

150 mA 超低静态电流无电容 LDO 稳压器

特性

- 低静态电流：600 nA
- 输入电压范围：1.4V 至 6.0V
- 标准输出电压：1.2V、1.8V、1.9V、2.2V、2.5V、3.0V、3.3V 和 5.0V
- 输出精度：1.2V 和 1.8V 选项为 ± 20 mV， $V_R > 2.0V$ 时为 $\pm 1\%$
- 温度稳定性： ± 50 ppm/ $^{\circ}C$
- 最大输出电流：150 mA
- 低导通电阻： $V_R = 3.0V$ 时为 3.3Ω
- 待机电流：10 nA
- 保护电路：限流器、短路和折返
- **SHDN** 引脚功能：开/关逻辑 = 高电平使能
- **SHDN** 功能激活时的 C_{OUT} 放电电路
- 输出电容：低等效串联电阻（Equivalent Series Resistance, ESR）陶瓷电容，兼容无电容
- 工作温度： $-40^{\circ}C$ 至 $+85^{\circ}C$ （工业级）
- 可用封装：
 - 4 引脚 1 mm x 1 mm UQFN
 - 5 引脚 SOT-23
- 环境友好：符合 EU RoHS 标准，无铅

应用

- 能量采集
- 使用寿命较长的电池供电应用
- 便携式电子设备
- 超低功耗的“绿色”产品
- 移动设备/终端
- 无线 LAN
- 模块（无线和摄像头）

相关文献

- **AN765**, 《使用 Microchip 的微功率 LDO》（DS00765B_CN），Microchip Technology Inc.
- **AN766**, *Pin-Compatible CMOS Upgrades to Bipolar LDOs*（DS00766），Microchip Technology Inc.
- **AN792**, *A Method to Determine How Much Power a SOT23 Can Dissipate in an Application*（DS00792），Microchip Technology Inc.

概述

MCP1711 是一款高精度 CMOS 低压差（Low Dropout, LDO）稳压器，能够在提供最高 150 mA 电流的同时仅消耗 0.6 μA 的静态电流（典型值）。其输入工作电压范围指定为 1.4V 至 6.0V，因此非常适合移动应用以及单节锂离子电池供电应用。

MCP1711 能够提供 150 mA 的输出电流， $V_R = 5.0V$ 时输入输出电压之差仅 0.32V（典型值）， $V_R = 1.2V$ 时输入输出电压之差为 1.41V（典型值）。+25 $^{\circ}C$ 温度下，MCP1711 的输出电压精度在 $V_R < 2.0V$ 时的典型值为 $\pm 0.02V$ ，在 $V_R > 2.0V$ 时的典型值为 $\pm 1\%$ 。温度稳定性约为 ± 50 ppm/ $^{\circ}C$ 。+25 $^{\circ}C$ 温度下的线路稳定度典型值为 $\pm 0.01\%/V$ 。

MCP1711 的可用输出电压范围为 1.2V 至 5.0V。此器件具有出色的内部相位补偿功能，即使不连接输出电容，LDO 输出也能保持稳定。但是，为了获得更好的瞬态响应，应添加输出电容。MCP1711 与低 ESR 陶瓷输出电容兼容。

此器件内置有过流限制和短路保护功能，能够为任何应用提供稳健的解决方案。

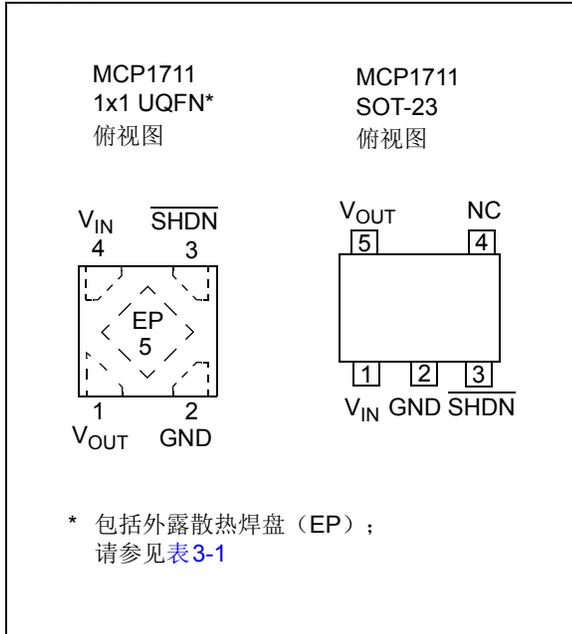
MCP1711 具有真正的电流折返功能。当负载阻抗降至 MCP1711 负载额定值以下时，输出电流将折返至 80 mA（典型值），输出电压将折返至约 0V。当负载阻抗增加并恢复至额定负载时，MCP1711 将遵循与器件输出电流折返相同的折返曲线。

