程度地降低输入偏置电流（I_B）。当输入电压比 V_{SS} 低了一个以上的二极管压降或者比 V_{DD} 高了一个以上的二极管压降时，输入 ESD 二级管会钳位输入。

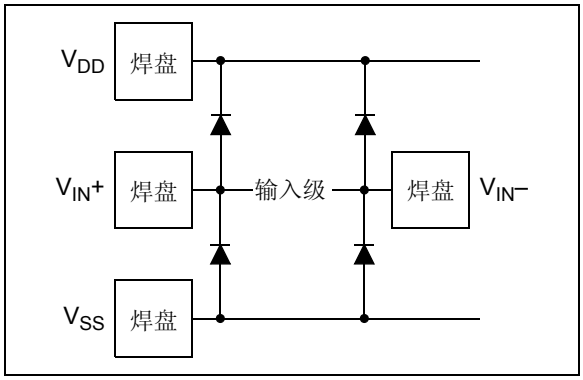


图 4-1： *简化的模拟输入 ESD 结构*

为了防止对运放的破坏和/或不当操作，电路必须限制输入引脚的电压和电流（见绝对最大值†）。

当共模电压（V_{CM}）低于 V_{SS} 或高于 V_{DD} 时，可能从输入流出大量电流（通过 ESD 二极管）。高阻抗应用可能需要限制可用电压范围。

4.1.3 常规操作

RE46C311/2 运放的输入级采用两个并联的差分输入级。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。对于此拓扑，器件工作时的 V_{CM} 最高为 V_{DD}，最低为 V_{SS}。输入失调电压在 $V_{CM} = V_{SS}$ 和 V_{DD} 时测量，以确保正常工作。

随着 V_{CM} 的变化，输入行为有两次转换。第一次发生在 V_{CM} 接近 V_{SS} + 0.4V 时，第二次发生在 V_{CM} 接近 V_{DD} – 0.5V 时（见图 2-1 和图 2-2）。为获得最佳失真性能及同相增益，应避免器件在这些区域内工作。

4.2 轨到轨输出

有两个参数描述了 RE46C311/2 系列运放的输出摆幅能力。第一个参数（最大输出电压摆幅）定义了在指定负载条件下可达到的绝对最大摆幅。因此，使用 50 kΩ 负载连接到 $V_{DD}/2$ 时，输出电压摆幅在距离任一电源轨的 10 mV 范围内。图 2-4 显示了当输入电压超过线性工作区时输出电压受到限制的情况。

第二个描述放大器输出摆幅能力的参数是线性输出电压范围。此参数定义了运放仍在线性区域内工作时可达到的最大输出摆幅。要验证运放是否在此范围内线性工作，需在电源轨内的多个点测量大信号直流开环增益（A_{OL}）。测量必须满足特性表中规定的 A_{OL} 条件。

4.3 输出负载和电池寿命

RE46C311/2 系列运放具有优异的静态电流，可支持电池供电的应用。

输出端较大的阻性负载会导致电池过快耗尽。在 100 kΩ 负载电阻上施加 2.5V 直流电压会使电源电流增加 25 µA，这将导致电池消耗速度是只有静态电流 I_Q（0.6 µA 典型值）时的 43 倍。

容性负载上的高频信号（快速边沿速率）也会显著增加电源电流。例如，输出端的 0.1 µF 电容会向 100 Hz 正弦波呈现 15.9 kΩ（$1/2\pi fC$）的交流阻抗。通过以下公式，可以得出 5.0 V_{p-p} 正弦波（1.77 V_{rms}）在上述条件下从电池消耗的平均功率：

公式 4-1：

$$\begin{aligned} P_{Supply} &= (V_{DD} - V_{SS})\,(I_Q + V_{L(p-p)} f C_L) \\ &= (5V)(0.6\ \mu A + 5.0V_{p-p} \cdot 100\ Hz \cdot 0.1\ \mu F) \\ &= 3.0\ \mu W + 50\ \mu W \end{aligned}$$

这将使电池消耗速度是只有 I_Q 时的 17 倍。

© 2014 Microchip Technology Inc.

