

## 250 mA 低静态电流 LDO 稳压器

### 特性

- 2.0  $\mu\text{A}$  静态电流（典型值）
- 输入工作电压范围：2.7V 至 13.2V
- 输出电压  $\geq 2.5\text{V}$  时，输出电流为 250 mA
- 输出电压  $< 2.5\text{V}$ ，输出电流为 200 mA
- 低压差（LDO）
  - 250 mA 时，为 625 mV（典型值）（ $V_{\text{OUT}} = 2.8\text{V}$ ）
- 典型输出电压容差为 0.4%
- 标准输出电压选项：
  - 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：1.2V 至 5.0V，以 0.1V 递增（根据需求可提供 50 mV 的递增量）
- 外接 1.0  $\mu\text{F}$  至 22  $\mu\text{F}$  的输出电容可稳定工作
- 短路保护
- 过温保护

### 典型应用

- 电池供电设备
- 电池供电报警电路
- 烟雾探测器
- $\text{CO}^2$  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
- 消费产品
- 电池供电的数据采集仪

### 相关文献

- AN765, 《使用 Microchip 的微功率 LDO》, DS00765B\_CN, Microchip Technology Inc., 2002
- AN766, “Pin-Compatible CMOS Upgrades to BiPolar LDOs”, DS00766, Microchip Technology Inc., 2002
- AN792, “A Method to Determine How Much Power a SOT-23 Can Dissipate in an Application”, DS00792, Microchip Technology Inc., 2001

### 概述

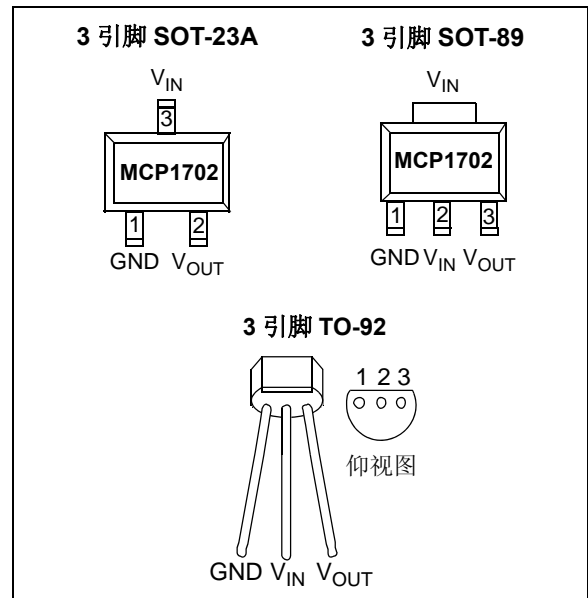
MCP1702系列是采用CMOS工艺制造的低压差（LDO）稳压器，它可以提供高达 250 mA 的电流，而其静态电流只有 2.0  $\mu\text{A}$ （典型值）。它的输入电压范围为 2.7V 至 13.2V，因此特别适合使用两节或六节干电池供电的应用、9V 碱性电池以及一节或两节锂离子电池供电的应用。

在输入输出电压差只有 625 mV（典型值）的情况下，MCP1702 也能提供 250 mA 的电流（ $V_{\text{OUT}} = 2.8\text{V}$ ）。MCP1702 的输出电压容差在 +25°C 时的典型值为  $\pm 0.4\%$ ，在结温工作范围（-40°C 至 +125°C）内最大值为  $\pm 3\%$ 。线性稳定度在 +25°C 时的典型值为  $\pm 0.1\%$ 。

MCP1702 的输出电压范围在 1.2V 至 5.0V 之间。只需使用 1  $\mu\text{F}$  的输出电容，LDO 就能稳定输出电压。陶瓷电容、钽电容或铝电解电容都可以用作输入和输出电容。对于任何应用，限流和过热关断电路会使解决方案更加安全可靠。

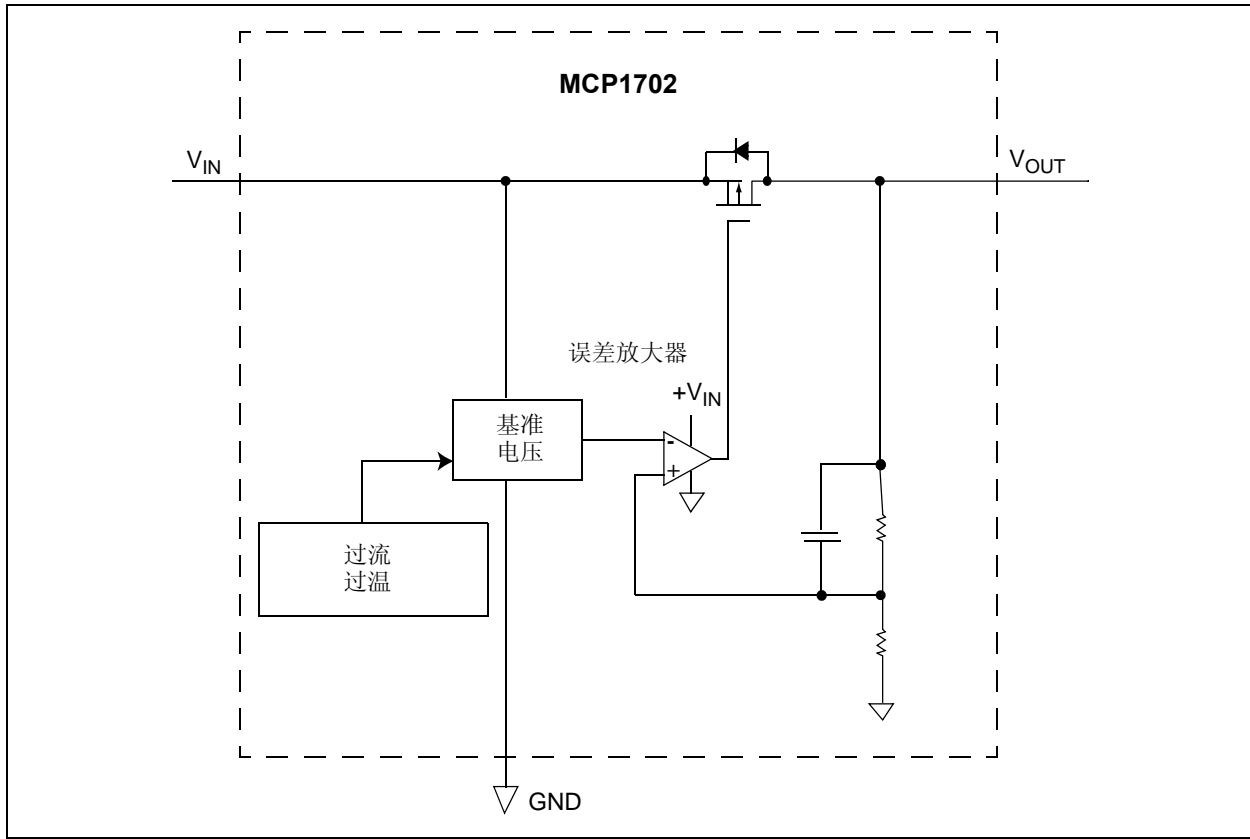
可供选择的封装形式有：SOT-23A、SOT-89-3 和 TO-92。

### 封装类型

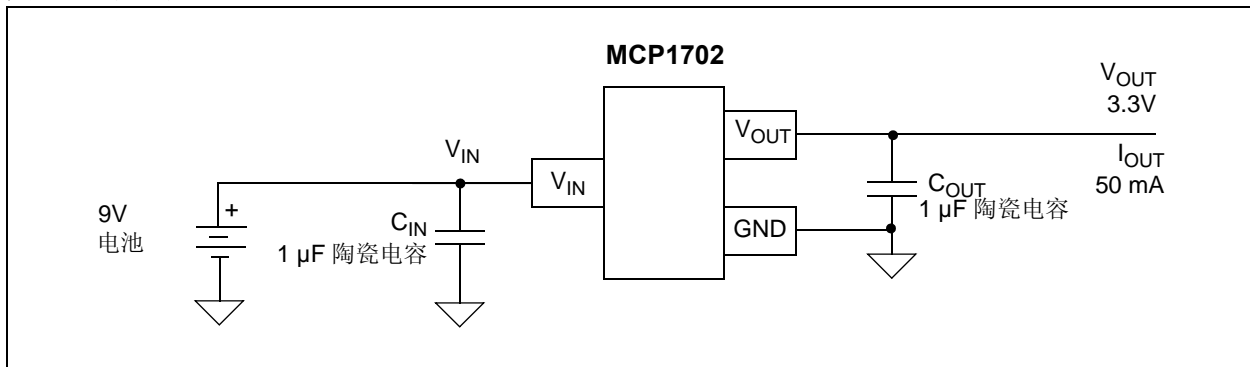


# MCP1702

## 功能框图



## 典型应用电路



## 1.0 电气特性

### 绝对最大额定值 †

$V_{DD}$ .....	+14.5V
所有输入和输出引脚.....	( $V_{SS}-0.3V$ ) 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
所有引脚 ESD 保护 (HBM;MM) .....	$\geq 4$ kV ; $\geq 400V$

