

150 mA 低噪声 LDO 稳压器

特性

- 超低噪声输出
- 输出电压精度高
- 保证 150 mA 输出
- 低静态电流
- 低压差
- 极其严格的负载稳定性和电压稳定性
- 极低温度系数
- 电流和温度限制
- 电池反向保护
- 关闭模式下的电流为零
- 逻辑控制的电子使能

应用

- 蜂窝电话
- 笔记本电脑和掌上电脑
- 电池供电设备
- PCMCIA V_{CC} 和 V_{PP} 稳压/开关
- 消费类/个人电子产品
- SMPS 后置稳压器和直流/直流模块
- 高效率线性电源

概述

MIC5205 是一款高效率线性稳压器，兼具超低噪声输出、极低压降（轻负载时的典型值为 17 mV，150 mA 输出时的典型值为 165 mV）以及极低的接地电流（100 mA 输出时为 600 μ A）。MIC5205 具备优于 1% 的初始精度。

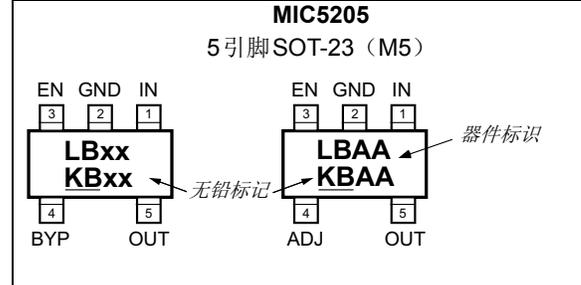
MIC5205 专为手持式电池供电设备而设计，其包括 CMOS 或 TTL 兼容的使能/关断控制输入。关断后，功耗几乎降至零。在压降过程中，稳压器接地电流仅略微增加，从而进一步延长了电池使用寿命。

MIC5205 的主要特性包括参考旁路引脚（进一步完善出色的低噪声性能）、电池反向保护、限流和过热关断。

MIC5205 采用小型 SOT-23-5 封装，提供固定输出电压和可调输出电压两种版本。

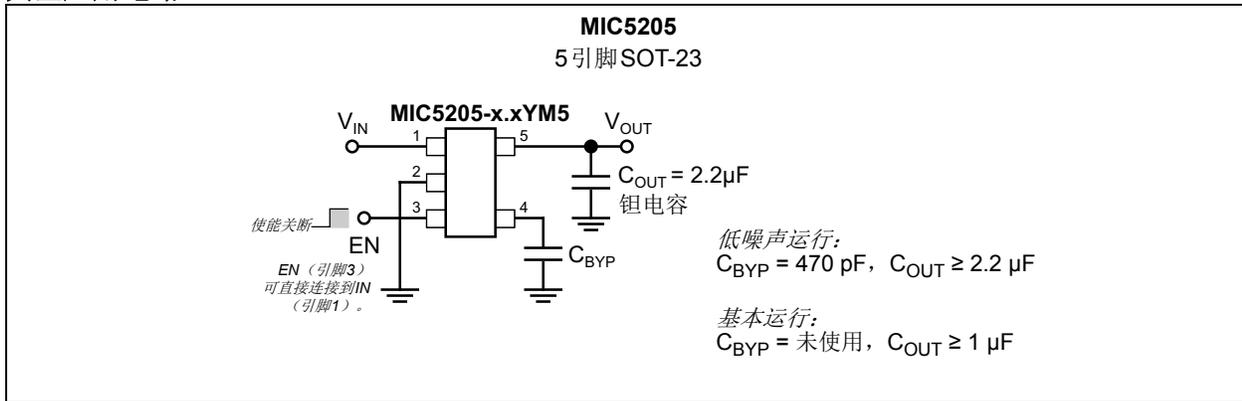
如果需要在陶瓷输出电容时可保持稳定的低压差稳压器，可考虑 μ Cap MIC5245/6/7 系列。

