

16V、250 mA 低静态电流 LDO 稳压器

特征

- 典型静态电流为 2.0 μA
- 输入工作电压范围：2.7V 至 16.0V
- 输出电压 $\geq 2.5\text{V}$ 时，输出电流为 250 mA
- 输出电压 $< 2.5\text{V}$ 时，输出电流为 200 mA
- 低压差， $V_R = 2.8\text{V}$ ，250 mA 输出电流时的电压差为 625 mV（典型值）
- 典型输出电压容差为 0.4%
- 标准输出电压可选为 1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、2.8V、3.0V、3.3V、4.0V 和 5.0V
- 输出电压范围为 1.2V 至 5.5V，增量为 0.1V（可根据需要提供 50 mV 增量）
- 可在使用 1.0 μF 至 22 μF 的陶瓷输出电容时稳定工作
- 短路保护
- 过热保护

应用

- 电池供电设备
- 电池供电报警电路
- 烟雾探测器
- CO^2 探测器
- 寻呼机和手机
- 智能电池组
- 低静态电流基准电压
- PDA
- 数码相机
- 单片机电源
- 太阳能供电的仪器
- 消费类电子产品
- 电池供电的数据采集设备

概述

MCP1703 系列是采用 CMOS 工艺制造的低压差 (LOW Dropout, LDO) 稳压器，它可以产生高达 250 mA 的电流，而其静态电流只有 2.0 μA （典型值）。它的输入电压范围为 2.7V 至 16.0V，因此特别适合于两节到六节电池供电的系统、9V 碱性电池和单节或两节锂离子电池供电的系统。

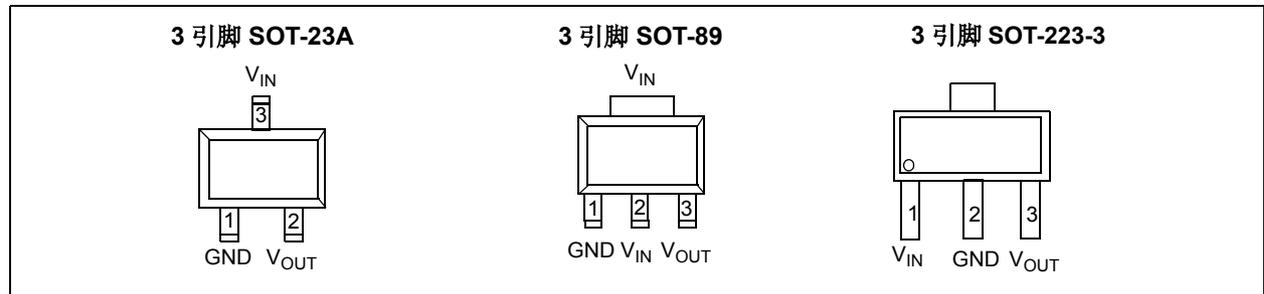
在输入输出电压差 ($V_{\text{OUT}} = 2.8\text{V}$) 只有 625 mV（典型值）的情况下，MCP1703 也能产生 250 mA 的电流。MCP1703 的输出电压容差在 +25°C 时的典型值为 $\pm 0.4\%$ ，在最大工作结温范围 (-40°C 至 +125°C) 内的典型值为 $\pm 3\%$ 。+25°C 时的线性稳定度为 $\pm 0.1\%$ 。

MCP1703 的输出电压在 1.2V 至 5.5V 范围内可选。只需要使用 1 μF 的输出电容，LDO 就能稳定输出。陶瓷电容、钽电容或铝电解电容都可以作为输入和输出电容。对于任何应用，过流限制和过热关断都提供了一种可靠的解决方案。封装形式包括 SOT-223-3、SOT-23A 和 SOT-89-3。

相关文献

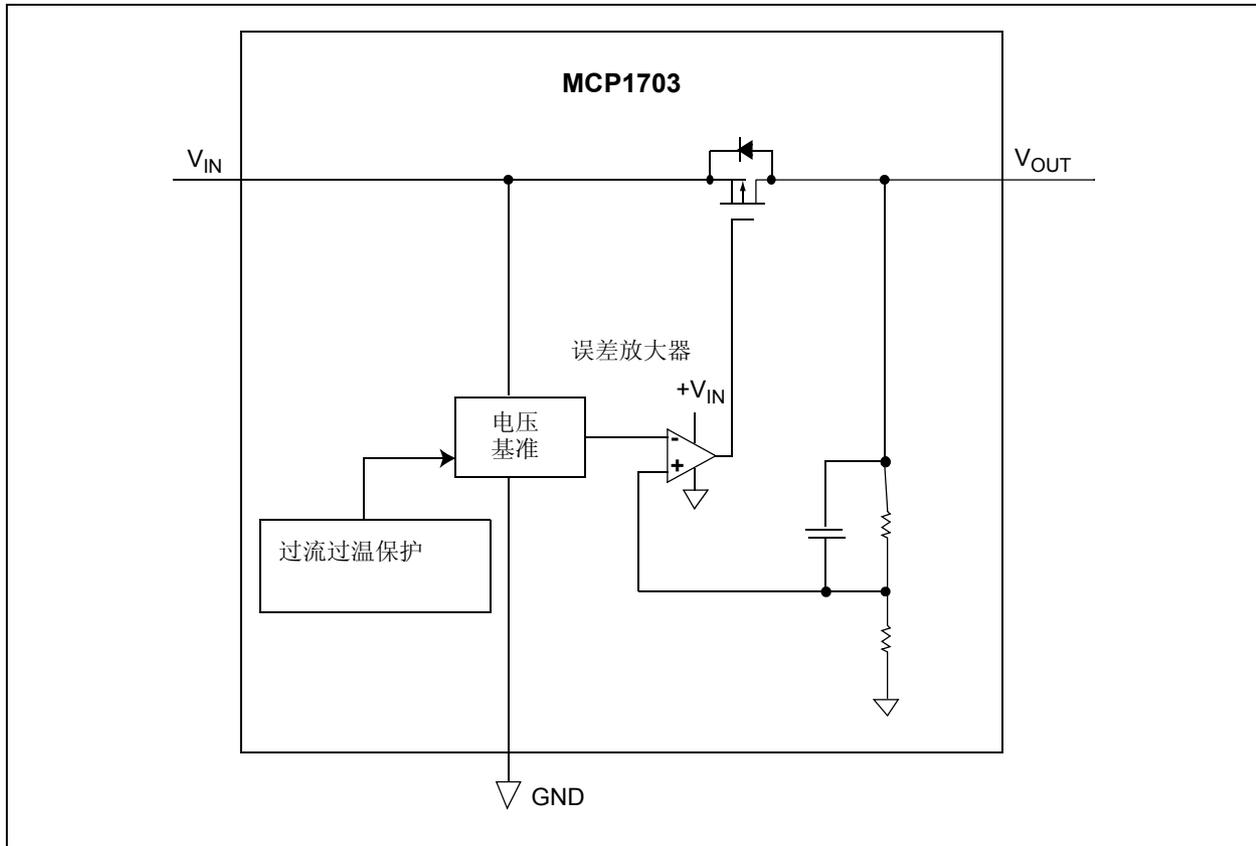
- AN765, 《使用 Microchip 的微功率 LDO》，DS00765B_CN, Microchip Technology Inc., 2008
- AN766, “Pin-Compatible CMOS Upgrades to BiPolar LDOs”, DS00766, Microchip Technology Inc., 2002
- AN792, “A Method to Determine How Much Power a SOT23 Can Dissipate in an Application”, DS00792, Microchip Technology Inc., 2001

封装类型

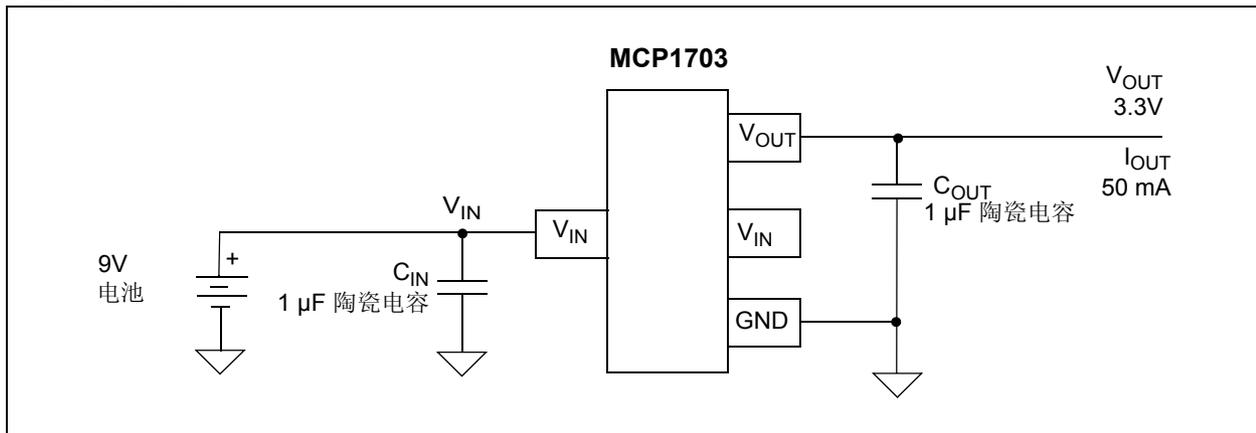


MCP1703

功能框图



典型应用电路



1.0 电气特性

绝对最大值 †

V _{DD}	+18V
所有输入和输出对地的电压.....	(V _{SS} -0.3V) 至 (V _{IN} +0.3V)
峰值输出电流.....	500 mA
存储温度.....	-65°C 至 +150°C
最大结温.....	+150°C
工作结温.....	-40°C 至 +125°C
所有引脚 ESD 保护 (HBM;MM).....	≥ 4 kV; ≥ 400V