†注：如果器件运行条件超过上述各项绝对最大额定值，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额定值条件下，其稳定性可能受到影响。

### 直流电气特性

电气特性：除非另外声明，否则 $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ (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 $T_J$ 为 $-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ (注 7)。						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>输入 / 输出特性</b>						
输入工作电压	$V_{IN}$	<b>2.7</b>	—	<b>13.2</b>	V	注 1
输入静态电流	$I_q$	—	2.0	<b>5</b>	$\mu A$	$I_L = 0$ mA
最大输出电流	$I_{OUT\_mA}$	<b>250</b>	—	—	mA	对 $V_R \geq 2.5V$
		<b>50</b>	100	—	mA	对 $V_R < 2.5V$ ， $V_{IN} \geq 2.7V$
		<b>100</b>	130	—	mA	对 $V_R < 2.5V$ ， $V_{IN} \geq 2.95V$
		<b>150</b>	200	—	mA	对 $V_R < 2.5V$ ， $V_{IN} \geq 3.2V$
		<b>200</b>	250	—	mA	对 $V_R < 2.5V$ ， $V_{IN} \geq 3.45V$
输出短路电流	$I_{OUT\_SC}$	—	400	—	mA	$V_{IN} = V_{IN(MIN)}$ (注 1)， $V_{OUT} = GND$ ，电流 (平均值) 在短路 10 ms 后测量。
输出电压稳定性	$V_{OUT}$	<b><math>V_R-3.0\%</math></b>	$V_R \pm 0.4\%$	<b><math>V_R+3.0\%</math></b>	V	注 2
		$V_R-2.0\%$	$V_R \pm 0.4\%$	$V_R+2.0\%$	V	
		$V_R-1.0\%$	$V_R \pm 0.4\%$	$V_R+1.0\%$	V	1% 定制
$V_{OUT}$ 温度系数	$TCV_{OUT}$	—	50	—	ppm/°C	注 3
线性稳定度	$\Delta V_{OUT} / (V_{OUT} \times \Delta V_{IN})$	<b>-0.3</b>	$\pm 0.1$	<b>+0.3</b>	%/V	$(V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}) \leq V_{IN} \leq 13.2V$ (注 1)
负载稳定度	$\Delta V_{OUT} / V_{OUT}$	<b>-2.5</b>	$\pm 1.0$	<b>+2.5</b>	%	对于 $V_R \geq 2.5V$ ， $I_L = 1.0$ mA 至 250 mA 对于 $V_R < 2.5V$ ， $I_L = 1.0$ mA 至 200 mA， $V_{IN} = 3.45V$ (注 4)

- 注 1：最小输入电压  $V_{IN}$  必须满足两个条件： $V_{IN} \geq 2.7V$  和  $V_{IN} \geq V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。
- 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  $V_{IN} = 2.7V$  (其中较大值)， $I_{OUT} = 100 \mu A$ 。
- 3： $TCV_{OUT} = (V_{OUT-HIGH} - V_{OUT-LOW}) * 10^6 / (V_R * \Delta Temperature)$ ， $V_{OUT-HIGH}$  = 在温度范围内测得的最高电压。 $V_{OUT-LOW}$  = 在温度范围内测得的最低电压。
- 4：负载稳定性的测量是在器件结温恒定时使用低占空比脉冲来进行的。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测试值跌落 2% 时的输入输出电压差。施加的电压为  $V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$  和 2.7V 中的较大者。
- 6：最大允许电源功耗是环境温度、最大允许结温和结到空气热阻 (即： $T_A$ 、 $T_J$  和  $\theta_{JA}$ ) 的函数。超过最大允许功耗会使器件结温超过 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可得到近似结温。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。

# MCP1702

## 直流电气特性（续）

**电气特性：**除非另外声明，否则  $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ （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  $T_J$  为  $-40^\circ C$  至  $+125^\circ C$ （注 7）。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
电压差 (注 1, 注 5)	$V_{DROPOUT}$	—	330	<b>650</b>	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$ , $V_R = 5.0V$
		—	525	<b>725</b>	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$ , $3.3V \leq V_R < 5.0V$
		—	625	<b>975</b>	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$ , $2.8V \leq V_R < 3.3V$
		—	750	<b>1100</b>	mV	$I_L = 250 \text{ mA}$ , $2.5V \leq V_R < 2.8V$
		—	—	—	mV	$V_R < 2.5V$ , 请参见最大输出电流参数
输出延迟时间	$T_{DELAY}$	—	1000	—	$\mu s$	$V_{IN} = 0V$ 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	$f = 100 \text{ Hz}$ , $C_{OUT} = 1 \mu F$ , $I_L = 50 \text{ mA}$ , $V_{INAC} = 100 \text{ mV pk-pk}$ , $C_{IN} = 0 \mu F$ , $V_R = 1.2V$
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  $V_{IN} = 2.7V$ （其中较大值）， $I_{OUT} = 100 \mu A$ 。
- 注 3：**  $TCV_{OUT} = (V_{OUT-HIGH} - V_{OUT-LOW}) * 10^6 / (V_R * \Delta Temperature)$ ,  $V_{OUT-HIGH}$  = 在温度范围内测得的最高电压。 $V_{OUT-LOW}$  = 在温度范围内测得的最低电压。
- 注 4：** 负载稳定性的测量是在器件结温恒定时使用低占空比脉冲来进行的。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测试值跌落 2% 时的输入输出电压差。施加的电压为  $V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$  和  $2.7V$  中的较大者。
- 注 6：** 最大允许电源功耗是环境温度、最大允许结温和结到空气热阻（即： $T_A$ 、 $T_J$  和  $\theta_{JA}$ ）的函数。超过最大允许功耗会使器件结温超过  $150^\circ C$  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可得到近似结温。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。

## 温度特性（注 1）

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>温度范围</b>						
工作结温范围	$T_J$	-40		+125	°C	稳定状态
最大结温	$T_J$	—		+150	°C	静态
存储温度范围	$T_A$	-65		+150	°C	
<b>封装热阻（注 2）</b>						
热阻，3L-SOT-23A	$\theta_{JA}$	—	336	—	°C/W	EIA/JEDEC JESD51-7 FR-4 0.063 4 层板
	$\theta_{JC}$	—	110	—	°C/W	
热阻，3L-SOT-89	$\theta_{JA}$	—	153.3	—	°C/W	EIA/JEDEC JESD51-7 FR-4 0.063 4 层板
	$\theta_{JC}$	—	100	—	°C/W	
热阻，3L-TO-92	$\theta_{JA}$	—	131.9	—	°C/W	
	$\theta_{JC}$	—	66.3	—	°C/W	

- 注 1：** 最大允许电源功耗是环境温度、最大允许结温和结到空气热阻（即： $T_A$ 、 $T_J$  和  $\theta_{JA}$ ）的函数。超过最大允许功耗会使器件结温超过 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。
- 2：** 热阻值会变化。最新封装信息，请浏览 [Microchip](http://www.microchip.com) 网站获取最新封装信息。

# MCP1702

---

注:

## 2.0 典型特性曲线

**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  $V_R = 2.8V$ ， $C_{OUT} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $C_{IN} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $I_L = 100 \mu A$ ， $T_A = +25^\circ C$ ， $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。