封装类型

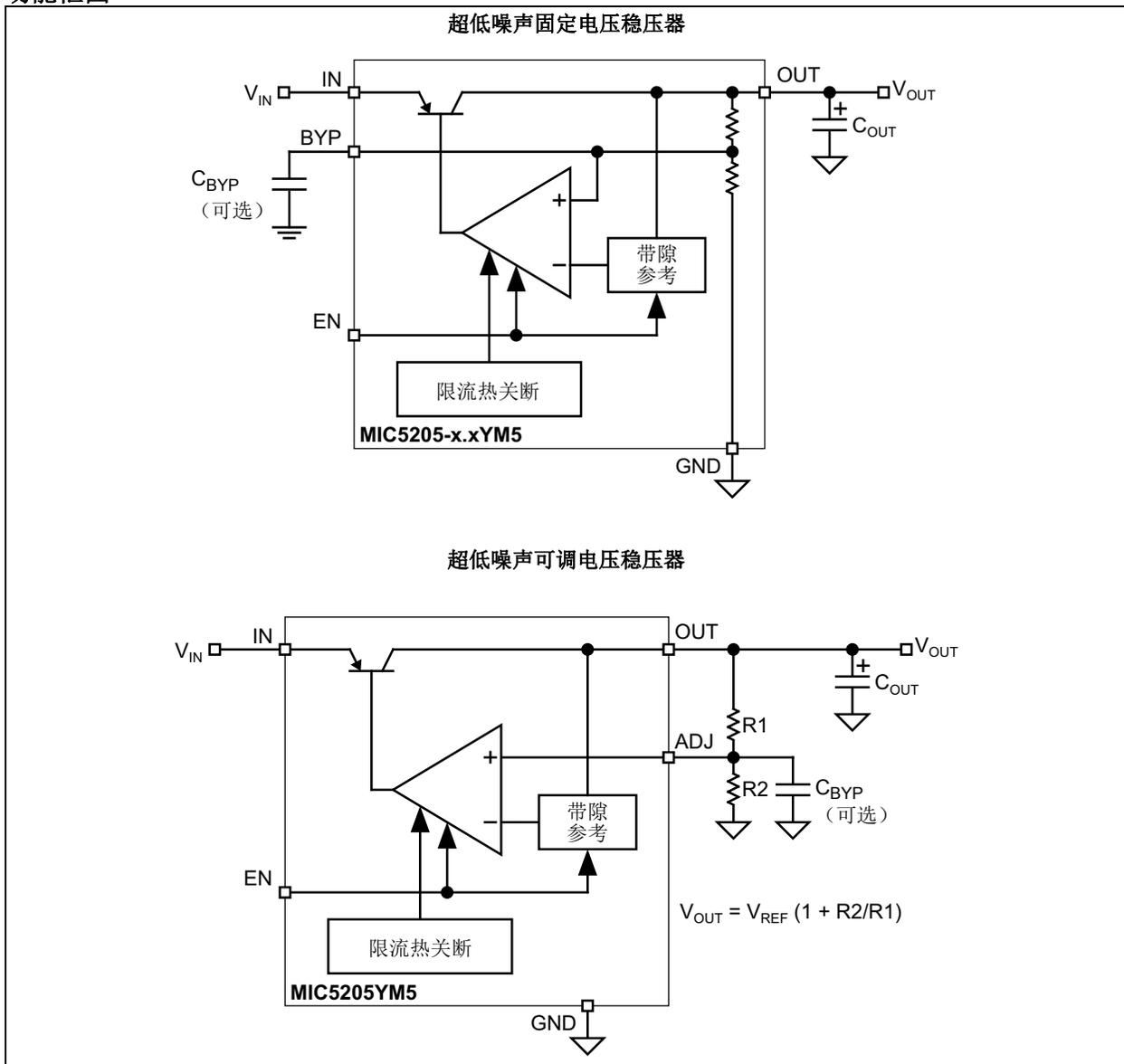


MIC5205

典型应用电路



功能框图



1.0 电气特性

绝对最大值†

电源输入电压 (V_{IN})	.....	-20V 到 +20V
使能输入电压 (V_{EN})	.....	-20V 到 +20V
功耗 (P_D) (注1)	.....	由内部限制

工作额定值‡

电源输入电压 (V_{IN})	.....	+2.5V 到 +16V
使能输入电压 (V_{EN})	.....	0V 到 V_{IN}

†注：如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能对器件造成永久性损坏。上述值仅代表本规范规定的极限工作条件，不代表器件在上述极限值或超出极限值的情况下仍可正常工作。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

‡注意：器件无法保证在超出工作额定值范围的条件下正常工作。

注 1：任何 T_A （环境温度）下允许的最大功耗均为 $P_{D(max)} = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$ 。如果超过允许的最大功耗，则会导致芯片温度过高，并且稳压器将进入热关断状态。MIC5205-xxYM5（所有版本）的 θ_{JA} 为 220°C/W （安装在 PCB 上）。

表 1-1： 电气特性

电气特性：除非另有说明，否则 $V_{IN} = V_{OUT} + 1V$ ； $I_L = 100 \mu\text{A}$ ； $C_L = 1.0 \mu\text{F}$ ； $V_{EN} \geq 2.0V$ ； $T_J = +25^\circ\text{C}$ ，**粗体**值表示 $-40^\circ\text{C} < T_J < +125^\circ\text{C}$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输出电压精度	V_O	-1	—	1	%	相对于标称 V_{OUT} 的变化
		-2	—	2		
输出电压温度系数	$\Delta V_O/\Delta T$	—	40	—	ppm/ $^\circ\text{C}$	注1
电压稳定度	$\Delta V_O/V_O$	—	0.004	0.012	%/V	$V_{IN} = V_{OUT} + 1V$ 到 16V
		—	—	0.05		
负载稳定度	$\Delta V_O/V_O$	—	0.02	0.2	%	$I_L = 0.1 \text{ mA}$ 到 150 mA，注2
		—	—	0.5		
压差 (注3)	$V_{IN} - V_O$	—	10	50	mV	$I_L = 100 \mu\text{A}$
		—	—	70	mV	
		—	110	150	mV	$I_L = 50 \text{ mA}$
		—	—	230	mV	
		—	140	250	mV	$I_L = 100 \text{ mA}$
		—	—	300	mV	
		—	165	275	mV	$I_L = 150 \text{ mA}$
—	—	350	mV			
静态电流	I_{GND}	—	0.01	1	μA	$V_{EN} \leq 0.4V$ （关断）
		—	—	5	μA	$V_{EN} \leq 0.18V$ （关断）

MIC5205

表1-1: 电气特性 (续)

电气特性: 除非另有说明, 否则 $V_{IN} = V_{OUT} + 1V$; $I_L = 100 \mu A$; $C_L = 1.0 \mu F$; $V_{EN} \geq 2.0V$; $T_J = +25^\circ C$, 粗体值表示 $-40^\circ C < T_J < +125^\circ C$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
接地引脚电流, 注4	I_{GND}	—	80	125	μA	$V_{EN} \geq 2.0V, I_L = 100 \mu A$
		—	—	150	μA	
		—	350	600	μA	$I_L = 50 mA$
		—	—	800	μA	
		—	600	1000	μA	$I_L = 100 mA$
		—	—	1500	μA	
		—	1300	1900	μA	$I_L = 150 mA$
—	—	2500	μA			
纹波抑制	PSRR	—	75	—	dB	频率 = 100 Hz, $I_L = 100 \mu A$
限流	I_{LIMIT}	—	320	500	mA	$V_{OUT} = 0V$
热稳定度	$\Delta V_O / \Delta P_D$	—	0.05	—	%/W	注5
输出噪声	e_{NO}	—	260	—	nV/\sqrt{Hz}	$I_L = 50 mA, C_L = 2.2 \mu F$, BYP 与 GND 之间连接 470 pF 电容
使能输入						
使能输入逻辑低电平电压	V_{IL}	—	—	0.4	V	稳压器关断
		—	—	0.18		
使能输入逻辑高电平电压	V_{IH}	2.0	—	—	V	稳压器使能
使能输入电流	I_{IL}	—	0.01	-1	μA	$V_{IL} \leq 0.4V$
		—	—	-2		$V_{IL} \leq 0.18V$
	2	5	20	$V_{IL} = 2.0V$		
	—	—	25	$V_{IL} = 2.0V$		