4.4 容性负载

驱动大容量容性负载会使电压反馈运放出现稳定性问题。当容性负载增大时，反馈回路的相位裕量会减小，而且闭环带宽也会减小。这将使频率响应出现增益尖峰，并在阶跃响应中出现过冲和振铃。单位增益缓冲器（G = +1）对容性负载最为敏感，尽管所有增益都显示出相同的常规行为。

当使用该系列运放来驱动大容量容性负载（例如，当 G = +1 时，容性负载电容 > 60 pF）时，在输出端串联一个小电阻（图 4-2 中的 R_{ISO}）能使输出负载在高频时呈现阻抗，从而改善反馈回路的相位裕量（稳定性）。但带宽通常会低于没有容性负载时的带宽。

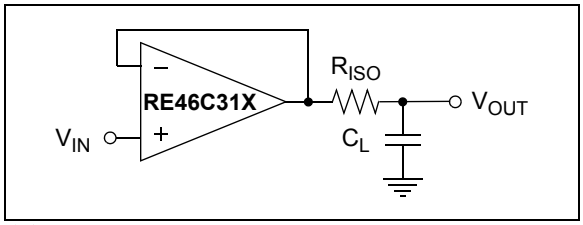


图4-2： *输出电阻R_{ISO}，用于稳定大容量容性负载*

图4-3给出了不同容性负载和增益下的R_{ISO}建议值。x轴为归一化负载电容（C_L/G_N），其中G_N是电路的噪声增益。对于同相增益，G_N 与信号增益相等。对于反相增益，G_N为1+|信号增益|（例如，-1 V/V使G_N = +2 V/V）。

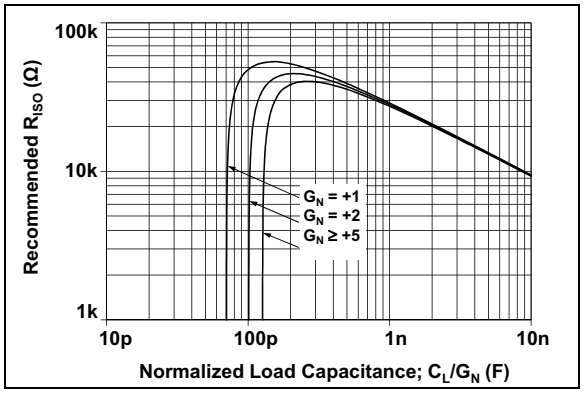


图4-3： *不同容性负载下的R_{ISO}建议值*

为电路选择R_{ISO}后，再次检查产生的频率响应峰值和阶跃响应过冲。修改R_{ISO}的值，直到获得合理的响应。

4.5 电源旁路

使用此系列运放时，应在距电源引脚（单电源供电时为V_{DD}）2 mm的范围内连接一个本地旁路电容（即0.01 µF至 0.1 µF），以获得良好的高频性能。还可以在距离该引脚 100 mm 的范围内使用一个大电容（即 1 µF 或更大），以提供缓慢变化的大电流。大多数应用不需要该大电容，而且该电容可以与附近的模拟部件共用。

4.6 未使用的运放

在双路封装（RE46C312）中，应按照图4-4所示配置未使用的运放。这些电路可防止输出翻转和产生串扰。电路A将运放设置为最小噪声增益。电阻分压器产生任何所需的参考电压（在运放的输出电压范围内）；运放对该参考电压进行缓冲。电路B使用最少量的元件，并作为比较器工作，但可能消耗较多电流。