**注：** 将器件在环境温度等于期望结温的环境中测试可估算结温（ $T_J$ ）。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。

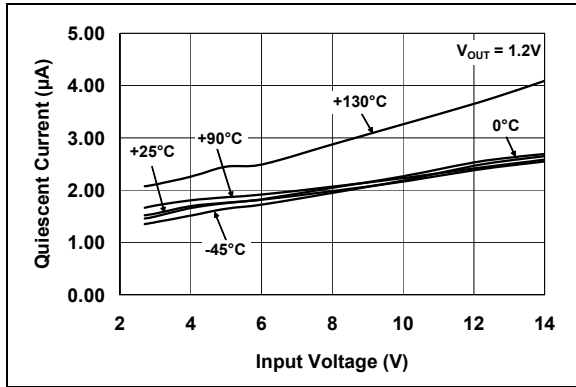


图 2-1: 静态电流 — 输入电压曲线

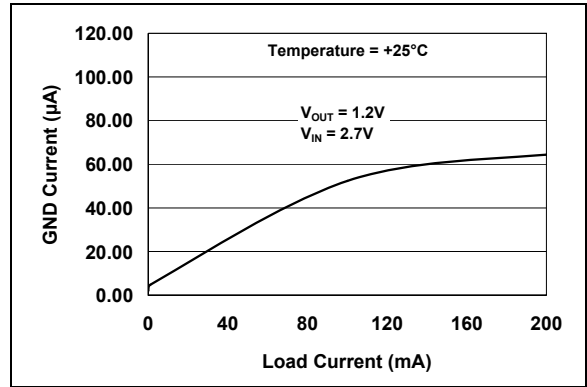


图 2-4: 地电流 — 负载电流曲线

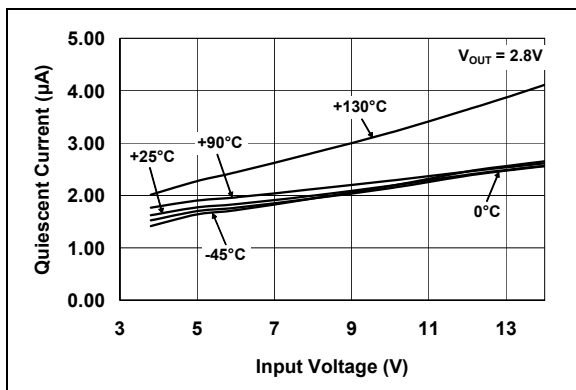


图 2-2: 静态电流 — 输入电压曲线

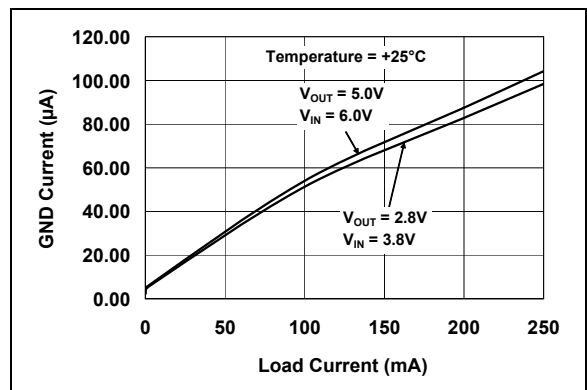


图 2-5: 地电流 — 负载电流曲线

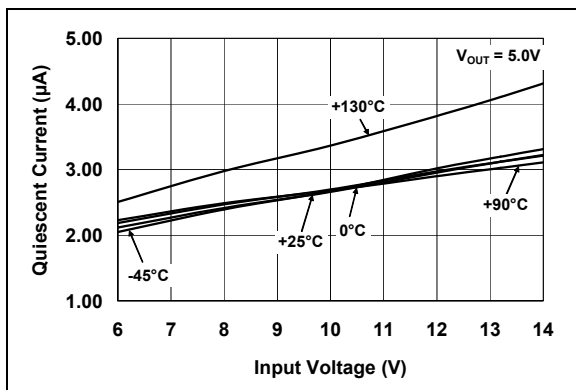


图 2-3: 静态电流 — 输入电压曲线

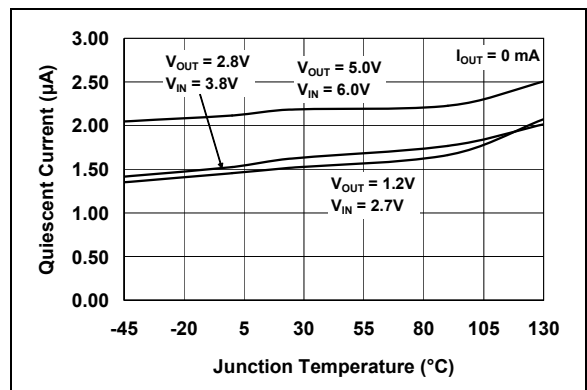


图 2-6: 静态电流 — 结温曲线

# MCP1702

注：除非另外声明，否则  $V_R = 2.8V$ ， $C_{OUT} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $C_{IN} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $I_L = 100 \mu A$ ， $T_A = +25^\circ C$ ， $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。

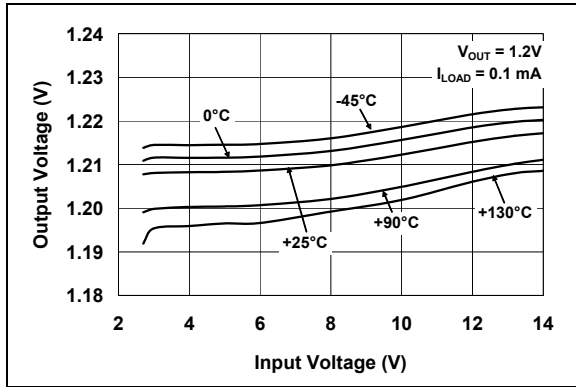


图 2-7: 输出电压 — 输入电压曲线

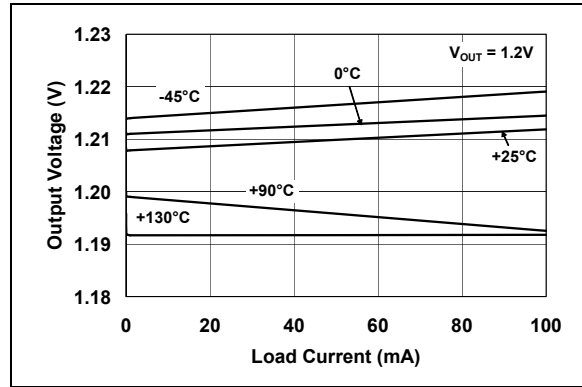


图 2-10: 输出电压 — 负载电流曲线

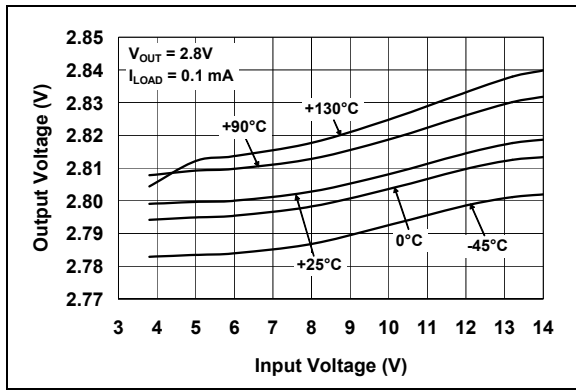


图 2-8: 输出电压 — 输入电压曲线

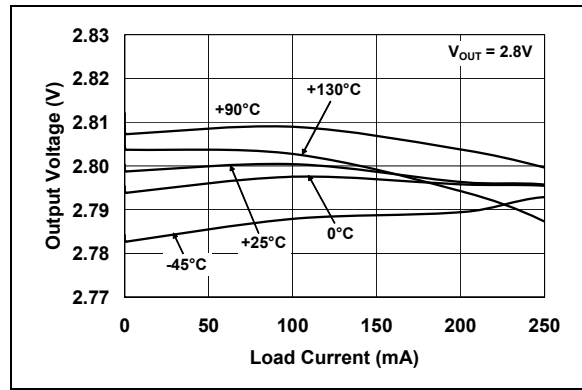


图 2-11: 输出电压 — 负载电流曲线

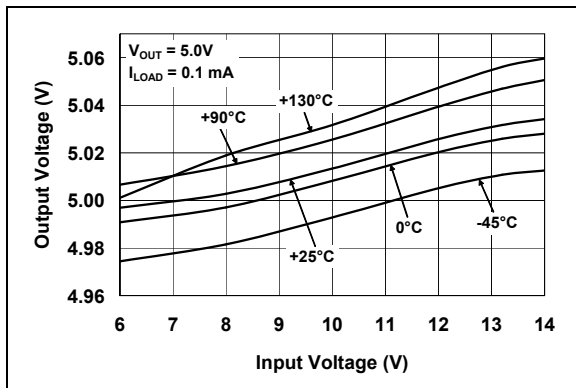


图 2-9: 输出电压 — 输入电压曲线

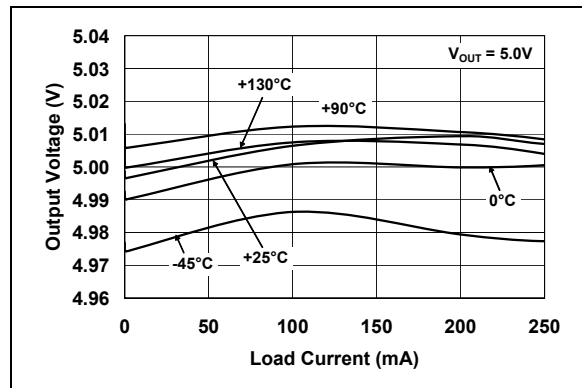


图 2-12: 输出电压 — 负载电流曲线



注：除非另外声明，否则  $V_R = 2.8V$ ， $C_{OUT} = 1\mu F$  陶瓷电容 (X7R)， $C_{IN} = 1\mu F$  陶瓷电容 (X7R)， $I_L = 100\mu A$ ， $T_A = +25^\circ C$ ， $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。