注 1: 输出电压温度系数的定义为最坏情况下的电压变化除以总温度范围。

2: 稳定度为使用低占空比脉冲测试在恒定结温下测得的结果。器件在 0.1 mA 至 150 mA 的负载范围内进行负载稳定度测试。热效应所导致的输出电压变化由热稳定度参数体现。

3: 压差的定义为: 当输出电压降低到比标称值小 2% 时的输入输出电压之差, 此标称值是以 1V 差分信号测得的。

4: 接地引脚电流是稳压器静态电流与通道晶体管基极电流之和。从电源汲取的总电流是负载电流与接地引脚电流之和。

5: 热稳定度的定义为: 在功耗变化后经过时间 “t” 时输出电压的变化, 不包括负载和电压稳定度的影响。此参数的测量条件为: $t = 10 ms$ 且 $V_{IN} = 16V$, 负载脉冲为 150 mA。

温度规范 (注1)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工作结温范围	T_J	-40	—	+125	°C	—
存储温度范围	T_S	-65	—	+150	°C	—
引脚温度	—	—	—	+260	°C	焊接, 5s
封装热阻						
热阻 SOT-23-5	θ_{JA}	—	220	—	°C/W	注2
	θ_{JC}	—	130	—	°C/W	—

注 1: 允许的最大功耗为环境温度、允许的最高结温以及结到空气热阻（即 T_A 、 T_J 和 θ_{JA} ）的函数。如果超出允许的最大功耗，则会导致器件工作结温超过+125°C的最大额定值。结温长时间维持在+125°C以上会影响器件可靠性。

2: 任何 T_A （环境温度）下允许的最大功耗均为 $P_{D(max)} = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$ 。如果超过允许的最大功耗，则会导致芯片温度过高，并且稳压器将进入热关断状态。MIC5205-xxYM5（所有版本）的 θ_{JA} 为220°C/W（安装在PCB上）。

2.0 典型性能曲线

注： 以下图表为基于有限数量样片的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，我们不做保证。一些图表中列出的数据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。