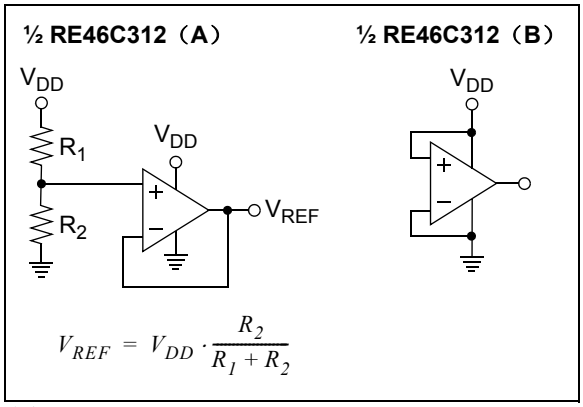


图4-4： *未使用的运放*

4.7 PCB表面泄漏电流

在低输入偏置电流至关重要的应用中，需要考虑印刷电路板（Printed Circuit Board，PCB）表面泄漏电流的影响。表面泄漏电流由电路板潮湿、灰尘或其他污染物引起。在低湿度条件下，相邻走线之间的典型阻抗为$10^{12}\Omega$。5V 的压差会产生 5 pA 的电流，该电流高于RE46C311/2系列运放在+25°C下的泄漏电流。

减小表面泄漏电流的最简单方法是在敏感引脚（或走线）周围使用保护环。保护环的偏置电压与敏感引脚的电压相等。图4-5给出了此类布线的示例。

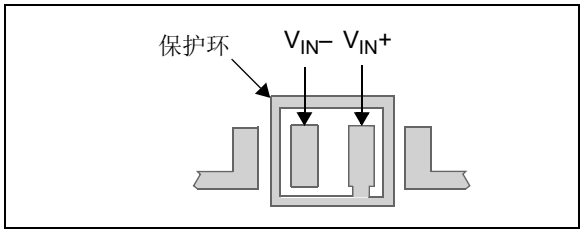


图4-5： *反相增益的保护环布线示例*

1. 同相增益和单位增益缓冲器：
   a) 使用一条不接触 PCB 表面的导线将同相引脚（V_{IN}+）连接到输入。
   b) 将保护环连接到反相输入引脚（V_{IN}–）。这将使保护环的电压偏置到共模输入电压。
2. 反相增益和跨阻抗增益（将电流转换为电压，如光电检测器）放大器：
   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参考电压（如V_{DD}/2或地）相同。
   b) 使用一条不接触 PCB 表面的导线将反相引脚（V_{IN}–）连接到输入。

4.8 应用电路

4.8.1 仪表放大器

RE46C311/2 运放非常适合于电池供电应用中传感器信号的调节。图4-6显示了采用RE46C312的双运放仪表放大器，该放大器非常适合于需要在高增益下抑制共模噪声的应用。参考电压（V_{REF}）由低阻抗电源提供。在单电源应用中，V_{REF}通常为V_{DD}/2。

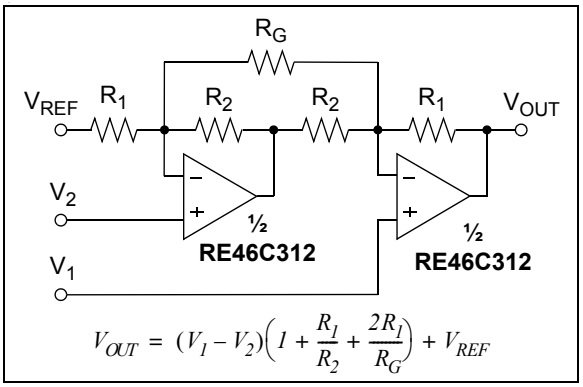


图4-6： *双运放仪表放大器*

© 2014 Microchip Technology Inc.

5.0 设计工具

Microchip提供了RE46C311/2系列运放所需的基本设计工具。

5.1 Microchip高级器件选型器（MAPS）

MAPS 是一款用于帮助半导体专业人员高效地确定满足特定设计需求的Microchip器件的软件工具。Microchip网站 （www.microchip.com/maps）免费提供这款工具。MAPS 是针对 Microchip 产品组合 （包括模拟器件、存储器、 MCU和DSC等）的综合选型工具。

可以使用此工具定义一个筛选器，按器件的参数搜索进行排序，并输出一一对应的技术比较报告。网站中还提供了有关 Microchip 器件的各种链接，有助于查找数据手册、进行订购以及申请样片等。