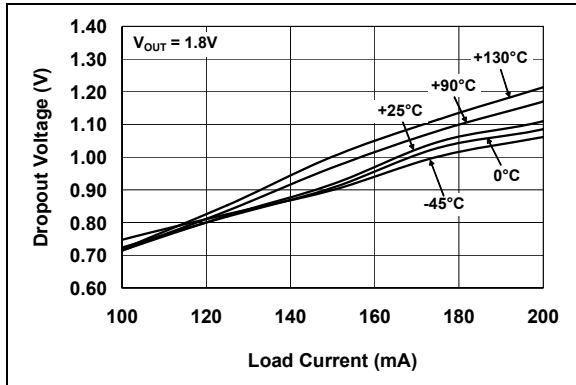


图 2-13: 压差 — 负载电流曲线

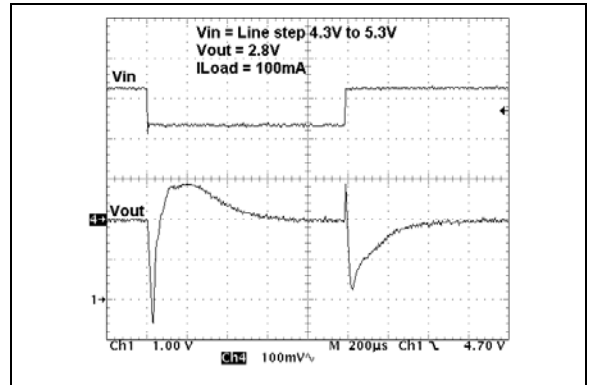


图 2-16: 动态线路响应

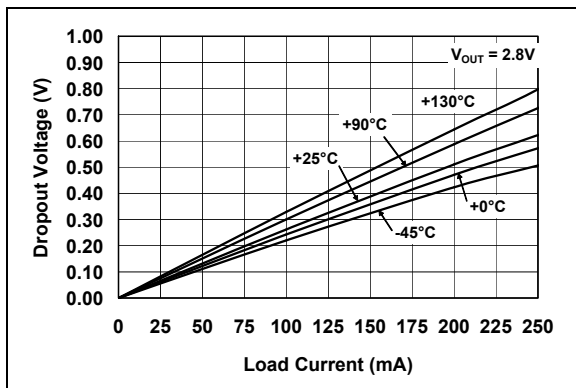


图 2-14: 压差 — 负载电流曲线

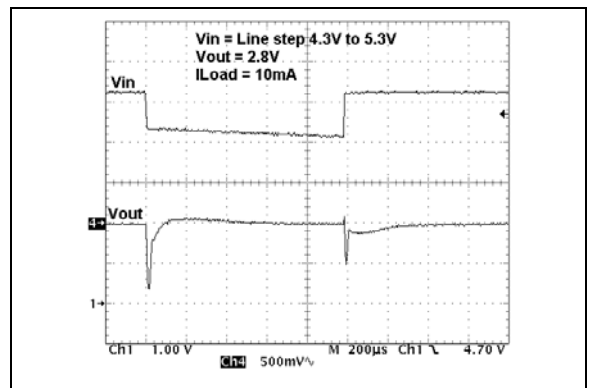


图 2-17: 动态线路响应

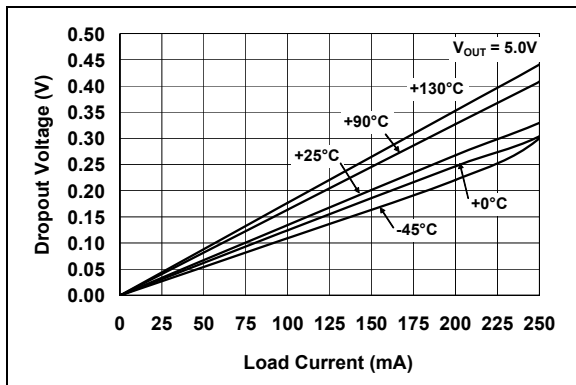


图 2-15: 压差 — 负载电流曲线

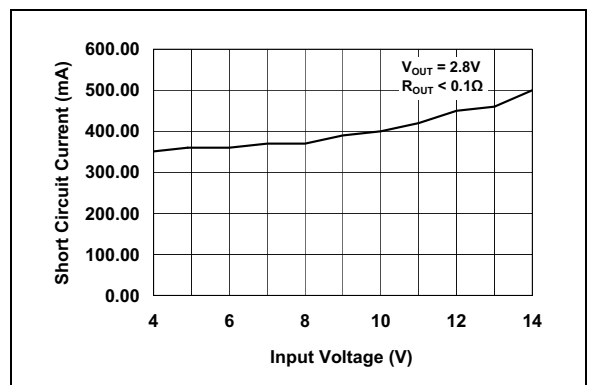


图 2-18: 短路电流 — 输入电压曲线

# MCP1702

注：除非另外声明，否则  $V_R = 2.8V$ ， $C_{OUT} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $C_{IN} = 1 \mu F$  陶瓷电容（X7R）， $I_L = 100 \mu A$ ， $T_A = +25^\circ C$ ， $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。

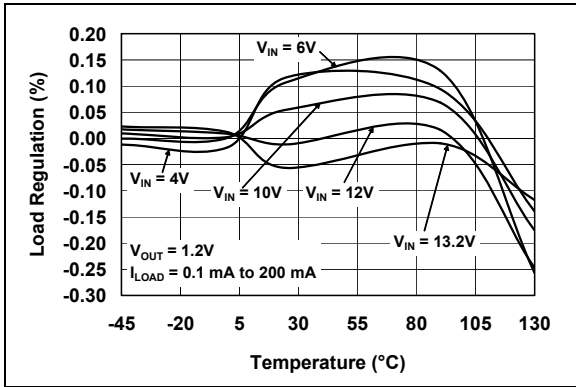


图 2-19: 负载稳定度—温度曲线

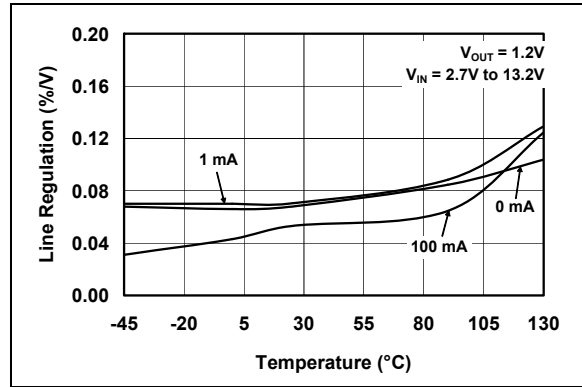


图 2-22: 线路稳定度—温度曲线

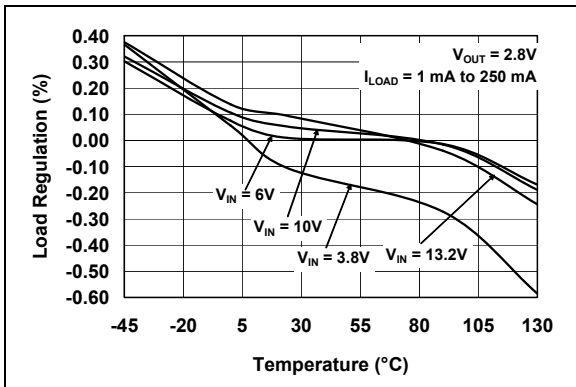


图 2-20: 负载稳定度—温度曲线

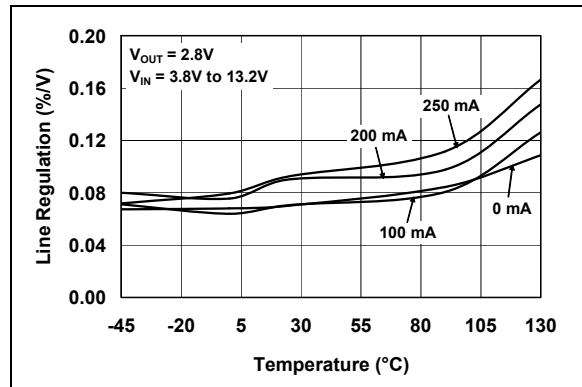


图 2-23: 线路稳定度—温度曲线

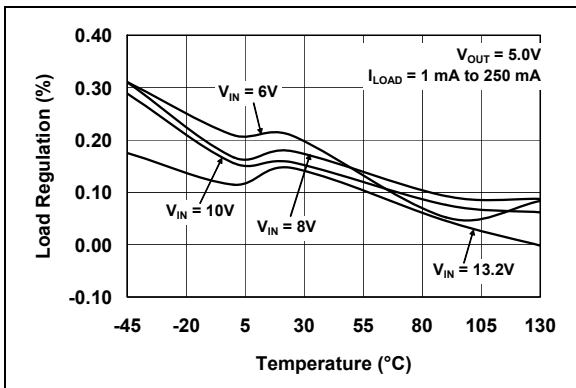


图 2-21: 负载稳定度—温度曲线

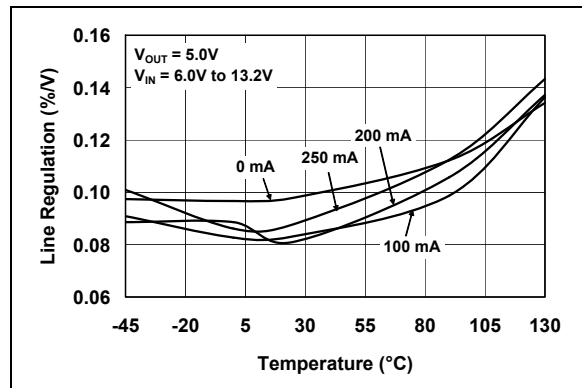


图 2-24: 线路稳定度—温度曲线

注：除另有说明外， $V_R = 2.8V$ ， $C_{OUT} = 1\mu F$  陶瓷电容 (X7R)， $C_{IN} = 1\mu F$  陶瓷电容 (X7R)， $I_L = 100\mu A$ ， $T_A = +25^\circ C$ ， $V_{IN} = V_{OUT(MAX)} + V_{DROPOUT(MAX)}$ 。