†注：如果器件运行条件超过上述各项绝对最大值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是允许条件的极大值，我们不建议使器件在该条件下或在技术规范以外的条件下运行。器件长时间工作在绝对最大值条件下，其稳定性可能受到影响。

直流特性

电气规范：除非另外声明，否则所有参数适用于 V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}，注 1，I_{LOAD} = 100 μA，C_{OUT} = 1 μF (X7R)，C_{IN} = 1 μF (X7R)，T_A = +25°C。
黑体数值适用于结温 T_J (注 7) 为 -40°C 至 +125°C 的条件。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
输入 / 输出特性						
输入工作电压	V _{IN}	2.7	—	16.0	V	注 1
输入静态电流	I _q	—	2.0	5	μA	I _L = 0 mA
最大输出电流	I _{OUT_MA}	250	—	—	mA	V _R ≥ 2.5V
		50	100	—	mA	V _R < 2.5V, V _{IN} ≥ 2.7V
		100	130	—	mA	V _R < 2.5V, V _{IN} ≥ 2.95V
		150	200	—	mA	V _R < 2.5V, V _{IN} ≥ 3.2V
		200	250	—	mA	V _R < 2.5V, V _{IN} ≥ 3.45V
输出短路电流	I _{OUT_SC}	—	400	—	mA	V _{IN} = V _{IN(MIN)} (注 1), V _{OUT} = GND, 电流 (平均电流) 在短路后 10 ms 内进行测试。
输出电压稳定度	V _{OUT}	V_R-3.0% V_R-2.0%	V _R ±0.4 %	V_R+3.0% V_R+2.0%	V	注 2
V _{OUT} 温度系数	TCV _{OUT}	—	50	150	ppm/°C	注 3
线性稳定度	ΔV _{OUT} / (V _{OUT} × ΔV _{IN})	-0.3	±0.1	+0.3	%/V	(V _{OUT(MAX)} + V _{DROPOUT(MAX)}) ≤ V _{IN} ≤ 16V, 注 1
负载稳定度	ΔV _{OUT} / V _{OUT}	-2.5	±1.0	+2.5	%	对于 V _R ≥ 2.5V, I _L = 1.0 mA 至 250 mA 对于 V _R < 2.5V 且 V _{IN} = 3.65V, I _L = 1.0 mA 至 200 mA, 注 4

- 注 1：最小输入电压 V_{IN} 必须满足两个条件：V_{IN} ≥ 2.7V 和 V_{IN} ≥ (V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)})。
- 2：V_R 是稳压器输出电压的标称值。例如：V_R = 1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、2.8V、3.0V、3.3V、4.0V 或 5.0V。输入电压 V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)} 或 V_{IN} = 2.7V (取二者中的较大者)；I_{OUT} = 100 μA。
- 3：TCV_{OUT} = (V_{OUT-HIGH} - V_{OUT-LOW}) * 10⁶ / (V_R * ΔTemperature)，V_{OUT-HIGH} = 在整个温度范围内测得的最高电压。V_{OUT-LOW} = 在整个温度范围内测得的最低电压。
- 4：负载稳定度的测量是在器件结温恒定时使用低占空比脉冲进行的。由热效应引起的输出电压的变化通过使用热稳定度技术规范 TCV_{OUT} 来确定。
- 5：电压差定义为输出电压比其标称值降低 2% 时的输入输出电压差。施加的电压为 V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)} 或 2.7V，取二者中的较大者。
- 6：最大允许功耗是环境温度、最大允许结温和结点到空气的热阻 (即 T_A、T_J 和 θ_{JA}) 的函数。超过最大允许功耗使器件结温超过 150°C 的最大额定值。结温持续超过 150°C 可能影响器件的可靠性。
- 7：将器件在环境温度等于期望结温的环境中测试而获得近似结温。由于测试时间足够短，因此结温相当于环境温度的升高可以忽略不计。

MCP1703

直流特性 (续)

电气规范: 除非另外声明, 否则所有参数适用于 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$, 注 1, $I_{LOAD} = 100 \mu A$, $C_{OUT} = 1 \mu F$ (X7R), $C_{IN} = 1 \mu F$ (X7R), $T_A = +25^\circ C$ 。
黑体数值适用于结温 T_J (注 7) 为 $-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ 的条件。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
电压差 注 1 和注 5	$V_{DROPOUT}$	—	330	650	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$, $V_R = 5.0V$
		—	525	725	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$, $3.3V \leq V_R < 5.0V$
		—	625	975	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$, $2.8V \leq V_R < 3.3V$
		—	750	1100	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$, $2.5V \leq V_R < 2.8V$
		—	—	—	mV	$V_R < 2.5V$, 见最大输出电流参数
输出延迟时间	T_{DELAY}	—	1000	—	μs	$V_{IN} = 0V$ 至 $6V$, $V_{OUT} = 90\% V_R$, $R_L = 50\Omega$
输出噪声	e_N	—	8	—	$\mu V/(Hz)^{1/2}$	$I_L = 50 \text{ mA}$, $f = 1 \text{ kHz}$, $C_{OUT} = 1 \mu F$
电源纹波抑制比	PSRR	—	44	—	dB	$f = 100 \text{ Hz}$, $C_{OUT} = 1 \mu F$, $I_L = 100 \mu A$, $V_{INAC} = 100 \text{ mV}$ (峰-峰值), $C_{IN} = 0 \mu F$, $V_R = 1.2V$
热关断保护	T_{SD}	—	150	—	$^\circ C$	

- 注 1:** 最小输入电压 V_{IN} 必须满足两个条件: $V_{IN} \geq 2.7V$ 和 $V_{IN} \geq (V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)})$ 。
注 2: V_R 是稳压器输出电压的标称值。例如: $V_R = 1.2V$ 、 $1.5V$ 、 $1.8V$ 、 $2.5V$ 、 $2.8V$ 、 $3.0V$ 、 $3.3V$ 、 $4.0V$ 或 $5.0V$ 。输入电压 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $V_{IN} = 2.7V$ (取二者中的较大者); $I_{OUT} = 100 \mu A$ 。
注 3: $TCV_{OUT} = (V_{OUT-HIGH} - V_{OUT-LOW}) * 10^6 / (V_R * \Delta Temperature)$, $V_{OUT-HIGH}$ = 在整个温度范围内测得的最高电压。
 $V_{OUT-LOW}$ = 在整个温度范围内测得的最低电压。
注 4: 负载稳定度的测量是在器件结温恒定时使用低占空比脉冲进行的。由热效应引起的输出电压的变化通过使用热稳定度技术规范 TCV_{OUT} 来确定。
注 5: 电压差定义为输出电压比其标称值降低 2% 时的输入输出电压差。施加的电压为 $V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$, 取二者中的较大者。
注 6: 最大允许功耗是环境温度、最大允许结温和结点到空气的热阻 (即 T_A 、 T_J 和 θ_{JA}) 的函数。超过最大允许功耗使器件结温超过 $150^\circ C$ 的最大额定值。结温持续超过 $150^\circ C$ 可能影响器件的可靠性。
注 7: 将器件在环境温度等于期望结温的环境中测试而获得近似结温。由于测试时间足够短, 因此结温相当于环境温度的升高可以忽略不计。

温度规范

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
温度范围						
指定温度范围	T_A	-40	—	+125	$^\circ C$	
工作温度范围	T_A	-40	—	+125	$^\circ C$	
存储温度范围	T_A	-65	—	+150	$^\circ C$	
封装热阻						
热阻, 3 引脚 SOT-223	θ_{JA}	—	62	—	$^\circ C/W$	EIA/JEDEC JESD51-7 FR-4 0.063 4 层板
	θ_{JC}	—	15	—	$^\circ C/W$	
热阻, 3 引脚 SOT-23A	θ_{JA}	—	336	—	$^\circ C/W$	EIA/JEDEC JESD51-7 FR-4 0.063 4 层板
	θ_{JC}	—	110	—	$^\circ C/W$	
热阻, 3 引脚 SOT-89	θ_{JA}	—	75	—	$^\circ C/W$	在双面板的两面铺铜 0.300 平方米并 通过过孔连接
	θ_{JC}	—	10	—	$^\circ C/W$	

- 注 1:** 最大允许功耗是环境温度、最大允许结温和结点到空气的热阻 (即 T_A 、 T_J 和 θ_{JA}) 的函数。超过最大允许功耗使器件结温超过 $150^\circ C$ 的最大额定值。结温持续超过 $150^\circ C$ 可能影响器件的可靠性。

2.0 典型性能曲线

注： 以下图表为基于有限数量样本所作的统计，仅供参考。所列特性未经测试，我公司不作任何担保。在一些图表中，所列数据可能超出规定的工作范围（如：超出规定的电源电压范围），因而不在于担保范围内。

注： 除非另外声明，否则所有曲线均适用于 $V_R = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 陶瓷电容（X7R）、 $C_{IN} = 1 \mu F$ 陶瓷电容（X7R）、 $I_L = 100 \mu A$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$ ，取二者中的较大者。