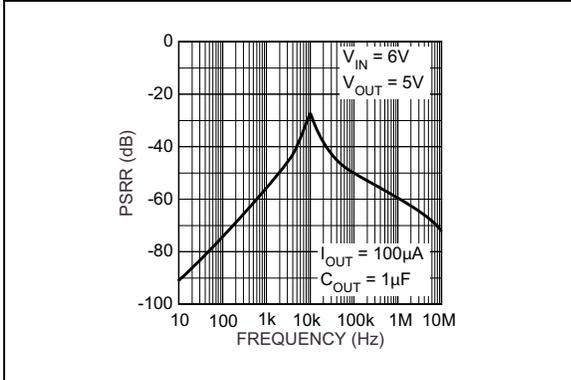


图2-1: 电源抑制比曲线

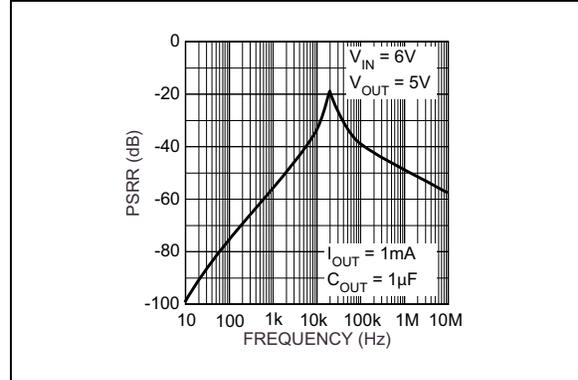


图2-4: 电源抑制比曲线

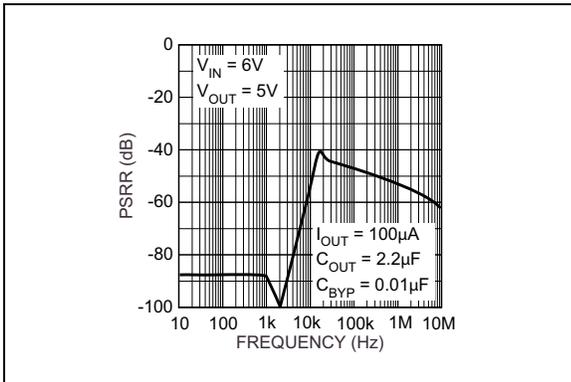


图2-2: 电源抑制比曲线

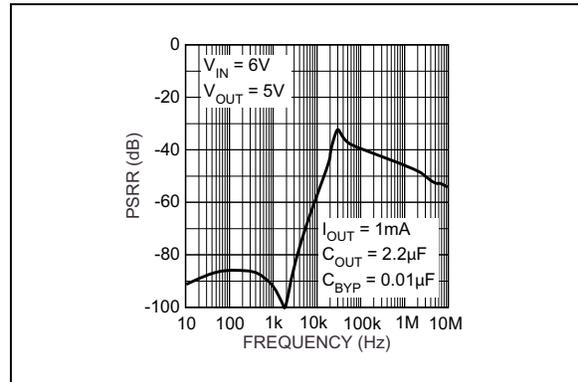


图2-5: 电源抑制比曲线

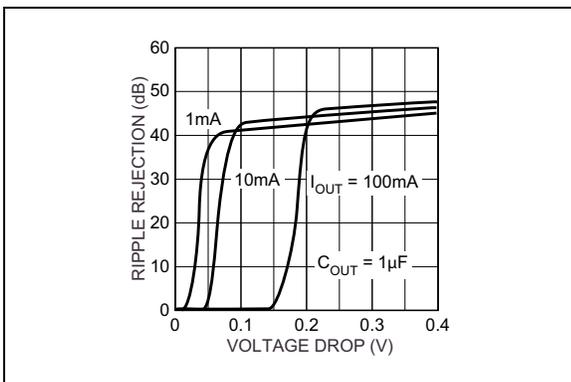


图2-3: 电源纹波抑制—压差曲线

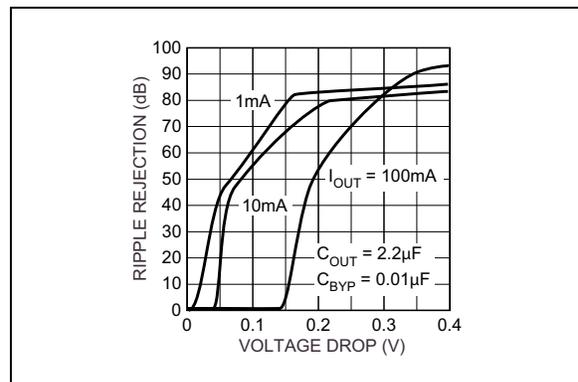


图2-6: 电源纹波抑制—压差曲线

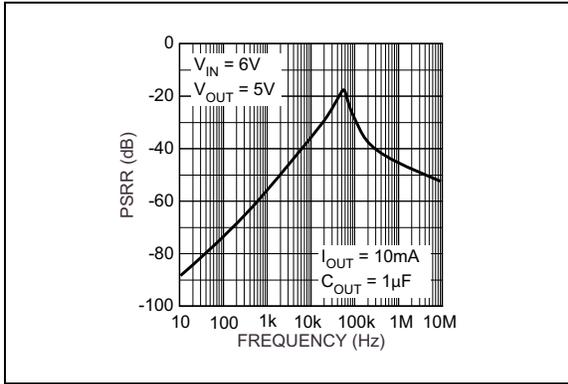


图2-7: 电源抑制比曲线

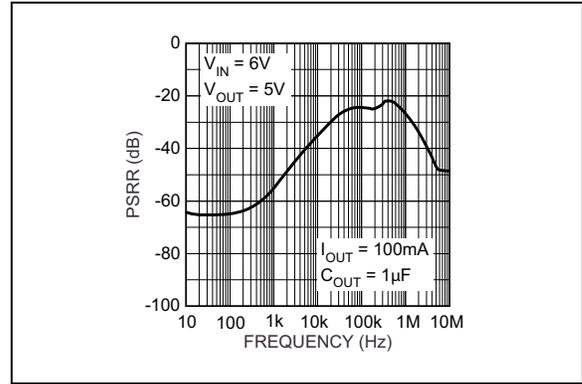


图2-10: 电源抑制比曲线

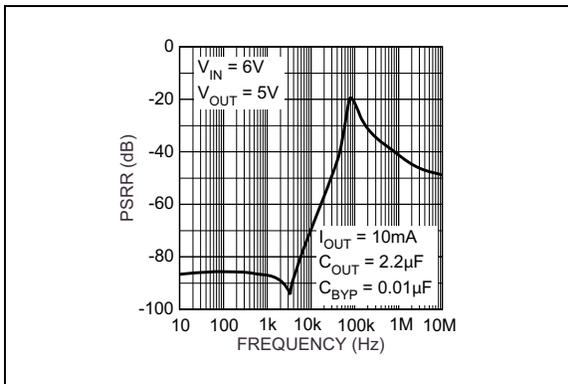


图2-8: 电源抑制比曲线

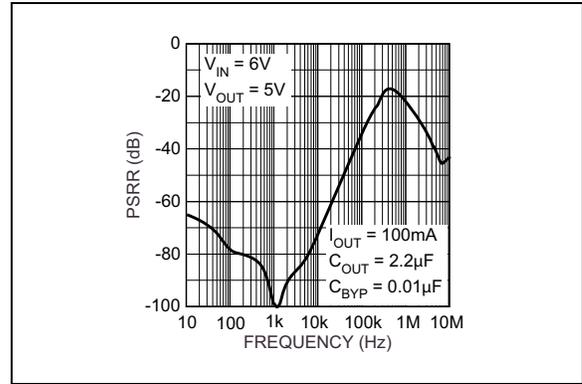


图2-11: 电源抑制比曲线

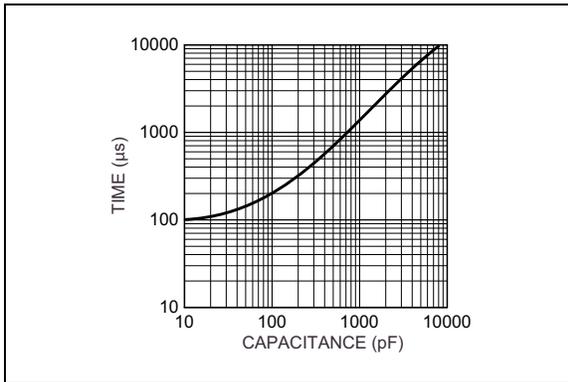


图2-9: 导通时间—旁路电容曲线

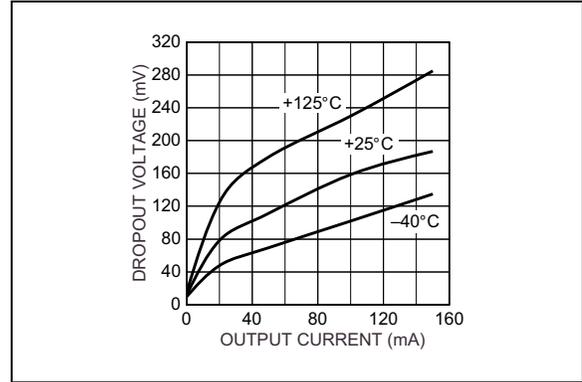


图2-12: 压差—输出电流曲线

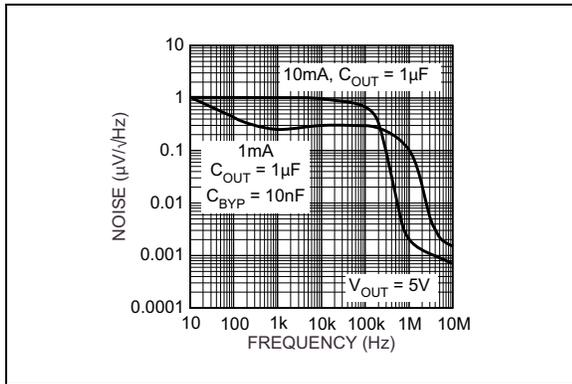


图2-13: 噪声性能

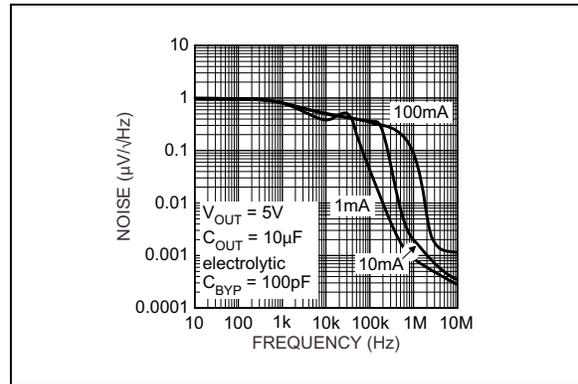


图2-16: 噪声性能

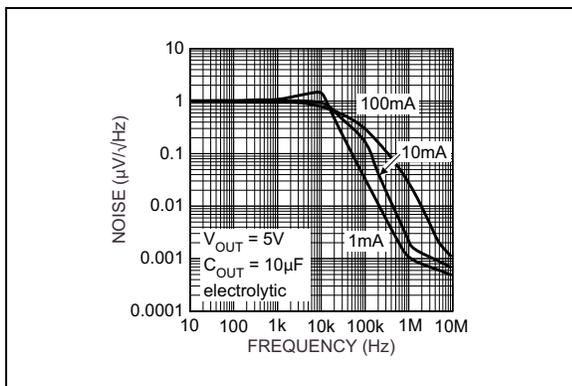


图2-14: 噪声性能

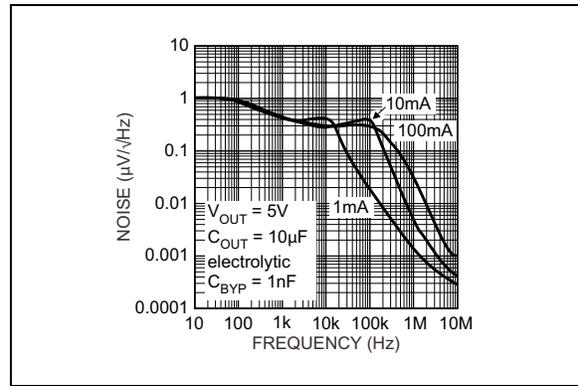


图2-17: 噪声性能