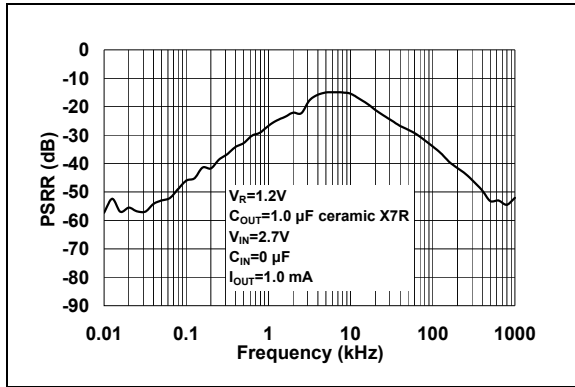


图 2-25: 电源纹波抑制—频率曲线

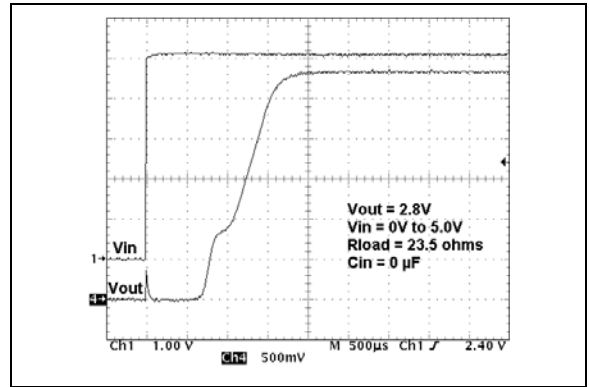


图 2-28: 上电时序曲线

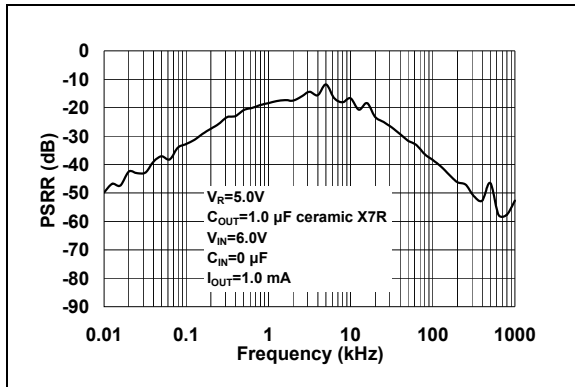


图 2-26: 电源纹波抑制—频率曲线

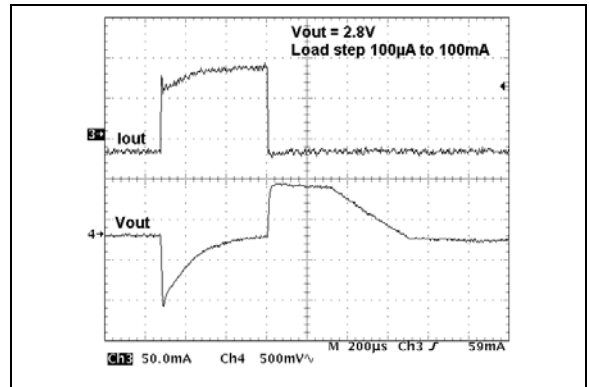


图 2-29: 动态负载响应

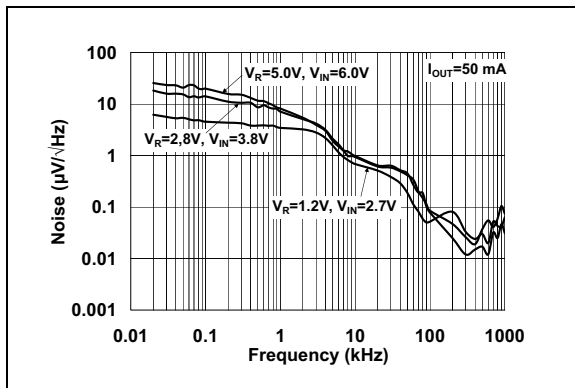


图 2-27: 输出噪声—频率曲线

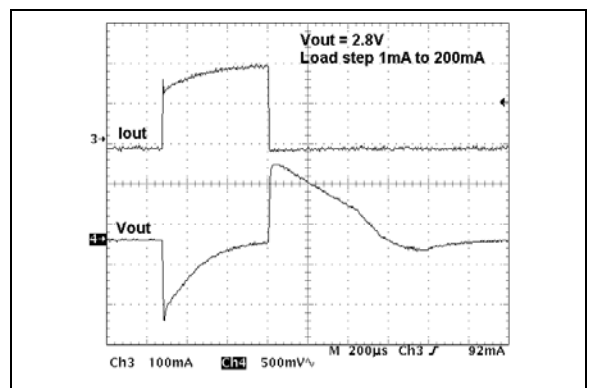


图 2-30: 动态负载响应

# MCP1702

---

注:

### 3.0 引脚功能描述

表 3-1 中列出了器件的引脚功能。

表 3-1: 引脚功能表

引脚号 SOT-23A	引脚号 SOT-89	引脚号 TO-92	引脚号	功能
1	1	1	GND	接地端
2	3	3	V <sub>OUT</sub>	稳压输出引脚
3	2, Tab	2	V <sub>IN</sub>	未调节输入电压引脚
-	-	-	NC	无连接

#### 3.1 接地端 (GND)

稳压器接地引脚。将输出的负端和输入电容的负端连接到 GND。只有 LDO 的偏置电流（典型值为 2.0  $\mu$ A）流经该引脚，没有大电流从该引脚流出。LDO 输出稳定度以这个引脚为参考基准。应最大限度地减小该引脚和负载负端之间的压差。

#### 3.2 稳压输出引脚 (V<sub>OUT</sub>)

将负载的正端及输出电容的正端连接到 V<sub>OUT</sub>。输出电容正端的位置应该尽量靠近 LDO 的 V<sub>OUT</sub> 引脚。从这个引脚流出的电流和负载直流电流相等。

#### 3.3 输入电压引脚 (V<sub>IN</sub>)

将 V<sub>IN</sub> 与未稳压输入电压源连接。像所有的低压差线性稳压器一样，LDO 的稳定工作要求电压源具有很低的阻抗。用于实现低电压源阻抗所需要的电容大小取决于输入电压源电容或电池类型。对于绝大多数应用，用 1  $\mu$ F 的电容就可以确保 LDO 电路稳定工作。对于负载电流低于 100 mA 的应用，可以使用更小的输入电容。可以使用的电容类型有陶瓷电容、钽电容和铝电解电容。在高频情况下，陶瓷电容的低 ESR 特性会获得更低的噪声和更好的 PSRR 性能。

# MCP1702

---

注:

## 4.0 详细说明

### 4.1 输出稳定度

LDO 的输出电压的一部分被反馈到内部误差放大器，与内部精密的带隙电压基准相比较。误差放大器的输出会调整流经 P 沟道功率管的电流大小，从而将输出电压稳定到期望值。误差放大器会对输入电压或输出电流的任何变化作出响应，并调整输出电压到目标电压值（见图 4-1）。

### 4.2 过流保护

MCP1702 内部有电路监控流过 P 沟道功率管的电流大小。如果发生短路或输出电流过大，MCP1702 将会短时间关断 P 沟道功率管，之后会尝试重新开启。如果电流仍然过大，则反复循环该过程。

### 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 内部功耗过大，内部结温会上升。当结温超过关断阈值  $150^{\circ}\text{C}$ （典型值）时，LDO 会被关断，这时结温开始降低直到开启阈值  $130^{\circ}\text{C}$ （典型值）。如果功耗足够低，器件继续降温，并正常工作。如果功耗依然很高，热关断保护电路会再次关断 LDO，避免发生破坏性故障。