5.2 模拟演示板和评估板

Microchip 提供种类繁多的模拟演示板和评估板，旨在帮助用户缩短产品的上市时间。要获得这些电路板的完整清单、相应的用户指南以及技术信息，请访问Microchip网站：www.microchip.com/analogtools。

以下是三个特别有用的评估板：

- **P/N SOIC8EV：** *8 引脚SOIC/MSOP/TSSOP/DIP 评估板*
- **P/N SOIC14EV：** *14 引脚SOIC/TSSOP/DIP 评估板*
- **P/N MCP651EV-VOS：** *MCP651 输入失调评估板*

5.3 应用笔记

Microchip 网站（www.microchip.com/appnotes）提供以下 Microchip 应用笔记，并建议读者将其作为补充参考材料。

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

上述应用笔记以及其他资料列在了设计指南中：

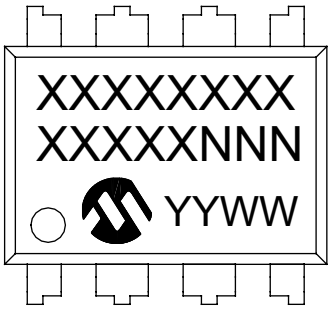
《信号链设计指南》， DS21825G_CN

© 2014 Microchip Technology Inc.

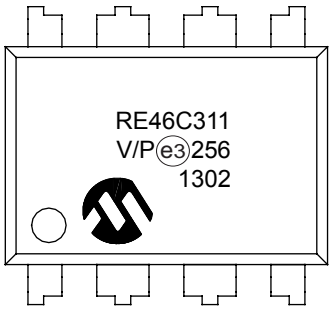
6.0 封装信息

6.1 封装标识信息

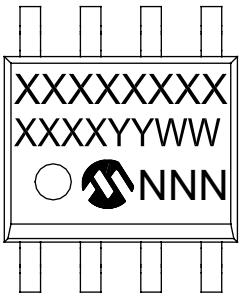
8 引脚 PDIP（300 mil）



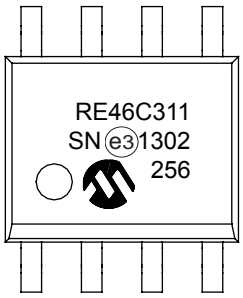
示例



8 引脚 SOIC（3.90 mm）



示例

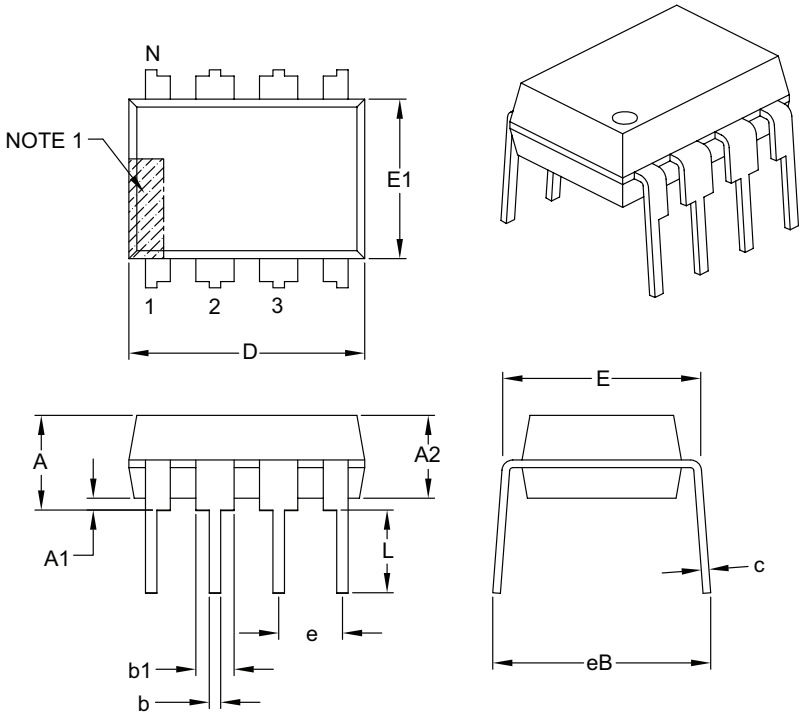


图注：	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码（日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码（日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码（一月一日的星期代码为“01”）
	(e3)	以字母数字排序的追踪代码 雾锡（Matte Tin，Sn）的JEDEC无铅标志
	*	表示无铅封装。JEDEC无铅标志（(e3)）标示于此种封装的外包装上。
注：	Microchip 部件编号如果无法在同一行内完整标注，将换行标出，因此会限制表示客户指定信息的字符数。	

© 2014 Microchip Technology Inc.