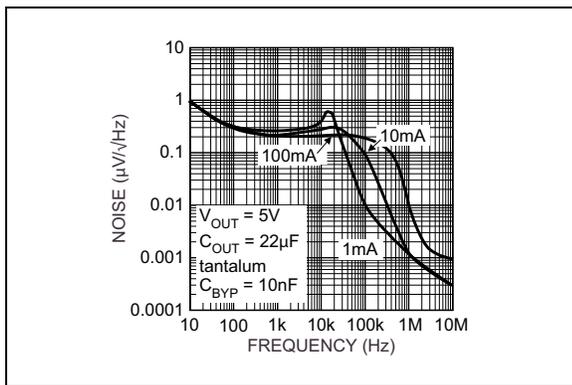


图2-15: 噪声性能

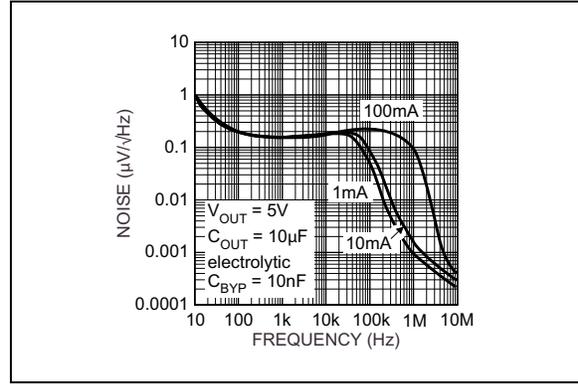


图2-18: 噪声性能

3.0 引脚说明

表3-1列出了引脚说明。

表3-1: 引脚功能表

引脚编号 固定电压版本	引脚编号 可调电压版本	引脚名称	说明
1	1	IN	电源输入
2	2	GND	地
3	3	EN	使能/关断（输入）：CMOS兼容输入。逻辑高电平 = 使能，逻辑低电平或断开 = 关断
4	—	BYP	参考旁路：为GND外接一个470 pF的电容以降低输出噪声。可保持断开状态。
—	4	ADJ	调节（输入）：可调电压稳压器反馈输入。连接到电阻分压器。
5	5	OUT	稳压器输出

4.0 应用信息

4.1 使能/关断

将EN（使能/关断）强制为高电平（大于2V）可使能稳压器。EN与CMOS逻辑门兼容。

如果不需要使能/关断功能，则将EN（引脚3）连接到IN（电源输入，引脚1）。请参见图4-1。

4.2 输入电容

如果输入和交流滤波电容间的导线长度超过10英寸或者使用电池作为输入，则应在IN和GND之间接入一个1 μF的电容。

4.3 参考旁路电容

BYP（参考旁路）连接到内部参考电压。在BYP与GND之间连接一个470 pF电容（C_{BYP}）可使该参考电压保持静默，从而显著降低输出噪声。C_{BYP}会减小稳压器相位裕度；使用C_{BYP}时，通常需要使用不低于2.2 μF的输出电容来保持稳定。

MIC5205的启动速度与参考旁路电容的容值成反比。在应用中，如果需要输出电压缓慢斜升，则应考虑使用容值较大的C_{BYP}。同样，如果需要快速导通，则应考虑省去C_{BYP}。

如果输出噪声不是重点关注的问题，则省去C_{BYP}并使BYP处于断开状态。

4.4 输出电容

OUT和GND之间需要接入一个输出电容，以防止振荡。输出电容的最小容值取决于是否使用参考旁路电容。不使用C_{BYP}时，建议至少使用1 μF的输出电容（见图4-2）。C_{BYP}为470 pF时，建议至少使用2.2 μF的输出电容（见图4-1）。较大的容值可以改善稳压器的瞬态响应。输出电容的容值没有上限。