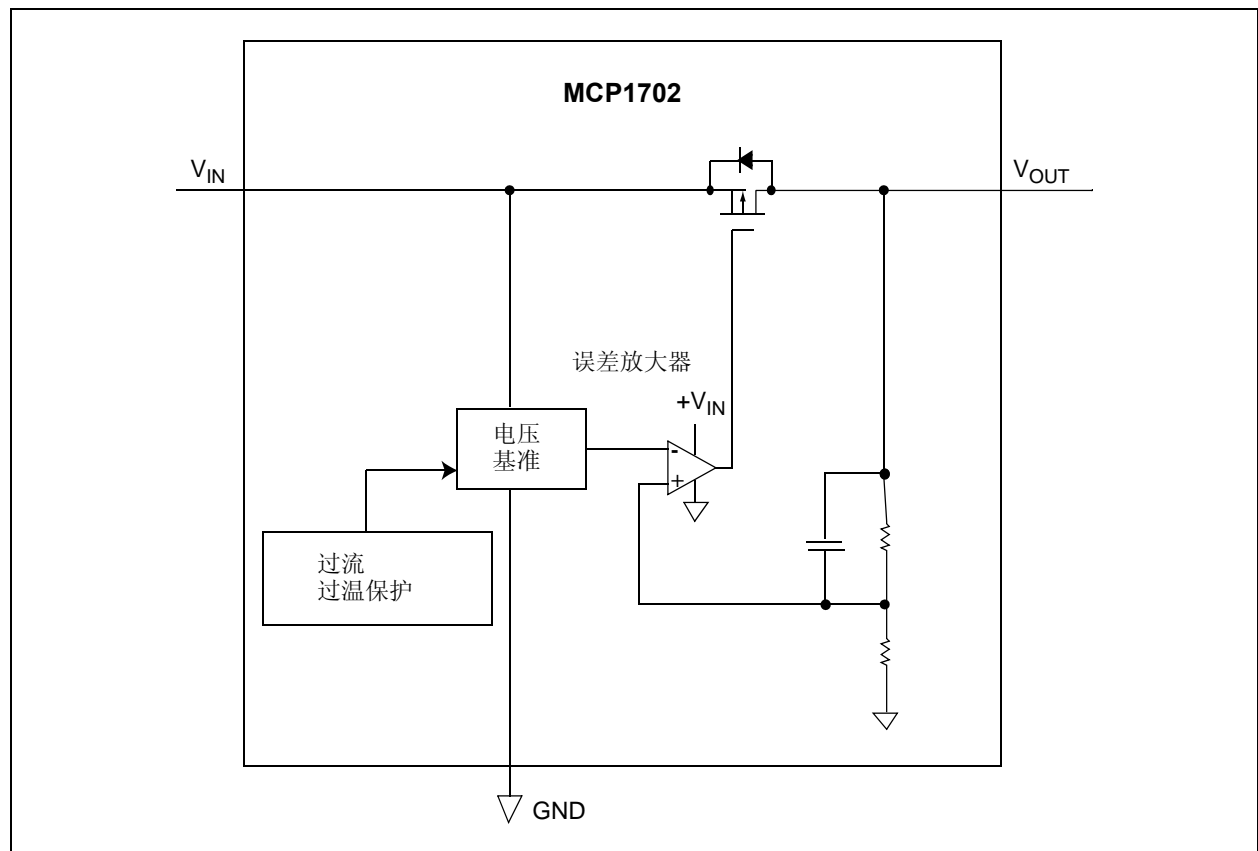


图 4-1: 功能框图

# MCP1702

---

注:



## 5.0 功能说明

MCP1702 CMOS LDO 非常适合那些在保持输出电压稳定的同时要求电流消耗很小的应用。MCP1702 的持续负载工作范围从 0 mA 至 250 mA ( $V_R \geq 2.5V$ )。输入电压范围为 2.7V 至 13.2V，因此，可以工作在两节或多节碱性电池，以及单节或多节锂离子电池供电的应用中。

## 5.1 输入

MCP1702 的输入连接到 P 沟道 PMOS 功率管的源极。跟所有的 LDO 电路一样，要求电源的阻抗很小 ( $10\Omega$ )，以避免由于输入阻抗而引起 LDO 工作不稳定。所需电容的大小和型号与实际输入电源类型（电池或电源）以及输出电流范围紧密相关。对绝大多数应用（电流在 100 mA 以下）来说， $1\mu F$  的陶瓷电容足可以使电路稳定。更大的电容可以提高电路的交流性能。

## 5.2 输出

MCP1702 的最大额定连续输出电流为 250 mA ( $V_R \geq 2.5V$ )。对于  $V_R < 2.5V$  的应用，最大输出电流是 200 mA。

对于输出电流达到 250 mA 的应用，为了保证小信号的稳定性，要求最小输出电容为  $1.0\mu F$ 。电容类型可以是陶瓷电容、钽电容或铝电解电容。输出电容的串联等效电阻（ESR）的范围从  $0\Omega$  至  $2.0\Omega$ 。

陶瓷电容的输出电容范围为  $1\mu F$  至  $22\mu F$ 。更大的输出电容值可用于钽电容或铝电解电容。更大的输出电容值将 LDO 传递函数的极点向内拉，导致发生更大的相位偏移，从而产生更低的交越频率。电路设计人员在使用电容值超过  $22\mu F$  的电容时，应该在他们的系统中进行线路阶跃响应和负载阶跃响应测试。

## 5.3 输出上升时间

当内部基准电压上电的时候，其典型输出上升时间控制在  $500\mu s$ ，以避免输出电压产生过冲。另外还有  $300\mu s$  至  $800\mu s$  的启动延迟，具体时间长短取决于负载的大小。启动时间与前面描述的输出上升时间是独立的，在后者之前发生。总的输出延迟时间应为启动延迟加上输出上升时间。

# MCP1702

---

注:

## 6.0 应用电路和要点

### 6.1 典型应用

MCP1702 最常见的应用是用作电压稳压器。它的低静态电流和低压差特性使其成为许多电池供电应用的理想选择。

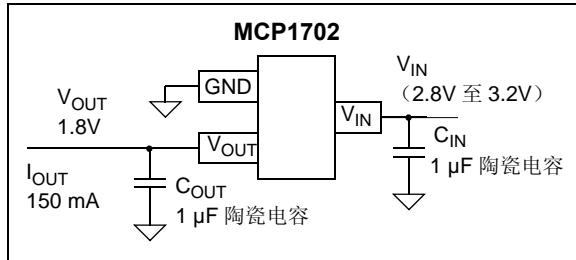


图 6-1: 典型应用电路

#### 6.1.1 应用输入条件

- 封装类型 = SOT-23A
- 输入电压范围 = 2.8V 至 3.2V
- $V_{IN}$  最大值 = 3.2V
- $V_{OUT}$  典型值 = 1.8V
- $I_{OUT}$  = 150 mA 最大值

## 6.2 功率计算

### 6.2.1 功耗

MCP1702 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很小，可以忽略不计 ( $2.0 \mu A \times V_{IN}$ )。下列公式可以用来计算 LDO 的内部功耗：

#### 公式 6-1:

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

其中：

- $P_{LDO}$  = LDO 内部功耗
- $V_{IN(MAX)}$  = 最大输入电压
- $V_{OUT(MIN)}$  = LDO 最小输出电压

MCP1702 规定的最大连续工作结温为 +125°C。估算 MCP1702 的内部结温时，用总的内部功耗乘以结点到环境的热阻 ( $R\theta_{JA}$ )。对于 SOT-23A 型封装，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能力可以用该情况下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

# MCP1702

## 6.3 电压稳压器

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

$V_{IN} = 2.8V$  至  $3.2V$

#### LDO 输出电压和电流

$V_{OUT} = 1.8V$

$I_{OUT} = 150\text{ mA}$

#### 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  $V_{OUT}$ )。

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

$$P_{LDO} = (3.2V - (0.97 \times 1.8V)) \times 150\text{ mA}$$

$$P_{LDO} = 218.1\text{ mW}$$

#### 器件结温增加

内部结温增加量是内部功耗和结到环境的热阻的函数。结到环境的热阻 ( $R_{\theta JA}$ ) 的测试方法来自 EIA/JEDEC 标准, 该标准常用于测试小面积贴装元件的热阻。EIA/JEDEC 规范是 JESD51-7 (“High Effective Thermal Conductivity Test Board for Leaded Surface Mount Packages”)。该标准描述了测试方法和测量结到环境热阻的测试板规范。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。参考 AN792 (“A Method to Determine How Much Power a SOT-23 Can Dissipate in an Application” (DS00792)) 可以获得更多关于这方面的信息。

$$T_{JRISE} = P_{TOTAL} \times R_{\theta JA}$$

$$T_{JRISE} = 218.1\text{ mW} \times 336.0^{\circ}\text{C/Watt}$$

$$T_{JRISE} = 73.3^{\circ}\text{C}$$

## 结温估计

在估算内部结温时, 要把计算得到的温升与环境温度或偏移温度相加。对于上述例子, 最恶劣情况下的结温估计如下:

$$T_J = T_{JRISE} + T_{A(MAX)}$$

$$T_J = 113.3^{\circ}\text{C}$$

### 在环境温度为 +40°C 时的最大封装功耗

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

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

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

SOT-89 ( $52^{\circ}\text{C/Watt} = R_{\theta JA}$ )

$$P_{D(MAX)} = (+125^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) / 52^{\circ}\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.635\text{ Watts}$$

TO-92 ( $131.9^{\circ}\text{C/Watt} = R_{\theta JA}$ )

$$P_{D(MAX)} = (+125^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) / 131.9^{\circ}\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 644\text{ mW}$$