注： 将器件在环境温度等于期望结温的环境中测试而获得近似结温 (T_J)。由于测试时间足够短，因此结温相对于环境温度的升高可以忽略不计。

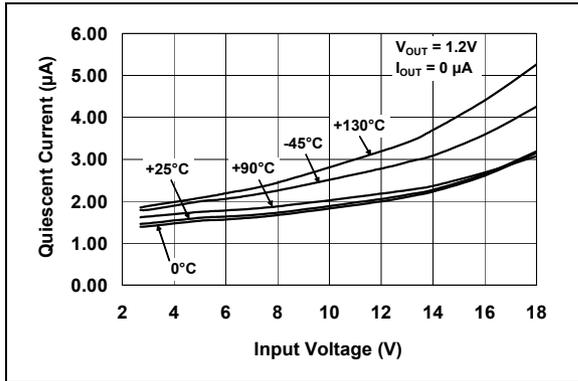


图 2-1: 静态电流——输入电压曲线

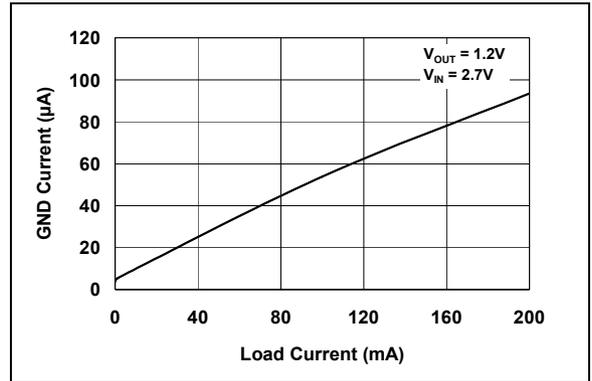


图 2-4: 地电流——负载电流曲线

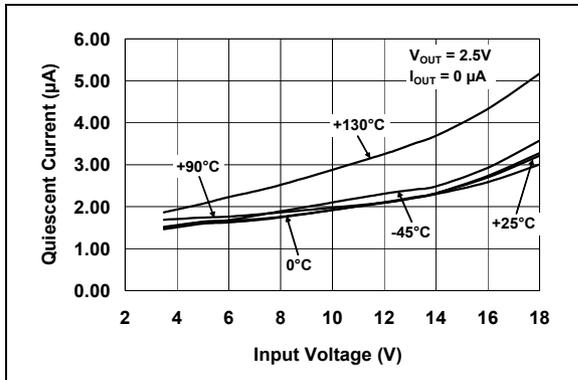


图 2-2: 静态电流——输入电压曲线

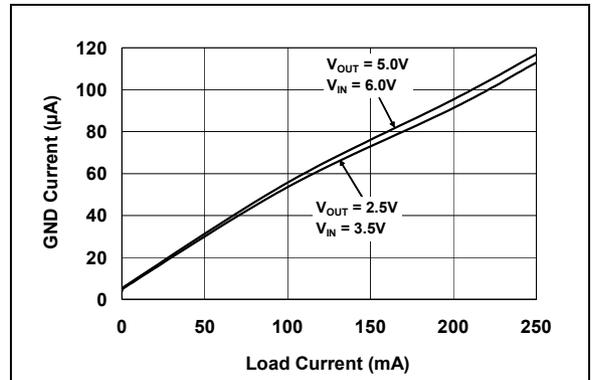


图 2-5: 地电流——负载电流曲线

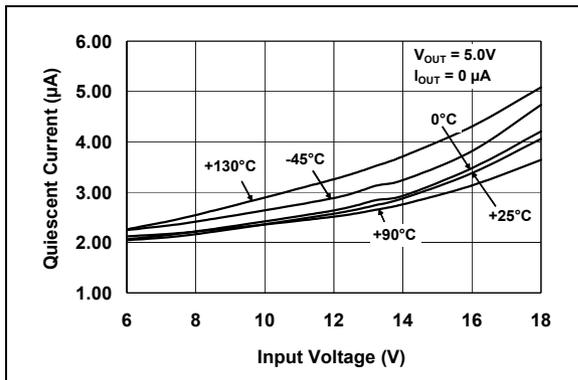


图 2-3: 静态电流——输入电压曲线

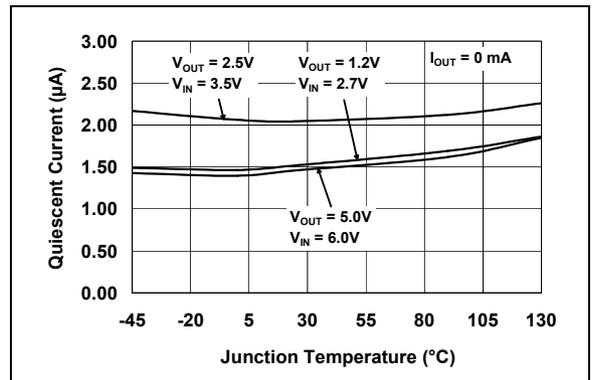


图 2-6: 地电流——结温曲线

MCP1703

注 除非另外声明, 否则所有曲线均适用于 $V_R = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $C_{IN} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $I_L = 100 \mu A$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$, 取二者中的较大者。

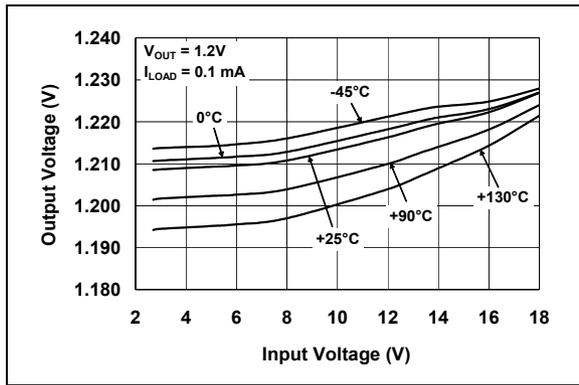


图 2-7: 输出电压——输入电压曲线

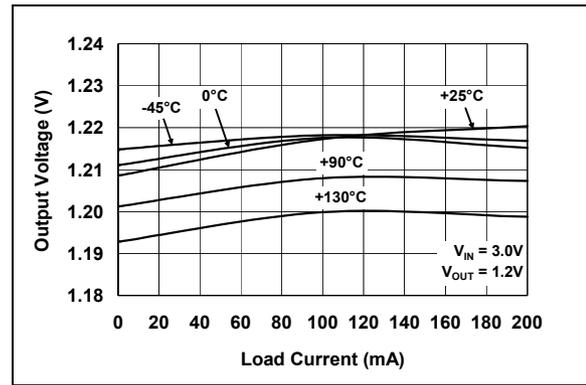


图 2-10: 输出电压——负载电流曲线

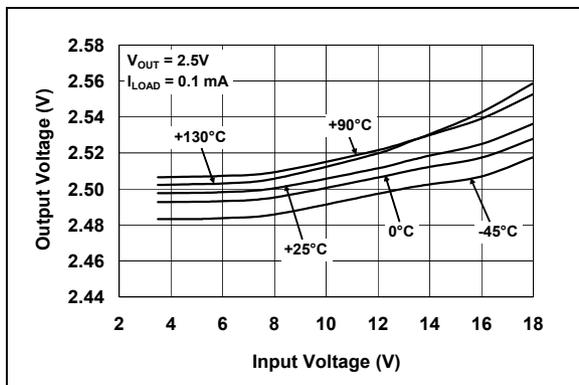


图 2-8: 输出电压——输入电压曲线

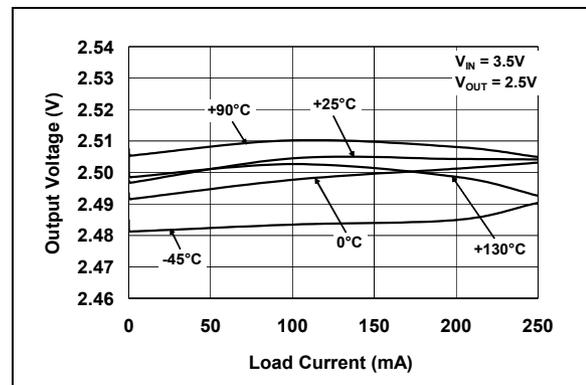


图 2-11: 输出电压——负载电流曲线

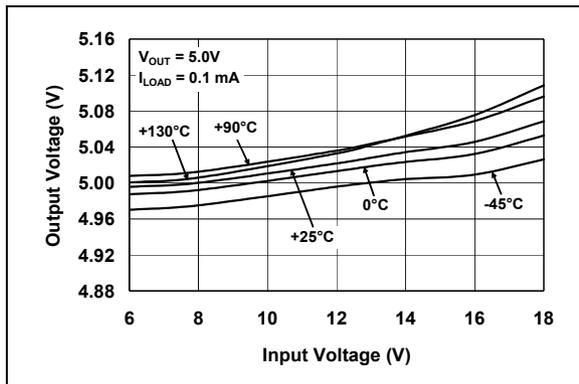


图 2-9: 输出电压——输入电压曲线

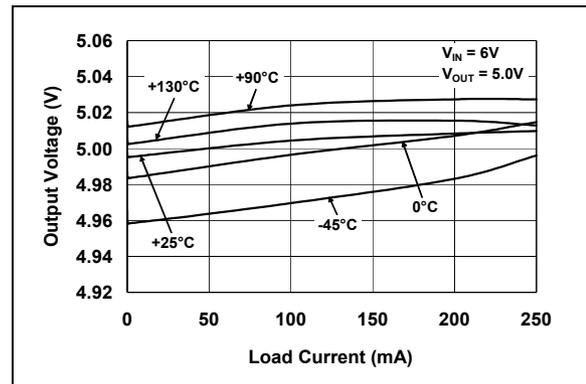


图 2-12: 输出电压——负载电流曲线

注 除非另外声明, 否则所有曲线均适用于 $V_R = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $C_{IN} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $I_L = 100 \mu A$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$, 取二者中的较大者。