8引脚塑封双列直插式封装（P）——主体300 mil [PDIP]

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



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:

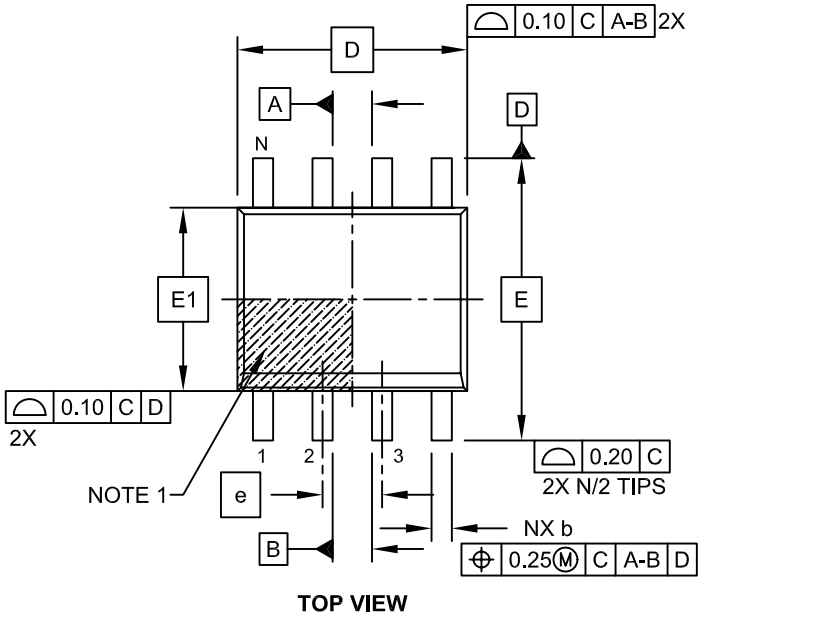
1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
2. § Significant Characteristic.
3. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

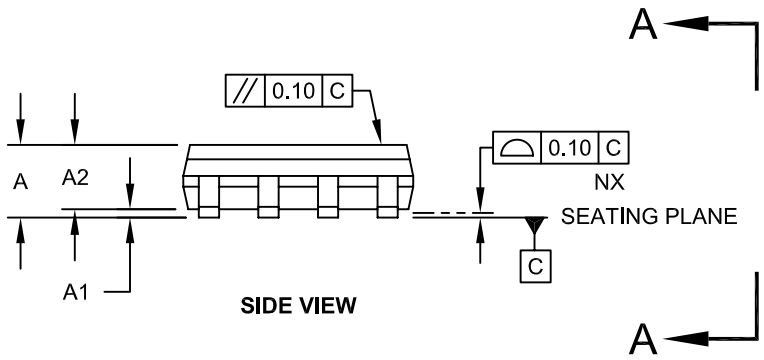
Microchip Technology Drawing C04-018B

8引脚塑封窄条小外形封装（SN）——主体3.9 mm [SOIC]

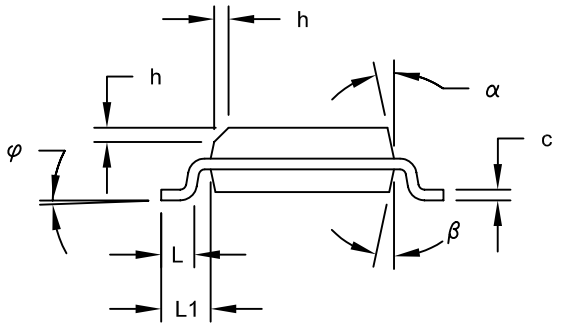
注：	最新封装图请至 http://www.microchip.com/packaging 查看封装规范。