输出电容的有效串联阻抗（Effective Series Resistance, ESR）不得高于5Ω，而谐振频率应大于1 MHz。超低ESR电容会在输出端产生低幅值振荡和/或欠阻尼瞬态响应。大多数钽或铝电解电容均可满足要求；也可使用薄膜电容，但价格较为昂贵。由于许多铝电解电容的电解质在-30°C左右便会冻结，因此当工作温度低于-25°C时，建议使用固体钽电容。

在输出电流值较低的情况下，为确保输出稳定性，需要使用容值较低的输出电容。当电流低于10 mA时，电容可减小至0.47 μF；当电流低于1 mA时，电容可减小至0.33 μF。

4.5 空载稳定性

MIC5205在空载条件下（内置分压器除外）可以保持稳定性及稳压状态，这是许多其他稳压器所不具备的特性。这对于CMOS RAM保活应用尤为重要。

4.6 散热注意事项

MIC5205设计采用超小型封装，可提供150 mA的持续电流。最大功耗可基于器件的输出电流和压降来计算。要确定封装的最大功耗，可将器件的结至环境热阻代入以下基本公式来计算：

公式4-1：

$$P_{D(MAX)} = \frac{(T_{J(MAX)} - T_A)}{\theta_{JA}}$$

T_{J(MAX)}为裸片的最高结温，即125°C；T_A为工作环境温度。θ_{JA}与布线相关；表4-1列出了MIC5205的结至环境热阻示例。

表4-1： SOT-23-5热阻

封装	θ _{JA} （推荐最小尺寸）	θ _{JA} （方形覆铜）	θ _{JC}
SOT-23-5 (M5)	220°C/W	170°C/W	130°C/W

稳压器电路的实际功耗可使用以下公式确定：

公式4-2：

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} + V_{IN} \times I_{GND}$$

如果用P_{D(MAX)}代替P_D来求解应用的关键工作条件，可得出稳压器电路的极限工作条件。例如，在室温和最小尺寸布线情况下使用MIC5205-3.3YM5时，可通过如下公式确定特定输出电流的最大输入电压：

公式 4-3:

$$P_{D(MAX)} = \frac{(125^{\circ}C - 25^{\circ}C)}{220^{\circ}C/W} = 455mW$$

根据表 4-1 可知，最小尺寸布线情况下的结至环境热阻为 $220^{\circ}C/W$ 。为确保正常工作，不得超过最大功耗。使用 $3.3V$ 输出电压和 $150mA$ 输出电流可以确定最大输入电压。根据电气特性表可知， $150mA$ 输出电流时的最大接地电流为 $2500\mu A$ （即 $2.5mA$ ）。

公式 4-4:

$$455mW = (V_{IN} - 3.3V) \times 150mA + V_{IN} \times 2.5mA$$

公式 4-5:

$$455mW = V_{IN} \times 150mA - 495mW + V_{IN} \times 2.5mA$$

公式 4-6:

$$950mW = V_{IN} \times 152.5mA$$

由此可知， $V_{IN(MAX)}$ 等于 $6.23V$ 。因此，对于输出电流为 $150mA$ 的 $3.3V$ 应用而言，如果采用 SOT-23-5 封装，允许的最大输入电压为 $6.2V$ 。有关稳压器的散热和热效应的详细说明，请参见 Microchip [Designing with Low-Dropout Voltage Regulators](#) 手册中的“Regulator Thermals”部分。

4.7 固定电压稳压器应用

从图 4-1 中可以看出，该应用通过接入一个 $470pF$ 电容来实现低噪声运行，而且由于该应用无需使能/关断，因此将 EN（引脚 3）连接到 IN（引脚 1）。 $C_{OUT} = 2.2\mu F$ （最小值）。

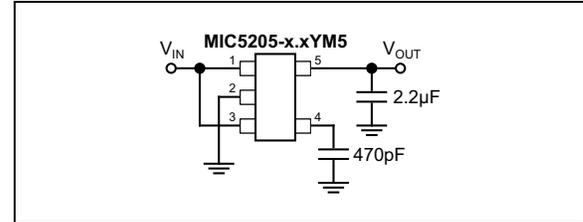


图 4-1: 超低噪声固定电压应用

图 4-2 所示为无需 C_{BYP} 的低噪声配置示例。 $C_{OUT} = 1\mu F$ （最小值）。

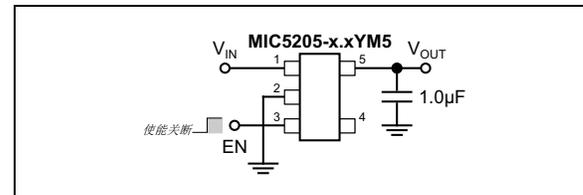


图 4-2: 低噪声固定电压应用

4.8 可调电压稳压器应用

可使用两个外部电阻将 MIC5205YM5 调整为特定输出电压（图 4-3）。电阻与输出电压的关系如下：

公式 4-7:

$$V_{OUT} = 1.242V \times \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right)$$

该公式在配置带隙参考的条件下成立。带隙电压相对于输出而言，如框图中所示。传统稳压器的参考电压通常相对于地而言，因此 V_{OUT} 公式也会有所不同。

电阻值并不重要，因为 ADJ（调节）的输入阻抗较高，但为了获得最佳效果，请使用不高于 $470k\Omega$ 的电阻。在 ADJ 与地之间接入电容可大幅改善噪声性能。

MIC5205

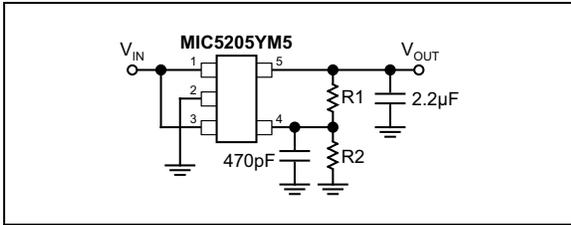


图4-3: 超低噪声

4.9 可调电压应用

从图4-3中可以看出，该应用通过在ADJ与GND之间接入470 pF的噪声旁路电容来降低输出噪声。

4.10 双电源操作

在双电源系统中，如果稳压器负载返回到负电源，则必须通过二极管将输出电压钳位到地。

5.0 封装信息

5.1 封装标识信息

5引脚SOT-23*
(固定)

XXXX
NNN

示例

KB33
943

5引脚SOT-23*
(可调)