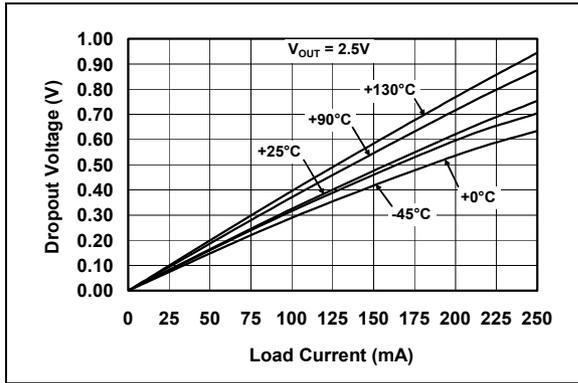


图 2-13: 压差——负载电流曲线

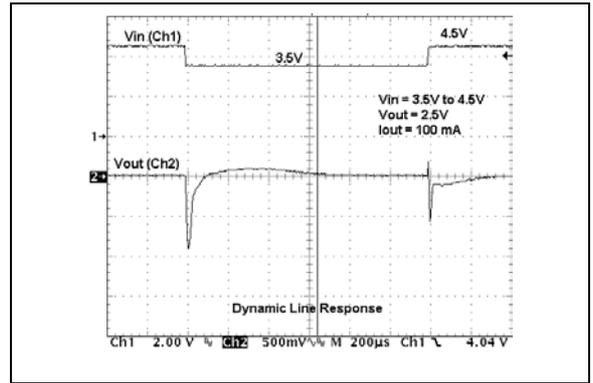


图 2-16: 动态线路响应

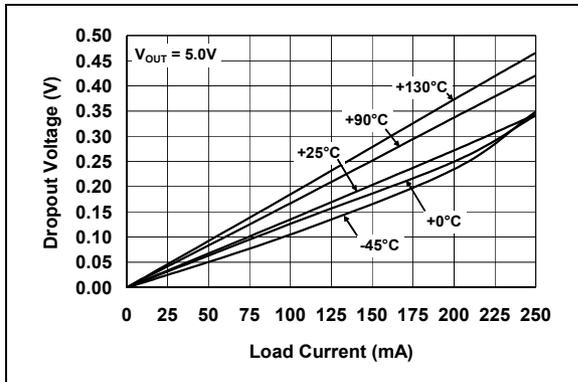


图 2-14: 压差——负载电流曲线

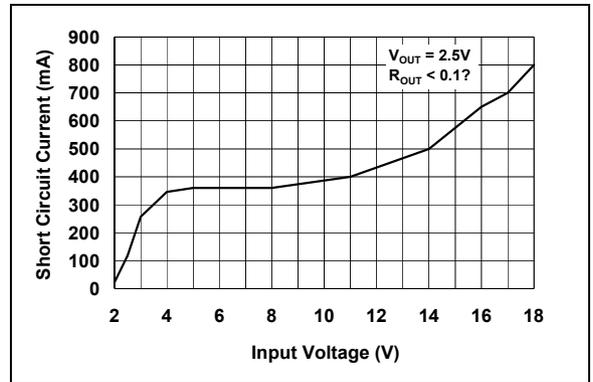


图 2-17: 短路电流——输入电压曲线

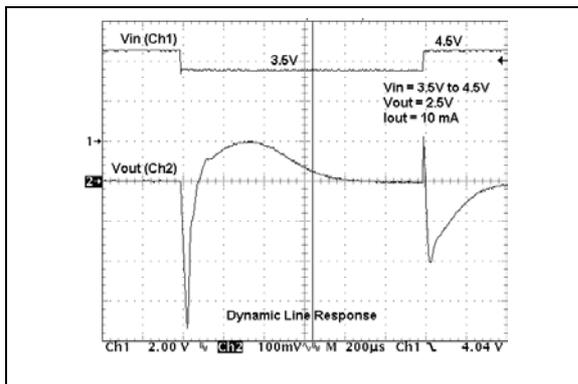


图 2-15: 动态线路响应

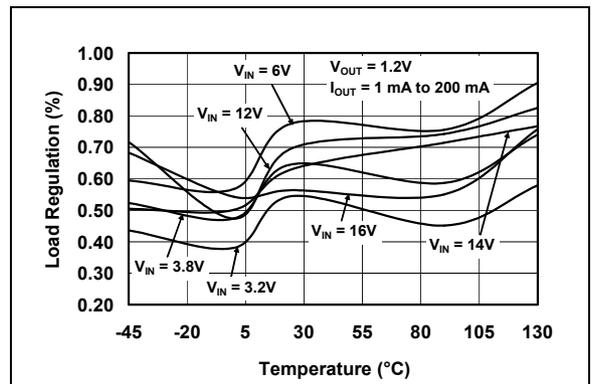


图 2-18: 负载稳定度——温度曲线

MCP1703

注 除非另外声明, 否则所有曲线均适用于 $V_R = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $C_{IN} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $I_L = 100 \mu A$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$, 取二者中的较大者。

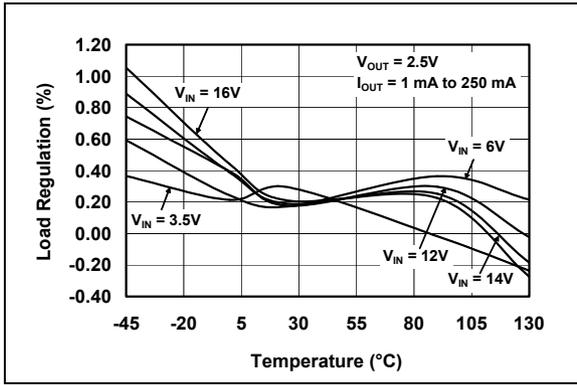


图 2-19: 负载稳定度—温度曲线

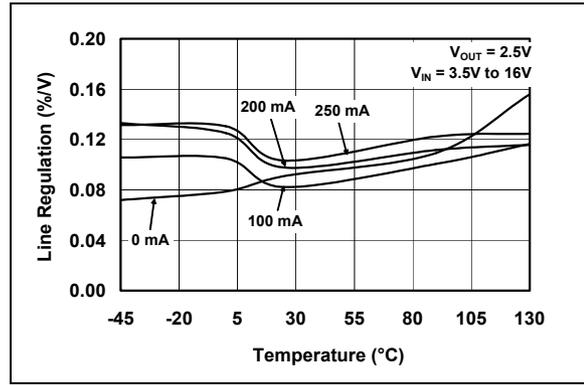


图 2-22: 线路稳定度—温度曲线

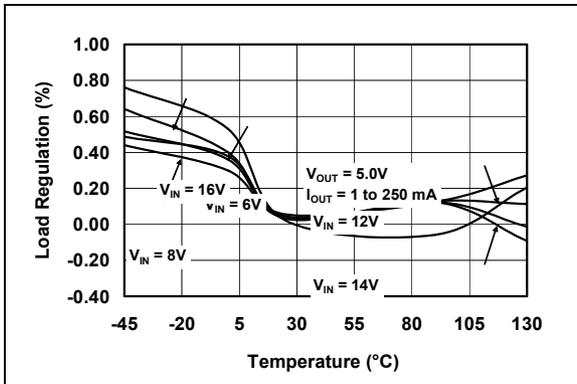


图 2-20: 负载稳定度—温度曲线

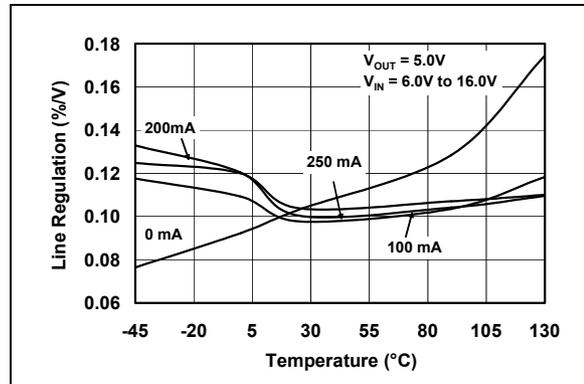


图 2-23: 线路稳定度—温度曲线

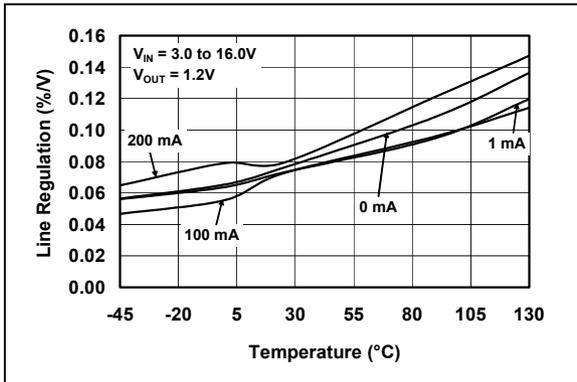


图 2-21: 线路稳定度—温度曲线

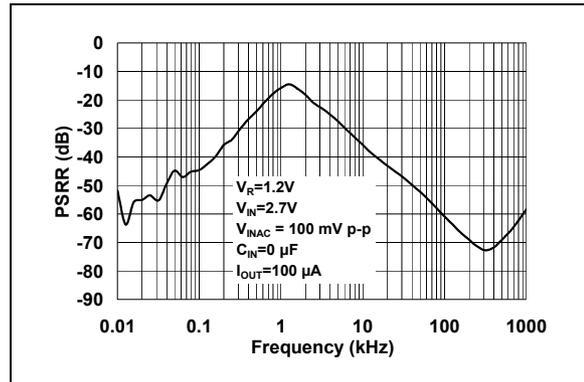


图 2-24: PSRR—频率曲线

注 除非另外声明, 否则所有曲线均适用于 $V_R = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $C_{IN} = 1 \mu F$ 陶瓷电容 (X7R)、 $I_L = 100 \mu A$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 或 $2.7V$, 取二者中的较大者。