如果器件处于关断模式（通过向 **SHDN** 引脚输入低电平信号），电流消耗将降至 0.1 μA 以下（典型值为 0.01 μA ）。在关断模式下，如果使用输出电容，则该电容将通过内部专用开关放电，从而使输出电压快速返回至 0V。

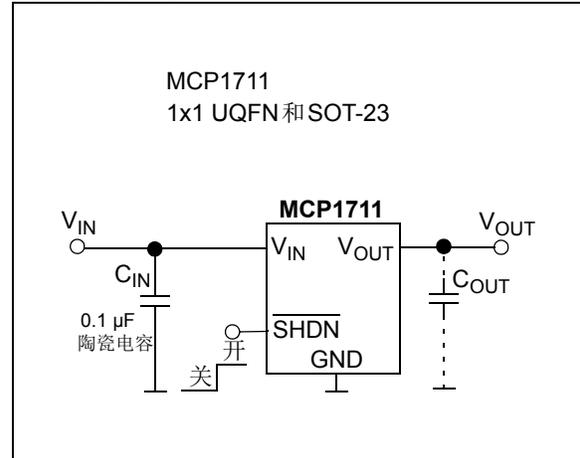
MCP1711 提供有 4 引脚 1 x 1 mm UQFN 和 5 引脚 SOT-23 两种封装选项，非常适合小尺寸紧凑型应用。