XXXX
NNN

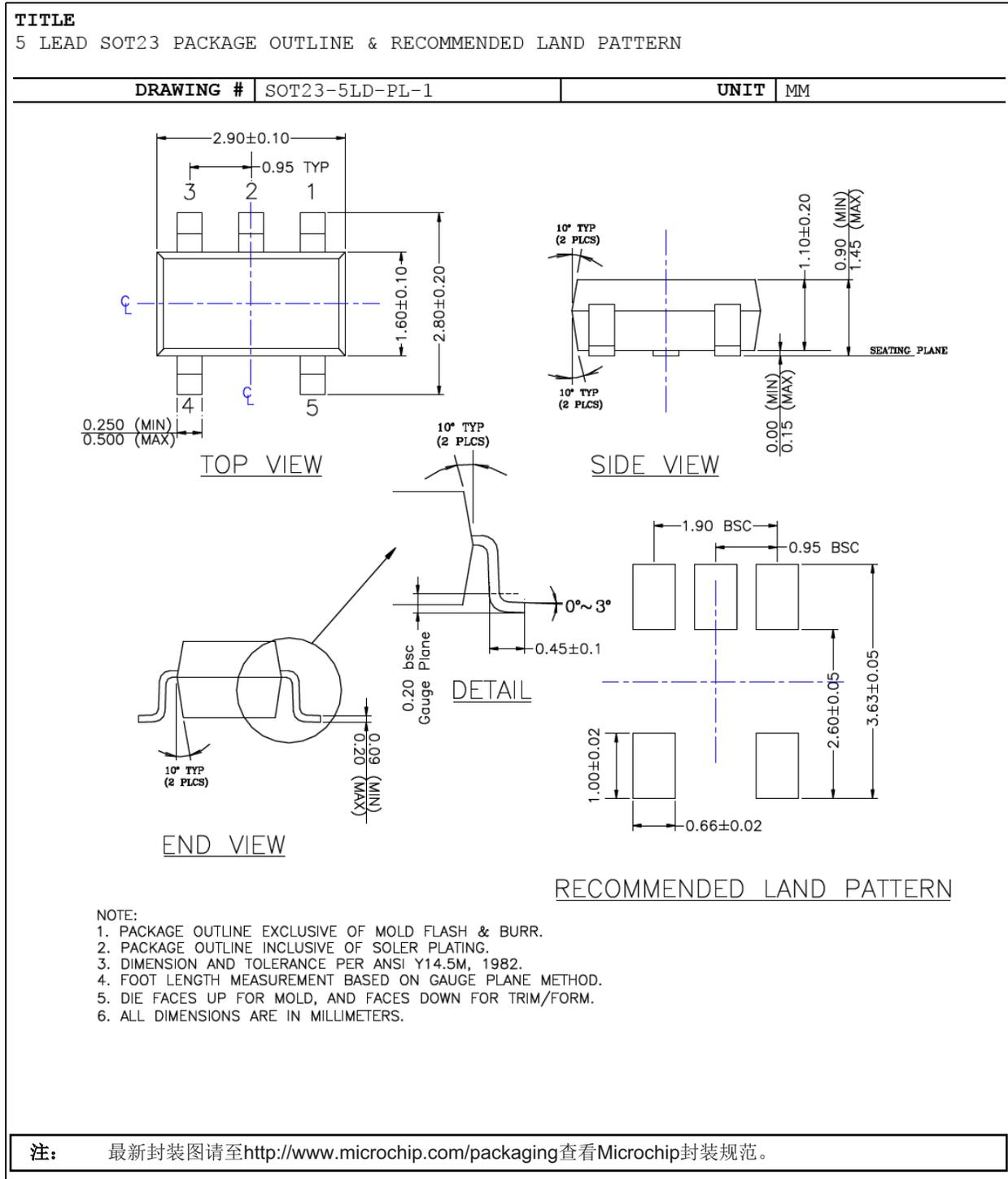
示例

KBAA
102

图注:	<p>XX...X 产品代码或客户指定信息</p> <p>Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)</p> <p>YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)</p> <p>WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)</p> <p>NNN 以字母数字组成的追踪代码</p> <p>(e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC® 无铅标志</p> <p>* 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。</p> <p>●、▲和▼ 引脚1的索引由圆点、上三角或下三角 (三角形标记) 标识。</p>
注:	<p>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。封装可能包含也可能不包含公司徽标。</p> <p>下划线 (_) 和/或上划线 (^) 符号可能未按比例放大或缩小。</p>

MIC5205

5引脚SOT-23封装外形和推荐焊盘布局



附录 A: 版本历史

版本 A (2017年5月)

- 将 Micrel MIC5205 文档转换为 Microchip 数据手册 DS20005785A。
- 通篇进行了少量文字更改。

MIC5205

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与当地的Microchip代表或销售办事处联系。

部件编号	-X.X	X	XX	-XX
器件	电压	温度	封装	介质类型
器件:	MIC5205:	150 mA 低噪声 LDO 稳压器		
电压:	<空白>=	可调电压		
	2.5 =	2.5V		
	2.5 =	2.7V		
	2.8 =	2.8V		
	2.85 =	2.85V		
	2.9 =	2.9V		
	3.0 =	3.0V		
	3.1 =	3.1V		
	3.2 =	3.2V		
	3.3 =	3.3V		
	3.6 =	3.6V		
	3.8 =	3.8V		
	4.0 =	4.0V		
	5.0 =	5.0V		
温度:	Y =	-40°C 至 +125°C		
封装:	M5 =	5 引脚 SOT-23		
介质类型:	TX =	3,000 片/卷 (反转引脚1)		
	TR =	3,000 片/卷		