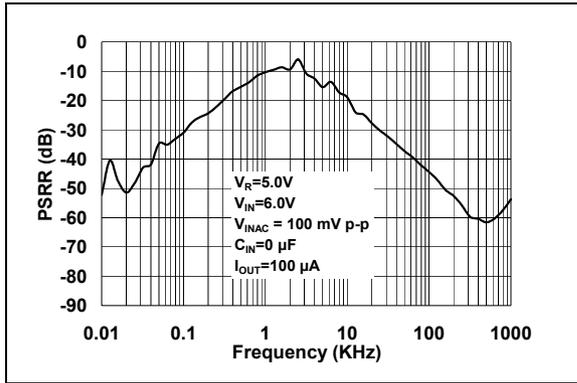


图 2-25: PSRR —— 频率曲线

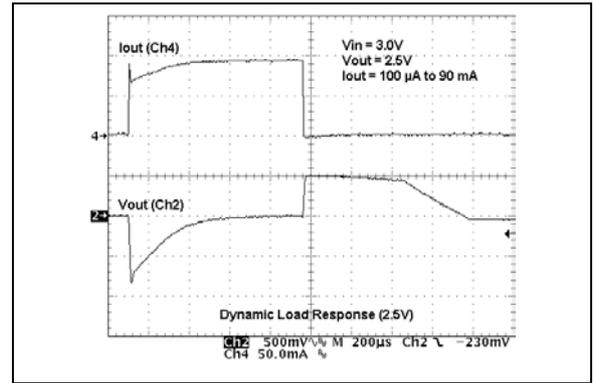


图 2-28: 动态负载响应

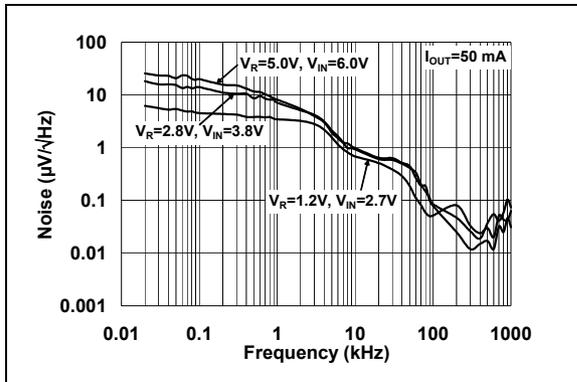


图 2-26: 输出噪声 —— 频率曲线

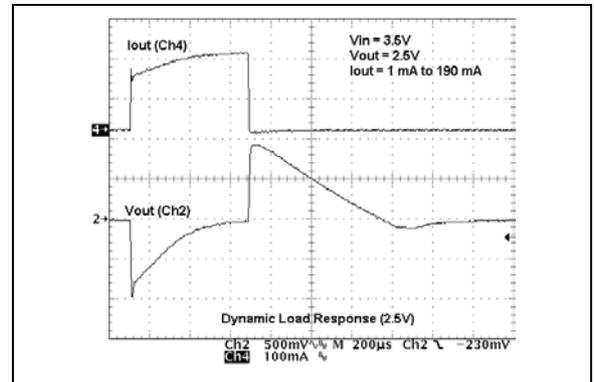


图 2-29: 动态负载响应

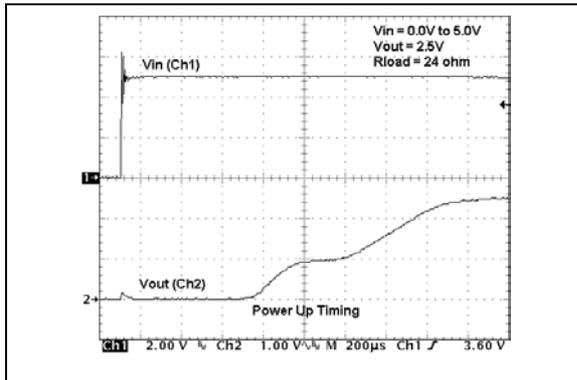


图 2-27: 上电时序

MCP1703

3.0 引脚描述

表 3-1 列出了对器件引脚的说明。

表 3-1: MCP1703 引脚功能表

引脚编号 SOT-223-3	引脚编号 SOT-23A	引脚编号 SOT-89-3	符号	功能
2, Tab	1	1	GND	接地端
3	2	3	V _{OUT}	稳压输出电压
1	3	2, Tab	V _{IN}	未稳压电源电压
—	—	—	NC	无连接

3.1 接地端 (GND)

稳压器的地。连接 GND 引脚到输出的负端和输入电容的负极。仅 LDO 的偏置电流 (典型值 2.0 μ A) 从此引脚流出, 因此无大电流流出。LDO 的稳压输出值以此引脚为基准。应尽可能减小地引脚和负载负端间的电压差。

3.2 稳压输出电压 (V_{OUT})

连接 V_{OUT} 到负载的正端和输出电容的正极。在实际应用中, 输出电容的正极应尽可能靠近 LDO V_{OUT} 引脚。该引脚流出的电流等同于负载直流电流。

3.3 未稳压电源电压 (V_{IN})

连接 V_{IN} 到未稳压的输入电压源。同其他低压差线性稳压器一样, 需要低的源阻抗来保证 LDO 的稳定输出。确保低源阻抗所需的电容值取决于输入电容或电池的类型。对于大多数应用, 1 μ F 的电容可以保证 LDO 电路稳定工作。若应用中负载电流低于 100 mA, 则可以采用较低的输入电容。电容类型可使用陶瓷电容、钽电容或电解电容。陶瓷电容的低 ESR 特性在高频时提供更好的噪声和 PSRR 性能。

4.0 详细说明

4.1 输出稳压

LDO 输出电压的一部分被反馈到内部误差放大器，并和内部精密的带隙参考源相比较。误差放大器的输出调整流过 P 沟道功率晶体管的电流，从而调整输出电压到期望值。输入电压或输出电流的任何变化都会使误差放大器产生响应，并调整输出电压到目标电压值（见图 4-1）。

4.2 过流保护

MCP1703 内部电路会监控流过 P 沟道功率晶体管的电流。如果发生短路或输出电流过大，MCP1703 将会关断 P 沟道功率晶体管很短的一段时间，之后 LDO 会尝试重新启动。如果电流仍然过大，这个过程会不断重复。

4.3 过温保护

LDO 的内部功耗是输入与输出电压差和负载电流的函数。如果 LDO 内部的功耗过大，内部结温会上升，超过关断阈值的典型值 150°C 时，LDO 会被关断，并开始降温到开启结温的典型值 130°C 。如果功耗足够低，器件继续降温，并正常工作。如果功耗仍然很高，热关断保护电路会再次关断 LDO，避免发生破坏性故障。

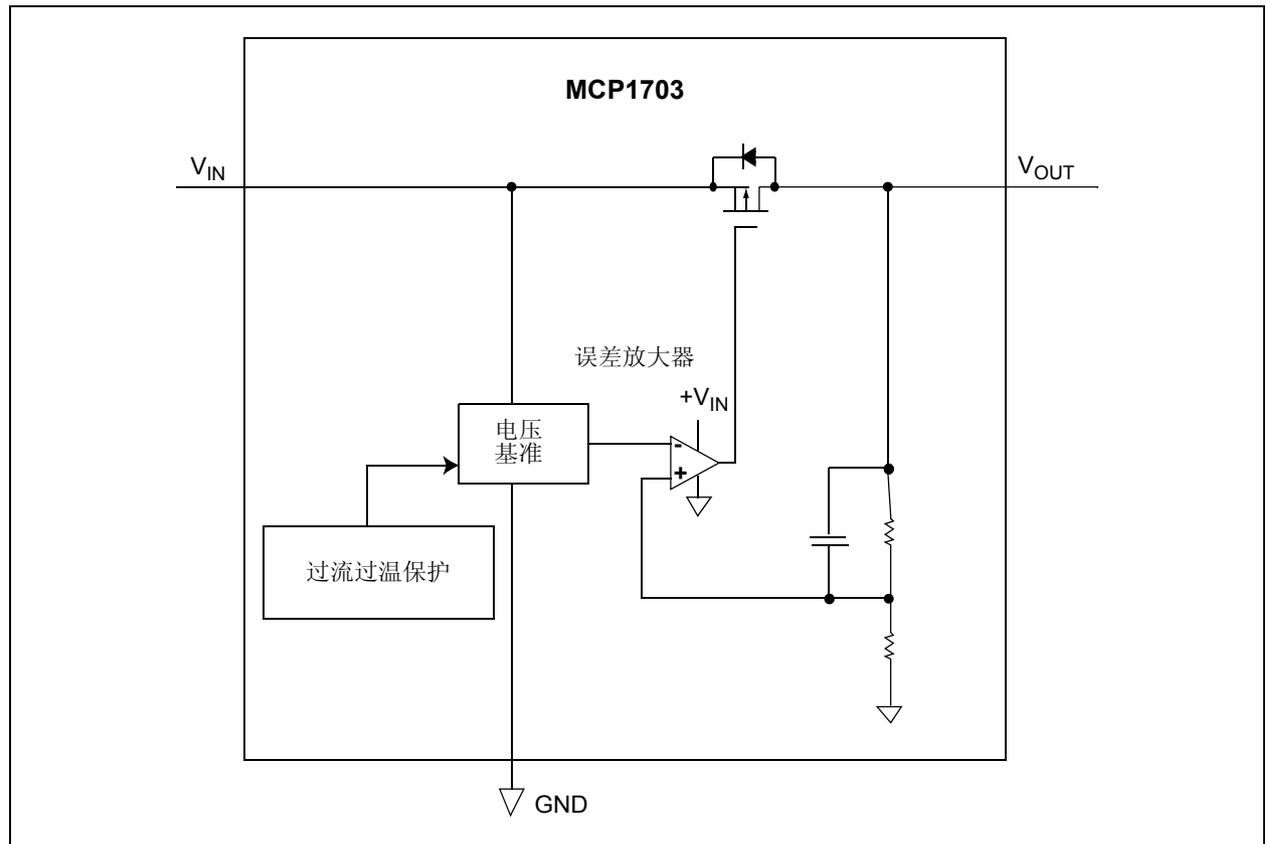


图 4-1: 框图

MCP1703

5.0 功能说明

MCP1703 是采用 CMOS 工艺制造的低压差线性稳压器，适用于保持输出电压稳定而电流消耗最小的应用。MCP1703 的连续负载电流范围从 0 mA 至 250 mA ($V_R \geq 2.5V$)。输入电压范围为 2.7V 至 16.0V，因此，可以工作在两节或多节碱性电池或单节和多节锂离子电池供电的应用。