MCP1711

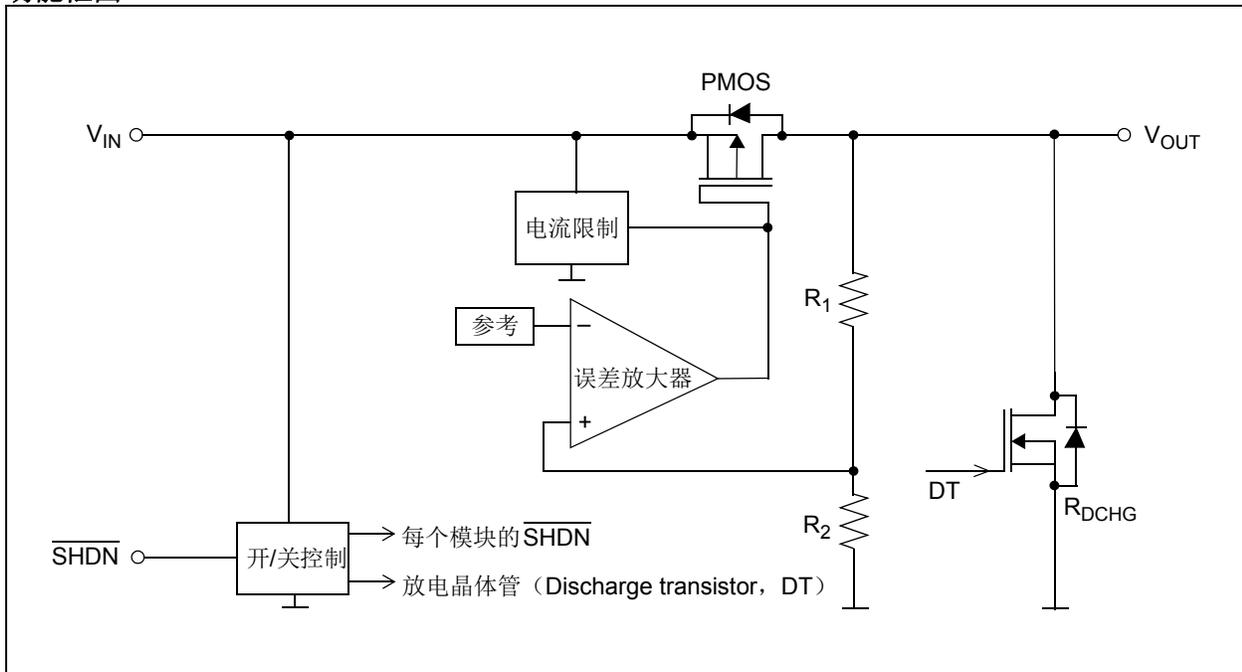
封装类型



典型应用电路



功能框图



1.0 电气特性

绝对最大值†

输入电压 V_{IN}	+6.5V
V_{IN} , \overline{SHDN}	-0.3V至+6.5V
输出电流 I_{OUT} ⁽¹⁾	470 mA
输出电压 V_{OUT} ⁽²⁾	-0.3V至 $(V_{IN} + 0.3V)$ 或 +6.5V
功耗	
5引脚 SOT-23.....	600 mW (带散热过孔的 JEDEC 51-7 FR-4 电路板) 或 250 mW ⁽³⁾
4引脚 1 mm x 1 mm UQFN.....	550 mW (带散热过孔的 JEDEC 51-7 FR-4 电路板) 或 100 mW ⁽³⁾
存储温度.....	-55°C至+125°C
工作环境温度.....	-40°C至+85°C
所有引脚的ESD保护.....	± 1 kV HBM, $\pm 200V$ MM

†注：如果器件的工作条件超过上述“绝对最大值”，可能对器件造成永久性损坏。上述数值仅是工作条件最大值，我们建议不要使器件工作在最大值甚至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。

- 注 1： 假设器件在 $I_{OUT} \leq P_D / (V_{IN} - V_{OUT})$ 的范围内使用。
- 2： 最大额定值对应于 $V_{IN} + 0.3V$ 和 +6.5V 二者之间的较低值。
- 3： 此器件安装在覆铜极少且不提供任何额外冷却措施的单层PCB上。

直流特性

电气特性：除非另外说明，否则 $V_{\overline{SHDN}} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1$ mA, $C_{IN} = C_{OUT} = 0$ μ F, $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时), $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时), $T_A = +25^\circ C$

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入-输出特性						
输入电压	V_{IN}	1.4	—	6.0	V	$I_{OUT} = 1 \mu A$
输出电压	V_{OUT}	$V_R - 0.02$	V_R	$V_R + 0.02$	V	$V_R < 2.0V$
		$V_R \times 0.99$	V_R	$V_R \times 1.01$		$V_R \geq 2.0V$
最大输出电流	I_{OUT}	150	—	—	mA	
负载稳定度	ΔV_{OUT}	-16	± 3	+16	mV	$1 \mu A \leq I_{OUT} \leq 1$ mA
		-50	± 17	+50		1 mA $\leq I_{OUT} \leq 150$ mA
压差 ⁽¹⁾	$V_{DROPOUT1}$	—	$V_{DROPOUT1}$ ⁽²⁾		V	$I_{OUT} = 50$ mA
	$V_{DROPOUT2}$	—	$V_{DROPOUT2}$ ⁽²⁾			$I_{OUT} = 150$ mA
输入静态电流	I_q	—	0.60	1.27	μA	$V_R < 1.9V$
		—	0.65	1.50		$1.9V \leq V_R < 4.0V$
		—	0.80	1.80		$V_R \geq 4.0V$
SHDN 模式下的输入静态电流	$I_{\overline{SHDN}}$	—	0.01	0.10	μA	$V_{IN} = 6.0V$ $V_{\overline{SHDN}} = V_{IN}$
线路稳定度	$\Delta V_{OUT} / (\Delta V_{IN} \times V_{OUT})$	-0.13	± 0.01	+0.13	%V	$I_{OUT} = 1 \mu A$ $V_R + 0.5V \leq V_{IN} \leq 6.0V$
		-0.19	± 0.01	+0.19		$I_{OUT} = 1$ mA, $V_R \geq 1.2V$, $V_R + 0.5V \leq V_{IN} \leq 6.0V$

注 1： 压差的定义为：当输出电压降低到比某一输出电压值（在施加 $V_{IN} = V_R + 1V$ 的输入电压时测得）小2%时的输入输出电压之差。

2： $V_{DROPOUT1}$ 和 $V_{DROPOUT2}$ ：压差（见直流特性电压表）。

MCP1711

直流特性 (续)