## 6.4 电压基准

MCP1702 不仅可以用作稳压器, 还可以用作低静态电流电压基准源。在许多单片机应用中, 电压基准的初始精度可以使用生产测试设备或使用比率测试法来校准。当初始精度被校准后, MCP1702 LDO 引入的误差只有热稳定性和线性稳定度容差。使用 MCP1702 作为电压基准的优点在于低成本、低静态电流和可以使用小容量陶瓷输出电容。

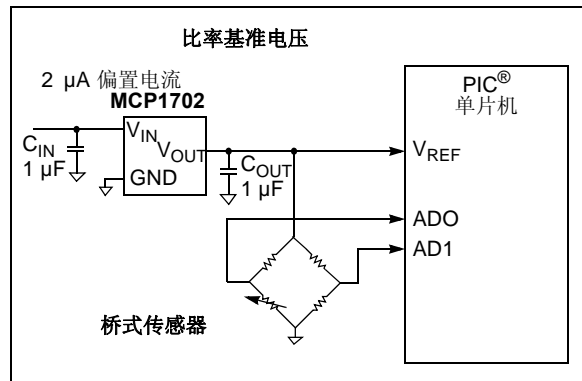


图 6-2: 使用 MCP1702 作为基准电压

## 6.5 脉冲负载应用

在有些应用中，会产生超过 MCP1702 规范中 250 mA 最大额度的负载电流脉冲。MCP1702 的内部限流电路可防止因较高的负载电流尖峰而产生不可恢复的损坏。250 mA 是最大连续电流的额定值。只要平均电流不超过 250 mA，可以在 MCP1702 上施加更高的脉冲负载电流。MCP1702 的电流限制的典型值为 500 mA ( $T_A + 25^\circ\text{C}$ )。

# MCP1702

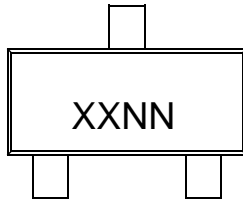
---

注:

## 7.0 封装信息

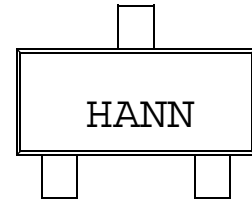
### 7.1 封装标识信息

3 引脚 SOT-23A



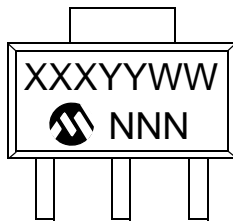
标准			
扩展的温度范围			
符号	电压 *	符号	电压 *
HA	1.2	HF	3.0
HB	1.5	HG	3.3
HC	1.8	HH	4.0
HD	2.5	HJ	5.0
HE	2.8	—	—
定制			
GD	4.1	—	—

示例



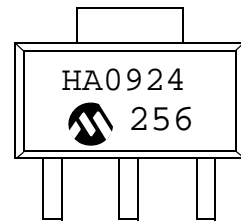
\* 可以根据需求定制输出电压。  
请联系当地 Microchip 销售办事处以获取更多相关信息。

3 引脚 SOT-89



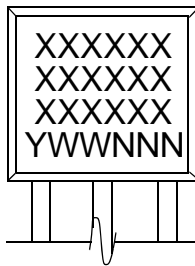
标准			
扩展的温度范围			
符号	电压 *	符号	电压 *
HA	1.2	HF	3.0
HB	1.5	HG	3.3
HC	1.8	HH	4.0
HD	2.5	HJ	5.0
HE	2.8	—	—

示例

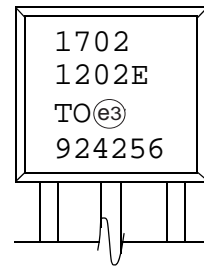


\* 可以根据需求定制输出电压。  
请联系当地 Microchip 销售办事处以获取更多相关信息。

3 引脚 TO-92



示例



**图注:**

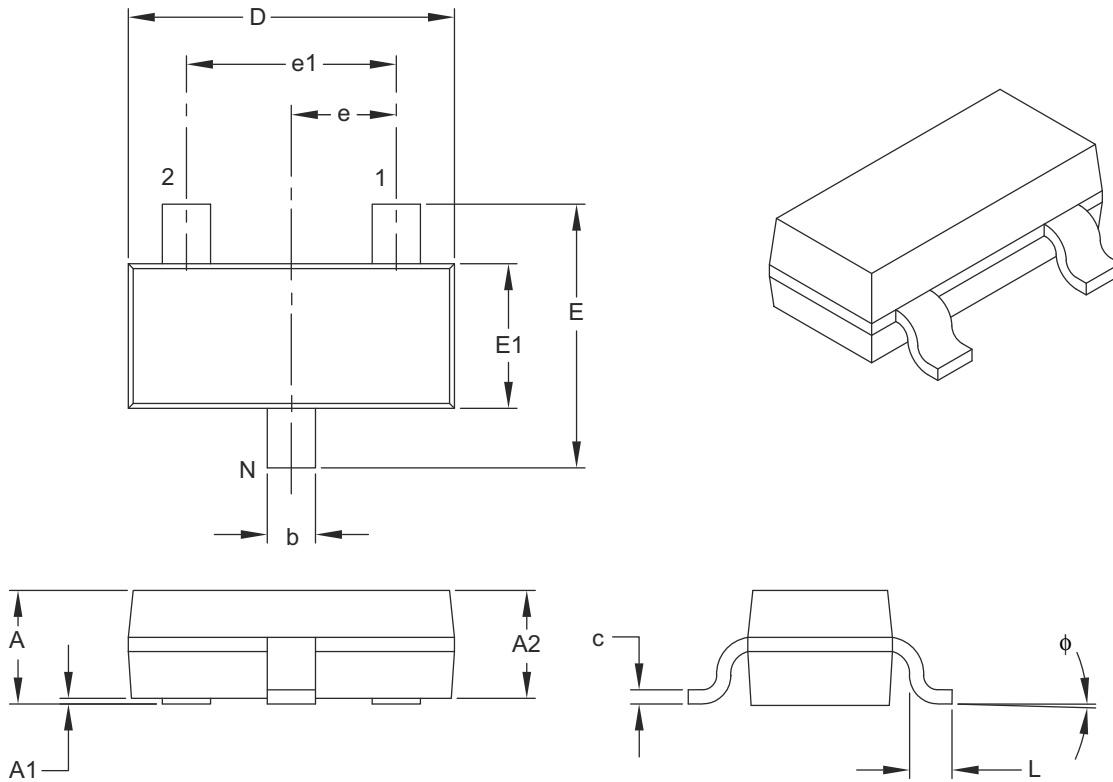
- XX...X 客户指定信息
- Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)
- YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
- WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- (e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
- \* 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 (e3) 标示于此种封装的外包装上。

**注:** Microchip 器件编号如果无法在一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制表示客户信息的字符数。

# MCP1702

## 3 引脚塑封小外形晶体管封装 (CB) [SOT-23A]

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	3		
Lead Pitch	e	0.95 BSC		
Outside Lead Pitch	e1	1.90 BSC		
Overall Height	A	0.89	-	1.45
Molded Package Thickness	A2	0.90	-	1.30
Standoff	A1	0.00	-	0.15
Overall Width	E	2.10	-	3.00
Molded Package Width	E1	1.20	-	1.80
Overall Length	D	2.70	-	3.10
Foot Length	L	0.15	-	0.60
Foot Angle	$\phi$	0°	-	30°
Lead Thickness	c	0.09	-	0.26
Lead Width	b	0.30	-	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.

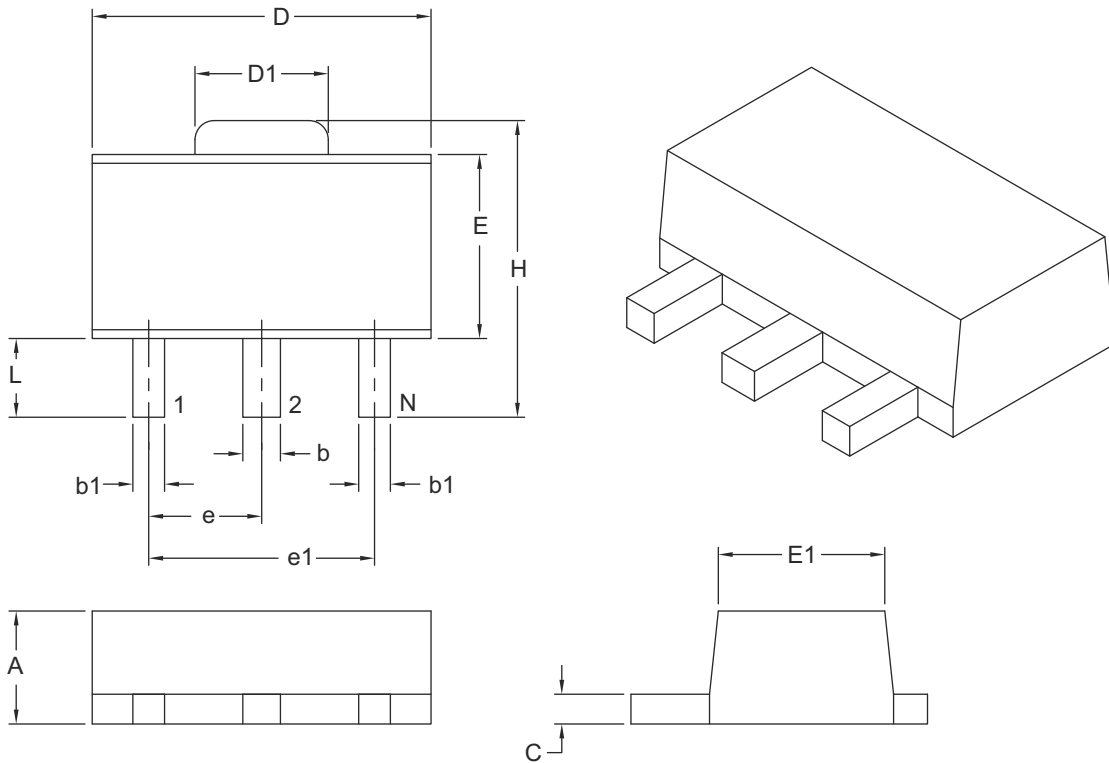
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-130B