5.1 输入

MCP1703 的输入连接到 P 沟道 PMOS 功率晶体管的源极。和所有的 LDO 电路一样，要求电源的阻抗较小 (10Ω)，从而避免由于输入阻抗而引起 LDO 不稳定。所需电容的大小和类型和实际输入电源类型（电池或电源）及应用的输出电流范围紧密相关。对绝大多数应用（电流小于等于 100 mA），1 μF 的陶瓷电容足可以使电路稳定。更大的电容可以提供电路的交流性能。

5.2 输出

MCP1703 的最大额定连续输出电流是 250 mA ($V_R \geq 2.5V$)。对 $V_R < 2.5V$ 的应用，最大输出电流为 200 mA。

对输出电流达到 250 mA 的情况，为了保证信号的稳定，要求最小输出电容为 1.0 μF 。电容类型可以是陶瓷电容、钽电容或铝电解电容。输出电容的等效串联阻抗 (ESR) 的范围从 0Ω 至 2.0Ω 。

对于陶瓷电容，其输出电容范围为 1 μF 至 22 μF 。需要更大电容值时可选择钽电容和电解电容。更高输出电容值会使 LDO 传递函数的极点向内偏移，从而导致更高的相位偏移，因此降低了拐点频率。当使用的电容值超过 22 μF 时，电路的设计人员应该对系统进行线路和负载阶跃测试来验证其稳定性。

5.3 输出上升时间

当施加内部基准电压时，为避免输出电压产生过冲，其输出上升时间的典型值为 1000 μs 。

6.0 应用电路和要点

6.1 典型应用

MCP1703 最普遍的应用是作为稳压器。它的低静态电流和低压差是许多电池供电应用的理想选择。

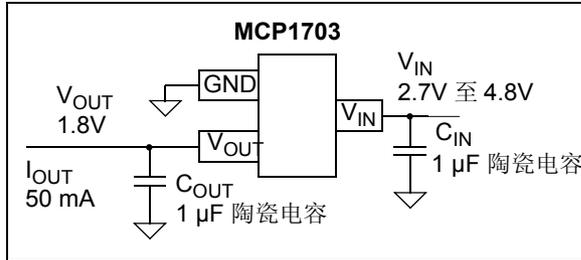


图 6-1: 典型应用电路

6.1.1 应用输入条件

封装类型	=	SOT-23A
输入电压范围	=	2.7V 至 4.8V
V _{IN} 最大值	=	4.8V
V _{OUT} 典型值	=	1.8V
I _{OUT}	=	50 mA 最大值

6.2 功耗计算

6.2.1 功耗

MCP1703 的内部功耗是输入电压、输出电压和输出电流的函数。由静态电流引起的功耗因为很小，可以忽略不计（ $2.0 \mu\text{A} \times V_{\text{IN}}$ ）。下列公式可以用来计算 LDO 的内部功耗。

公式 6-1:

$$P_{LDO} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT(MIN)}) \times I_{OUT(MAX)}$$

P_{LDO} = LDO 功率器件内部功耗

$V_{IN(MAX)}$ = 最大输入电压

$V_{OUT(MIN)}$ = LDO 的最小输出电压

规定的 MCP1703 的最大连续工作结温为 +125°C。为了估计 MCP1703 的内部结温，应将总的内部功耗乘以结点到环境的热阻 ($R\theta_{JA}$)。对于 SOT-23A 引脚封装，结点到环境的热阻估计为 336°C/W。

公式 6-2:

$$T_{J(MAX)} = P_{TOTAL} \times R\theta_{JA} + T_{AMAX}$$

其中:

$T_{J(MAX)}$ = 最大连续结温

P_{TOTAL} = 器件总功耗

$R\theta_{JA}$ = 结点到环境的热阻

T_{AMAX} = 最大环境温度

一个封装的最大功耗可以用该情况给定的结点到环境的热阻和最大环境温度计算出来。下列公式可以用来确定封装的最大内部功耗。

公式 6-3:

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

其中:

$P_{D(MAX)}$ = 器件最大功耗

$T_{J(MAX)}$ = 最大连续结温

$T_{A(MAX)}$ = 最大环境温度

$R\theta_{JA}$ = 结点到环境的热阻

公式 6-4:

$$T_{J(RISE)} = P_{D(MAX)} \times R\theta_{JA}$$

其中:

$T_{J(RISE)}$ = 器件结温超过环境温度的增加值

P_{TOTAL} = 器件最大功耗

$R\theta_{JA}$ = 结点到环境的热阻

公式 6-5:

$$T_J = T_{J(RISE)} + T_A$$

其中:

T_J = 结温

$T_{J(RISE)}$ = 器件结温超过环境温度的增加值

T_A = 环境温度

MCP1703

6.3 稳压器

在下面的例子中计算了内部功耗、结温增加量、结温和最大功耗。由地电流引起的功耗因足够小而忽略不计。

6.3.1 功耗示例

封装

封装类型: SOT-23A

输入电压:

$$V_{IN} = 2.7V \text{ 至 } 4.8V$$

LDO 输出电压和电流

$$V_{OUT} = 1.8V$$

$$I_{OUT} = 50 \text{ mA}$$

最大环境温度

$$T_{A(MAX)} = +40^{\circ}\text{C}$$

内部功耗

内部功耗等于 LDO 输出电流乘以 LDO 上的电压差 (V_{IN} 至 V_{OUT})。

$$P_{LDO(MAX)} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT(MIN)}) \times I_{OUT(MAX)}$$
$$P_{LDO} = (4.8V - (0.97 \times 1.8V)) \times 50 \text{ mA}$$
$$P_{LDO} = 152.7 \text{ mW}$$

器件结温增加

内部结温增加是内部功耗和结点到环境的热阻的函数。结点到环境的热阻 ($R_{\theta JA}$) 来自用于测试小面积贴装热阻的 EIA/JEDEC 标准。EIA/JEDEC 规范为 JESD51-7, “High Effective Thermal Conductivity Test Board for Leaded Surface Mount Packages”。该标准描述了测试的方法和测量结点到环境的热阻的测试板规范。具体应用的实际热阻会随着许多因素而变化, 如铜的面积和厚度。参见 AN792, “A Method to Determine How Much Power a SOT23 Can Dissipate in an Application” (DS00792) 获取更多关于这方面的信息。

$$T_{J(RISE)} = P_{TOTAL} \times R_{qJA}$$
$$T_{J(RISE)} = 152.7 \text{ mW} \times 336.0^{\circ}\text{C/W}$$
$$T_{J(RISE)} = 51.3^{\circ}\text{C}$$

结温估计

为了估计内部结温, 计算得到的温度增加量与环境或偏移温度相加。对上述例子, 最恶劣情况下的结温估计如下。

$$T_J = T_{J(RISE)} + T_{A(MAX)}$$

$$T_J = 91.3^{\circ}\text{C}$$

在环境温度为 +40°C 时的最大封装功耗

SOT-23A ($336.0^{\circ}\text{C/W} = R_{\theta JA}$)

$$P_{D(MAX)} = (125^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) / 336^{\circ}\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 253 \text{ mW}$$

SOT-89 ($75^{\circ}\text{C/W} = R_{\theta JA}$)

$$P_{D(MAX)} = (125^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) / 75^{\circ}\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.133 \text{ W}$$

SOT-223 ($62.9^{\circ}\text{C/W} = R_{\theta JA}$)

$$P_{D(MAX)} = (125^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) / 62.9^{\circ}\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.35 \text{ W}$$

6.4 电压基准

MCP1703 不仅可以用作稳压器, 还可以用作低静态电流电压基准。在许多单片机应用中, 电压基准的初始精确度可以使用生产测试设备或使用比率测试来校准。当初始精确度被校准后, MCP1703 LDO 引入的误差只有热稳定性和线性稳定度误差。使用 MCP1703 作为电压基准的优点在于低成本、低静态电流和使用小的陶瓷输出电容。

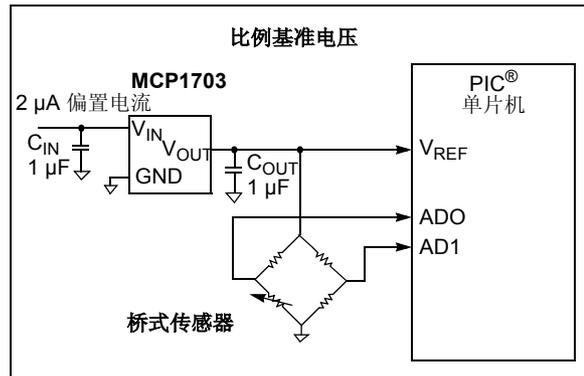


图 6-2: 使用 MCP1703 作为电压基准

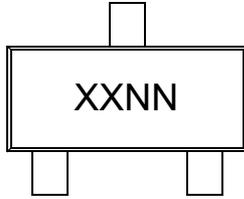
6.5 脉冲负载应用

在有些应用中, 会产生超过 MCP1703 规范中 250 mA 最大额度的负载电流脉冲。MCP1703 的内部电路限制可避免需要较高的峰值负载电流, 而产生不可恢复的破坏。250 mA 是最大平均连续电流的额定值。只要平均电流不超过 250 mA, 可以在 MCP1703 上施加更高的脉冲负载电流。MCP1703 电流限制的典型值是 500 mA ($T_A + 25^{\circ}\text{C}$)。

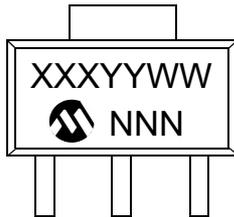
7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