TOP VIEW



SIDE VIEW



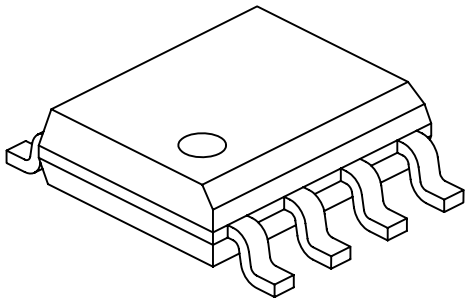
VIEW A-A

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

© 2014 Microchip Technology Inc.

8引脚塑封窄条小外形封装（SN）——主体3.9 mm [SOIC]

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



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:

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

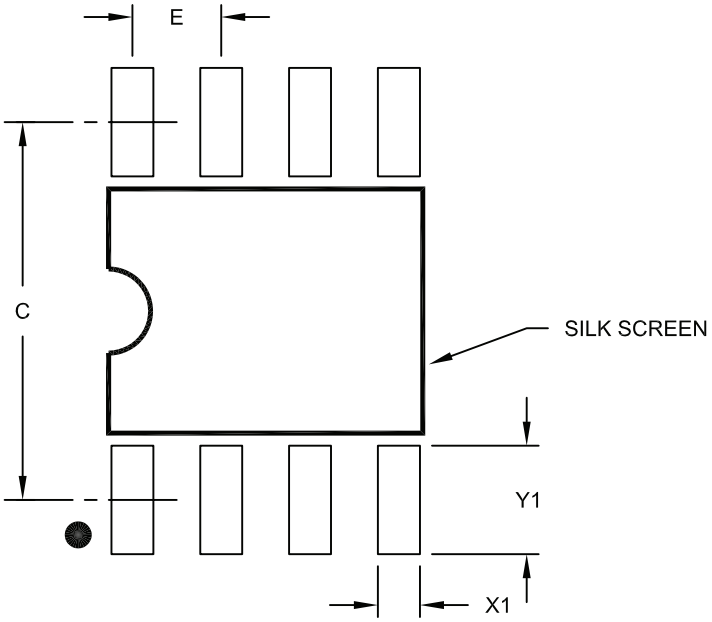
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

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

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

8引脚塑封窄条小外形封装（SN）——主体3.9 mm [SOIC]

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



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

© 2014 Microchip Technology Inc.

附录A： 版本历史

版本A（2013年5月）

- 本文档的初始版本。

注：

© 2014 Microchip Technology Inc.

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	X	X
器件	封装	引脚数	无铅/卷带式

器件：	RE46C311：	单路低输入泄漏运放
	RE46C312：	双路低输入泄漏运放
封装：	E =	塑封双列直插式封装（主体300 mil），8引脚（PDIP）
	S =	塑封窄条小外形封装——主体3.90 mm，8引脚（SOIC）

示例：

a)	RE46C311E8F：	8引脚PDIP封装，符合RoHS标准
b)	RE46C311S8F：	8引脚SOIC封装，符合RoHS标准
c)	RE46C311S8TF：	8引脚SOIC封装，卷带式
a)	RE46C312E8F：	8引脚PDIP封装，符合RoHS标准
b)	RE46C312S8F：	8引脚SOIC封装，符合RoHS标准
c)	RE46C312S8TF：	8引脚SOIC封装，卷带式

注：

© 2014 Microchip Technology Inc.

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，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 dsPIC、 FlashFlex、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 MPLAB、 PIC、 PICmicro、 PICSTART、 PIC32 徽标、 rfPIC、 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、 PICtail、 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。

© 2014, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-62077-763-3

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO/TS 16949

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

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

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
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

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

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
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: 886-7-213-7830

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: 91-20-3019-1500

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 - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

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

德国 Germany - Pforzheim
Tel: 49-7231-424750

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

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

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

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

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

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

10/28/13

© 2014 Microchip Technology Inc.