## 3 引脚塑封小外形晶体管头封装 (MB) [SOT-89]

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	MAX
Number of Leads	N	3	
Pitch	e	1.50 BSC	
Outside Lead Pitch	e1	3.00 BSC	
Overall Height	A	1.40	1.60
Overall Width	H	3.94	4.25
Molded Package Width at Base	E	2.29	2.60
Molded Package Width at Top	E1	2.13	2.29
Overall Length	D	4.39	4.60
Tab Length	D1	1.40	1.83
Foot Length	L	0.79	1.20
Lead Thickness	c	0.35	0.44
Lead 2 Width	b	0.41	0.56
Leads 1 & 3 Width	b1	0.36	0.48

### Notes:

- Dimensions D and E 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.

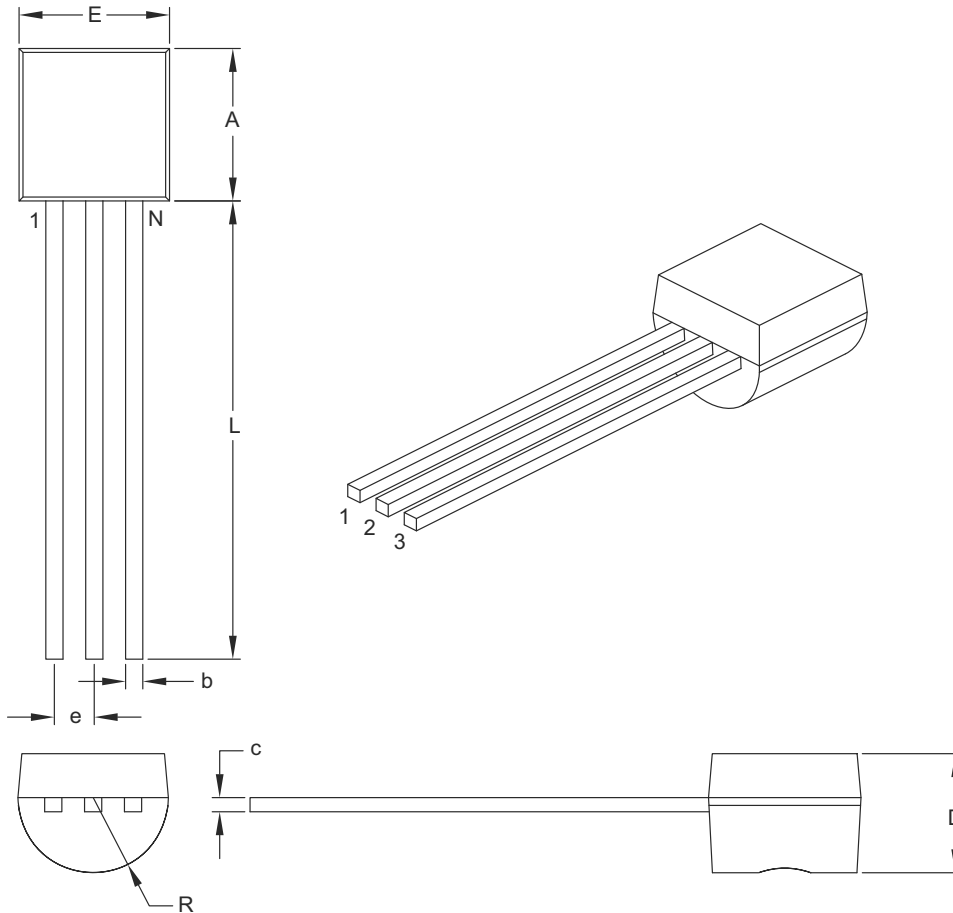
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-029B

# MCP1702

## 3 引脚塑封晶体管外形封装 (TO) [TO-92]

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	MAX
Number of Pins	N	3	
Pitch	e	.050 BSC	
Bottom to Package Flat	D	.125	.165
Overall Width	E	.175	.205
Overall Length	A	.170	.210
Molded Package Radius	R	.080	.105
Tip to Seating Plane	L	.500	–
Lead Thickness	c	.014	.021
Lead Width	b	.014	.022

### Notes:

- Dimensions A and E do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .005" per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

Microchip Technology Drawing C04-101B

## 附录 A: 版本历史

### 版本 D (2009 年 6 月)

进行了一下修改:

1. **直流电气特性表:** 更新了  $V_{OUT}$  温度系数的最大值。
2. **第 7.0 节“封装信息”:** 更新了封装外形图。

### 版本 C (2008 年 11 月)

进行了一下修改:

1. **直流电气特性表:** 在输出电压调节一项中增加了 1% 定制器件。
2. **温度特性表:** 对表格进行了大量的更改。
3. 在温度特性表中增加了注 2。
4. **第 5.0 节“功能说明”** 的 **第 5.2 节“输出”:** 增加了第二段。
5. **第 7.0 节“封装信息”:** 在这个章节增加了 1% 定制器件信息。同时, 更新了封装外形图。
6. **产品标识体系** 在该页增加了 1% 定制器件信息。

### 版本 B (2007 年 5 月)

进行了一下修改:

1. 在所有页中: 更正了本文档中出现的小错误。
2. 第 4 页: 在温度特性表中增加了不同情况下结点的信息。
3. 第 16 页: 在 **第 7.0 节“封装信息”** 更新了封装外形图。
4. 第 21 页: 更新了版本历史。
5. 第 23 页: 更正了 **产品标识体系** 中的示例

### 版本 A (2006 年 9 月)

- 本文档的初始版本。

# MCP1702

---

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
器件:	MCP1702: 2 $\mu$ A 低压差正电压稳压器					
卷带式:	T = 卷带式					
输出电压 *:	12 = 1.2V “标准” 15 = 1.5V “标准” 18 = 1.8V “标准” 25 = 2.5V “标准” 28 = 2.8V “标准” 30 = 3.0V “标准” 33 = 3.3V “标准” 40 = 4.0V “标准” 50 = 5.0V “标准” * 联系工厂以获取其他输出电压选项。					
扩展特征代码:	0 = 固定输出					
容差:	2 = 2.0% (标准) 1 = 1.0% (定制)					
温度:	E = -40°C 至 +125°C					
封装类型:	CB = 3 引脚塑封小外形晶体管封装 (SOT-23A) (等同于 EIAJ SC-59) MB = 3 引脚塑封小外形晶体管头封装 (SOT-89) TO = 3 引脚塑封晶体管外形封装 (TO-92)					
<b>示例:</b>						
a) MCP1702T-1202E/CB: 1.2V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
b) MCP1702T-1802E/MB: 1.8V LDO 正电压稳压器, SOT-89-3 封装。						
c) MCP1702T-2502E/CB: 2.5V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
d) MCP1702T-3002E/CB: 3.0V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
e) MCP1702T-3002E/MB: 3.0V LDO 正电压稳压器, SOT-89-3 封装。						
f) MCP1702T-3302E/CB: 3.3V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
g) MCP1702T-3302E/MB: 3.3V LDO 正电压稳压器, SOT-89-3 封装。						
h) MCP1702T-4002E/CB: 4.0V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
i) MCP1702-5002E/TO: 5.0V LDO 正电压稳压器, TO-92 封装。						
j) MCP1702T-5002E/CB: 5.0V LDO 正电压稳压器, SOT-23A-3 封装。						
k) MCP1702T-5002E/MB: 5.0V LDO 正电压稳压器, SOT-89-3 封装。						

# MCP1702

---

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、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC<sup>32</sup> 徽标、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、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、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。

© 2010, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-60932-268-7

**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<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 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。

## 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](http://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 - 重庆**  
Tel: 86-23-8980-9588  
Fax: 86-23-8980-9500

**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 - 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

**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

### 亚太地区

**台湾地区 - 新竹**  
Tel: 886-3-6578-300  
Fax: 886-3-6578-370

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

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

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

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

**日本 Japan - 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