3 引脚 SOT-23A

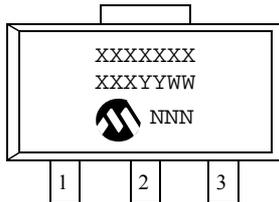


3 引脚 SOT-89



3 引脚 SOT-223

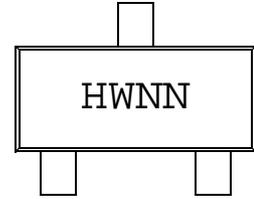
系杆为 GND



SOT-23A 和 SOT-89 标准选项			
扩展级温度			
符号	电压 *	符号	电压 *
HM	1.2	HT	3.0
HP	1.5	HU	3.3
HQ	1.8	HV	4.0
HR	2.5	HW	5.0
HS	2.8	—	—

* 可根据客户需求提供特定输出电压。
联系当地 Microchip 销售办事处获取更多信息。

示例

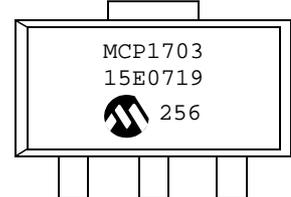


示例



示例

系杆为 GND



SOT-223 标准选项			
扩展级温度			
符号	电压 *	符号	电压 *
12	1.2	30	3.0
15	1.5	33	3.3
18	1.8	40	4.0
25	2.5	50	5.0
28	2.8	—	—

* 可根据客户需求提供特定输出电压。
联系当地 Microchip 销售办事处获取更多信息。

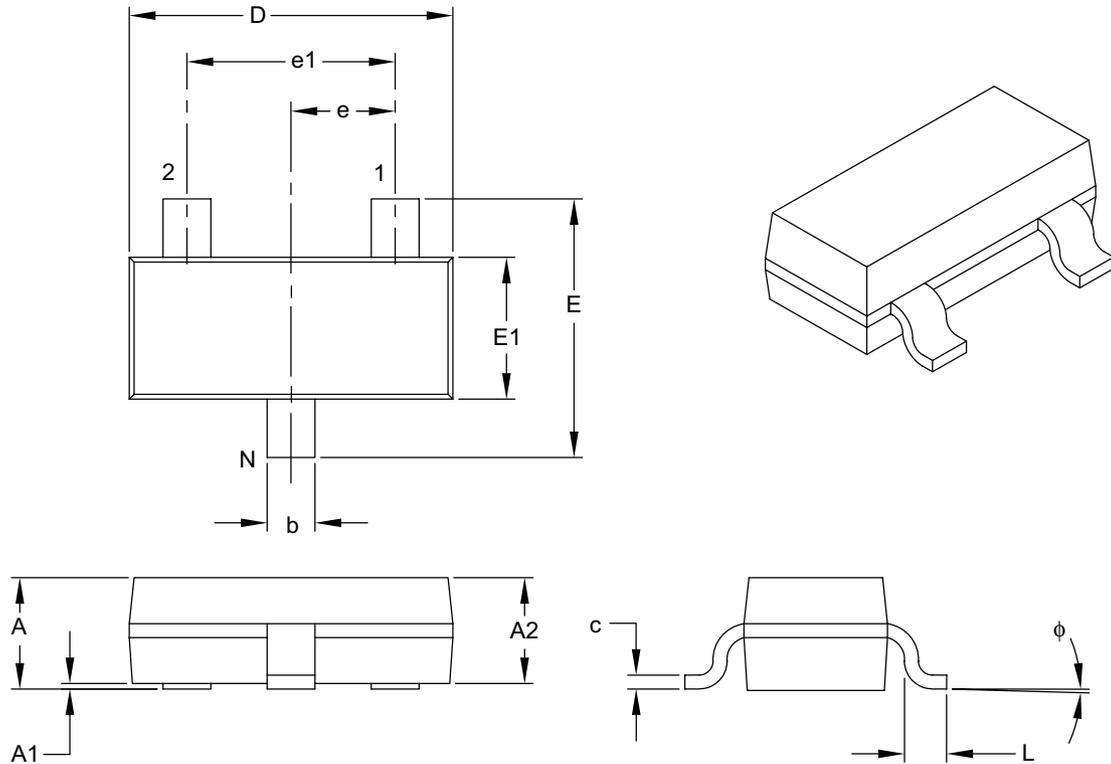
图例:	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码 (公历年份的最后一位数字)
	YY	年份代码 (公历年份的最后两位数字)
	WW	星期代码 (一月一日的星期代码为 01)
	NNN	按字母数字排序的追踪代码
	(e3)	雾锡 (Sn) 的 JEDEC 无铅标志。表示无铅封装。
	*	JEDEC 无铅标志 ((e3)) 标示于此种封装的外包装上。

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

MCP1703

3 引脚塑封小外形晶体管 (CB) [SOT-23A]

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



尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
引脚数	N	3		
引脚间距	e	0.95 BSC		
外部引脚间距	e1	1.90 BSC		
总高度	A	0.89	-	1.45
塑模封装厚度	A2	0.90	-	1.30
悬空间距	A1	0.00	-	0.15
总宽度	E	2.10	-	3.00
塑模封装宽度	E1	1.20	-	1.80
总长度	D	2.70	-	3.10
底脚长度	L	0.15	-	0.60
底脚倾斜角度	ϕ	0°	-	30°
引脚厚度	c	0.09	-	0.26
引脚宽度	b	0.30	-	0.51

注:

1. 尺寸D和E1不包括塑模的毛边或突起。塑模每侧的毛边或突起不得超过0.127 mm。

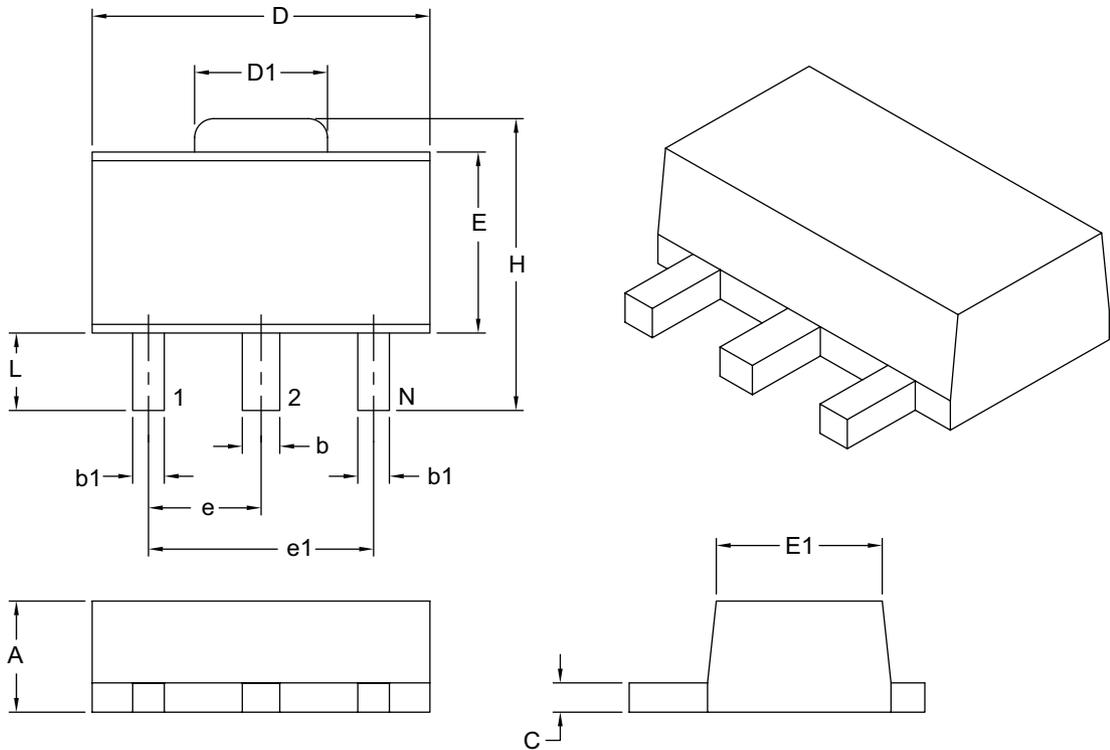
2. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包含公差。

Microchip Technology 图号C04-130B

3 引脚塑封小外形晶体管头封装 (MB) [SOT-89]

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



	单位	毫米	
		尺寸范围	最小
引脚数	N	3	
引脚间距	e	1.50 BSC	
外部引脚间距	e1	3.00 BSC	
总高度	A	1.40	1.60
总宽度	H	3.94	4.25
基底的塑模封装宽度	E	2.29	2.60
顶部的塑模封装宽度	E1	2.13	2.29
总长度	D	4.39	4.60
TAB引线长度	D1	1.40	1.83
底脚长度	L	0.79	1.20
底脚厚度	c	0.35	0.44
引脚2宽度	b	0.41	0.56
引脚 1和3宽度	b1	0.36	0.48

注:

- 尺寸 D和E不包括塑模毛边或突起。塑模每侧的毛边或突起不得超过0.127 mm。
- 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