示例:

a) MIC5205YM5-TX: 150 mA 低噪声 LDO 稳压器, 可调电压, -40°C 到 +125°C, 5 引脚 SOT-23, 3000 片/卷 (反转引脚1)

b) MIC5205-3.0YM5-TR: 150 mA 低噪声 LDO 稳压器, 3.0V, -40°C 到 +125°C, 5 引脚 SOT-23, 3000 片/卷

c) MIC5205-2.8YM5-TX: 150 mA 低噪声 LDO 稳压器, 2.8V, -40°C 到 +125°C, 5 引脚 SOT-23, 3000 片/卷 (反转引脚1)

d) MIC5205-4.0YM5-TR: 150 mA 低噪声 LDO 稳压器, 4.0V, -40°C 到 +125°C, 5 引脚 SOT-23, 3000 片/卷

e) MIC5205-2.5YM5-TX: 150 mA 低噪声 LDO 稳压器, 2.5V, -40°C 到 +125°C, 5 引脚 SOT-23, 3000 片/卷 (反转引脚1)

注 1: 卷带式标识符仅出现在产品目录的部件编号描述中。该标识符用于订货目的, 不会印刷在器件封装上。关于包装是否提供卷带式选项的信息, 请咨询当地的 Microchip 销售办事处。

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。除非另外声明，在 **Microchip** 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、**Microchip** 徽标、**Adapteck**、**AnyRate**、**AVR**、**AVR** 徽标、**AVR Freaks**、**BesTime**、**BitCloud**、**chipKIT**、**chipKIT** 徽标、**CryptoMemory**、**CryptoRF**、**dsPIC**、**FlashFlex**、**flexPWR**、**HELDO**、**IGLOO**、**JukeBlox**、**KeeLoq**、**Kleer**、**LANCheck**、**LinkMD**、**maxStylus**、**maxTouch**、**MediaLB**、**megaAVR**、**Microsemi**、**Microsemi** 徽标、**MOST**、**MOST** 徽标、**MPLAB**、**OptoLyzer**、**PackeTime**、**PIC**、**picoPower**、**PICSTART**、**PIC32** 徽标、**PolarFire**、**Prochip Designer**、**QTouch**、**SAM-BA**、**SenGenuity**、**SpyNIC**、**SST**、**SST** 徽标、**SuperFlash**、**Symmetricom**、**SyncServer**、**Tachyon**、**TempTrackr**、**TimeSource**、**tinyAVR**、**UNI/O**、**Vectron** 及 **XMEGA** 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国和其他国家或地区的注册商标。

APT、**ClockWorks**、**The Embedded Control Solutions Company**、**EtherSynch**、**FlashTec**、**Hyper Speed Control**、**HyperLight Load**、**IntelliMOS**、**Liberio**、**motorBench**、**mTouch**、**Powermite 3**、**PrecisionEdge**、**ProASIC**、**ProASIC Plus**、**ProASIC Plus** 徽标、**Quiet-Wire**、**SmartFusion**、**SyncWorld**、**Temux**、**TimeCesium**、**TimeHub**、**TimePictra**、**TimeProvider**、**Vite**、**WinPath** 和 **ZL** 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、**AKS**、**Analog-for-the-Digital Age**、**Any Capacitor**、**AnyIn**、**AnyOut**、**BlueSky**、**BodyCom**、**CodeGuard**、**CryptoAuthentication**、**CryptoAutomotive**、**CryptoCompanion**、**CryptoController**、**dsPICDEM**、**dsPICDEM.net**、**Dynamic Average Matching**、**DAM**、**ECAN**、**EtherGREEN**、**In-Circuit Serial Programming**、**ICSP**、**INICnet**、**Inter-Chip Connectivity**、**JitterBlocker**、**KleerNet**、**KleerNet** 徽标、**memBrain**、**Mindi**、**MiWi**、**MPASM**、**MPF**、**MPLAB Certified** 徽标、**MPLIB**、**MPLINK**、**MultiTRAK**、**NetDetach**、**Omniscient Code Generation**、**PICDEM**、**PICDEM.net**、**PICkit**、**PICtail**、**PowerSmart**、**PureSilicon**、**QMatrix**、**REAL ICE**、**Ripple Blocker**、**SAM-ICE**、**Serial Quad I/O**、**SMART-I.S.**、**SQI**、**SuperSwitcher**、**SuperSwitcher II**、**Total Endurance**、**TSHARC**、**USBCheck**、**VariSense**、**ViewSpan**、**WiperLock**、**Wireless DNA** 和 **ZENA** 均为 **Microchip Technology Inc.** 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 **Microchip Technology Inc.** 在美国的服务标记。

Adapteck 徽标、**Frequency on Demand**、**Silicon Storage Technology** 和 **Symmcom** 为 **Microchip Technology Inc.** 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 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。

© 2019, **Microchip Technology Inc.** 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-5132-7

有关 **Microchip** 质量管理体系的更多信息，请访问 www.microchip.com/quality。

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://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

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
Tel: 1-317-536-2380

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608
Tel: 1-951-273-7800

罗利 Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-695-1980
Fax: 1-905-695-2078

亚太地区

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

亚太地区

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

印度 **India - Bangalore**
Tel: 91-80-3090-4444

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

印度 **India - Pune**
Tel: 91-20-4121-0141

日本 **Japan - Osaka**
Tel: 81-6-6152-7160

日本 **Japan - Tokyo**
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 **Korea - Daegu**
Tel: 82-53-744-4301

韩国 **Korea - Seoul**
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚
Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906

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

菲律宾 **Philippines - Manila**
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 **Singapore**
Tel: 65-6334-8870

泰国 **Thailand - Bangkok**
Tel: 66-2-694-1351

越南 **Vietnam - Ho Chi Minh**
Tel: 84-28-5448-2100

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

芬兰 **Finland - Espoo**
Tel: 358-9-4520-820

法国 **France - Paris**
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 **Germany - Garching**
Tel: 49-8931-9700

德国 **Germany - Haan**
Tel: 49-2129-3766400

德国 **Germany - Heilbronn**
Tel: 49-7131-72400

德国 **Germany - Karlsruhe**
Tel: 49-721-625370

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

德国 **Germany - Rosenheim**
Tel: 49-8031-354-560

以色列 **Israel - Ra'anana**
Tel: 972-9-744-7705

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

意大利 **Italy - Padova**
Tel: 39-049-7625286

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

挪威 **Norway - Trondheim**
Tel: 47-7288-4388

波兰 **Poland - Warsaw**
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚
Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50

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

瑞典 **Sweden - Gothenberg**
Tel: 46-31-704-60-40

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

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