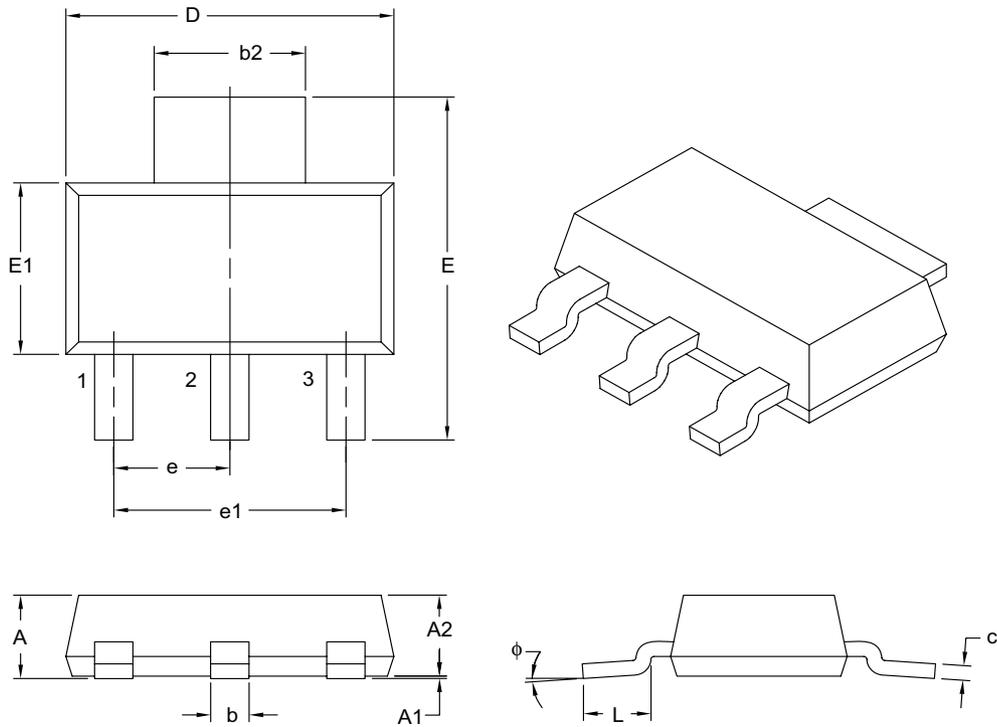
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包含公差。

Microchip Technology 图号C04-029B

MCP1703

3 引脚塑封小外形晶体管封装 (DB) [SOT-223]

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



	单位	毫米		
		尺寸范围	最小	正常
引脚数	N	3		
引脚间距	e	2.30 BSC		
外部引脚间距	e1	4.60 BSC		
总高度	A	—	—	1.80
悬空间隙	A1	0.02	—	0.10
塑模封装高度	A2	1.50	1.60	1.70
总宽度	E	6.70	7.00	7.30
塑模封装宽度	E1	3.30	3.50	3.70
总长度	D	6.30	6.50	6.70
引脚厚度	c	0.23	0.30	0.35
引脚宽度	b	0.60	0.76	0.84
系杆引脚宽度	b2	2.90	3.00	3.10
底脚长度	L	0.75	—	—
引脚倾角	ϕ	0°	—	10°

注:

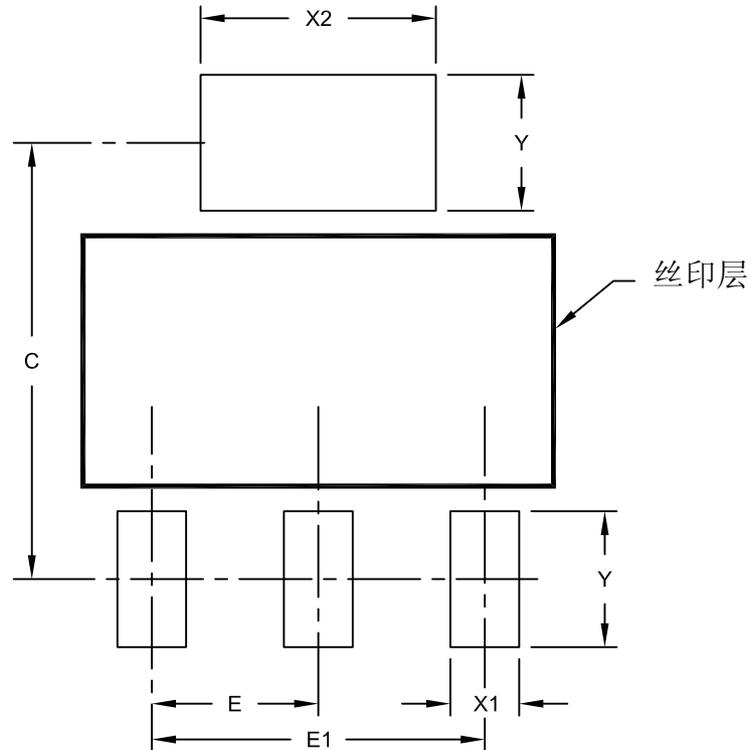
1. 尺寸D和E1不包括塑模毛边或突起。塑模每侧的毛边或突起不得超过0.127毫米。
2. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M。

BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包含公差。

Microchip Technology 图号C04-032B

3 引脚塑封小外形晶体管封装 (DB) [SOT-223]

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



推荐的焊盘布局

尺寸范围	单位	毫米		
		最小	正常	最大
触点间距	E	2.30 BSC		
总间距	E1	4.60 BSC		
触点焊盘间距	C		6.10	
触点焊盘宽度	X1			0.95
触点焊盘宽度	X2			3.25
触点焊盘长度	Y			1.90

注:

1. 尺寸和公差遵循ASME Y14.5M
BSC: 基本尺寸。理论精确值, 不包含公差。

Microchip Technology 图号 C04-2032A

MCP1703

注:

附录 A:

版本 B（2008 年 2 月）

以下为更改列表:

1. 更新温度规范表。
2. 更新表 3-1。
3. 更新第 5.2 节“输出”。
4. 增加 SOT-223 焊盘布局图。

版本 A（2007 年 6 月）

- 本文档的初始版本。

MCP1703

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	X	X	X/	XX																																																						
器件	卷带式	输出电压	特征代码	容差	温度	封装																																																						
<p>器件: MCP1703; 250 mA, 16V 低静态电流 LDO</p> <p>卷带式: T = 卷带式</p> <p>输出电压 *:</p> <table> <tr><td>12</td><td>=</td><td>1.2V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>15</td><td>=</td><td>1.5V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>18</td><td>=</td><td>1.8V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>25</td><td>=</td><td>2.5V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>28</td><td>=</td><td>2.8V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>30</td><td>=</td><td>3.0V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>33</td><td>=</td><td>3.3V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>40</td><td>=</td><td>4.0V</td><td>“标准器件”</td></tr> <tr><td>50</td><td>=</td><td>5.0V</td><td>“标准器件”</td></tr> </table> <p>* 联系工厂获取其他输出电压选项。</p> <p>扩展特征代码:</p> <table> <tr><td>0</td><td>=</td><td>固定</td></tr> </table> <p>容差:</p> <table> <tr><td>2</td><td>=</td><td>2.0% (标准)</td></tr> </table> <p>温度:</p> <table> <tr><td>E</td><td>=</td><td>-40°C 至 +125°C</td></tr> </table> <p>封装类型:</p> <table> <tr><td>CB</td><td>=</td><td>塑封小外形晶体管 (SOT-23A), 3 引脚</td></tr> <tr><td>DB</td><td>=</td><td>塑封小外形晶体管 (SOT-223), 3 引脚</td></tr> <tr><td>MB</td><td>=</td><td>塑封小外形晶体管 (SOT-89), 3 引脚</td></tr> </table>							12	=	1.2V	“标准器件”	15	=	1.5V	“标准器件”	18	=	1.8V	“标准器件”	25	=	2.5V	“标准器件”	28	=	2.8V	“标准器件”	30	=	3.0V	“标准器件”	33	=	3.3V	“标准器件”	40	=	4.0V	“标准器件”	50	=	5.0V	“标准器件”	0	=	固定	2	=	2.0% (标准)	E	=	-40°C 至 +125°C	CB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-23A), 3 引脚	DB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-223), 3 引脚	MB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-89), 3 引脚
12	=	1.2V	“标准器件”																																																									
15	=	1.5V	“标准器件”																																																									
18	=	1.8V	“标准器件”																																																									
25	=	2.5V	“标准器件”																																																									
28	=	2.8V	“标准器件”																																																									
30	=	3.0V	“标准器件”																																																									
33	=	3.3V	“标准器件”																																																									
40	=	4.0V	“标准器件”																																																									
50	=	5.0V	“标准器件”																																																									
0	=	固定																																																										
2	=	2.0% (标准)																																																										
E	=	-40°C 至 +125°C																																																										
CB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-23A), 3 引脚																																																										
DB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-223), 3 引脚																																																										
MB	=	塑封小外形晶体管 (SOT-89), 3 引脚																																																										
<p>示例:</p> <p>a) MCP1703T-1202E/XX: 卷带式, 1.2V</p> <p>b) MCP1703T-1502E/XX: 卷带式, 1.5V</p> <p>c) MCP1703T-1802E/XX: 卷带式, 1.8V</p> <p>d) MCP1703T-2502E/XX: 卷带式, 2.5V</p> <p>e) MCP1703T-2802E/XX: 卷带式, 2.8V</p> <p>f) MCP1703T-3002E/XX: 卷带式, 3.0V</p> <p>g) MCP1703T-3302E/XX: 卷带式, 3.3V</p> <p>h) MCP1703T-3602E/XX: 卷带式, 3.6V</p> <p>i) MCP1703T-4002E/XX: 卷带式, 4.0V</p> <p>j) MCP1703T-5002E/XX: 卷带式, 5.0V</p> <p>XX = CB 代表 3 引脚 SOT-23A 封装 = DB 代表 3 引脚 SOT-223 封装 = MB 代表 3 引脚 SOT-89 封装</p>																																																												

MCP1703

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 safest 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、Accuron、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC、SmartShun 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAl、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC³² 徽标、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2008, Microchip Technology Inc. 版权所有。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。



MICROCHIP

全球销售及服务中心

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

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

圣克拉拉 Santa Clara
Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

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

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

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

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

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

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

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

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

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama
Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

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

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

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

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

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

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

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

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

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

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

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

01/02/08