电气特性: 除非另外说明, 否则 $\overline{V_{SHDN}} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1 \text{ mA}$, $C_{IN} = C_{OUT} = 0 \text{ }\mu\text{F}$, $V_{IN} = 3.5\text{V}$ ($V_R < 2.5\text{V}$ 时), $V_{IN} = V_R + 1\text{V}$ ($V_R \geq 2.5\text{V}$ 时), $T_A = +25^\circ\text{C}$

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输出电压温度稳定性	$\frac{\Delta V_{OUT}}{(\Delta T \times V_{OUT})}$	—	±50	—	ppm/°C	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
电流限制	I_{LIMIT}	150	270	—	mA	$V_{OUT} = 0.95 \times V_R$
输出短路折返电流	I_{OUT_SC}	—	80	—	mA	$V_{OUT} = \text{GND}$
C_{OUT} 自动放电电阻	R_{DCHG}	280	450	640	Ω	$\overline{SHDN} = \text{GND}$ $V_{OUT} = V_R$
噪声	e_n	—	30	—	μV (rms)	$C_{IN} = C_{OUT} = 1 \text{ }\mu\text{F}$, $I_{OUT} = 50 \text{ mA}$, $f = 10 \text{ Hz}$ 至 100 kHz
关断输入						
SHDN 逻辑高电平输入电压	$V_{SHDN-HIGH}$	0.91	—	6.00	V	
SHDN 逻辑低电平输入电压	$V_{SHDN-LOW}$	0	—	0.38	V	
SHDN 高电平电流	$I_{SHDN-HIGH}$	-0.1	—	+0.1	μA	$V_{IN} = 6.0\text{V}$
SHDN 低电平电流	$I_{SHDN-LOW}$	-0.1	—	+0.1	μA	$V_{IN} = 6.0\text{V}$ $\overline{SHDN} = \text{GND}$

注 1: 压差的定义为: 当输出电压降低到比某一输出电压值 (在施加 $V_{IN} = V_R + 1\text{V}$ 的输入电压时测得) 小 2% 时的输入输出电压之差。

2: V_{DROP1} 和 V_{DROP2} : 压差 (见直流特性电压表)。

直流特性电压表

标称输出电压	输出电压 (V)		压差 (V)			
	V_{OUT}		V_{DROP1}	V_{DROP1}	V_{DROP2}	V_{DROP2}
V_R (V)	最小值	最大值	典型值	最大值	典型值	最大值
1.2	1.1800	1.2200	0.87	1.23	1.41	1.93
1.8	1.7800	1.8200	0.47	0.72	0.99	1.40
2.2	2.1780	2.2220	0.31	0.47	0.75	1.05
2.5	2.4750	2.5250	0.26	0.40	0.67	0.92
3.0	2.9700	3.0300	0.17	0.26	0.50	0.67
3.3	3.2670	3.3330	0.17	0.26	0.50	0.67
5.0	4.9500	5.0500	0.10	0.16	0.32	0.43

温度规范 ⁽¹⁾

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工作环境温度范围	T_A	-40	—	+85	°C	
工作结温	T_J	-40	—	+125	°C	
存储温度范围	T_A	-55	—	+125	°C	
封装热阻						
热阻, 4引脚 1 x 1 UQFN	θ_{JA}	—	181.82	—	°C/W	带散热过孔的 JEDEC 51-7 FR4 电路板
	θ_{JA}	—	1000	—	°C/W	⁽²⁾
	θ_{JC}	—	15	—	°C/W	
热阻, 5引脚 SOT-23	θ_{JA}	—	166.67	—	°C/W	带散热过孔的 JEDEC 51-7 FR4 电路板
	θ_{JA}	—	400	—	°C/W	⁽²⁾
	θ_{JC}	—	81	—	°C/W	

注 1: 最大允许功耗为环境温度、最大允许结温以及结点至空气热阻（即 T_A 、 T_J 和 θ_{JA} ）的函数。如果超出最大允许功耗，可能导致器件工作结温超出最大值 +125°C。结温持续超过 +125°C 时，可能影响器件可靠性。

2: 此器件安装在覆铜极少且不提供任何额外冷却措施的单层 PCB 上。

MCP1711

2.0 典型性能曲线

注：以下图表为基于有限数量样本的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，我们不做保证。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。

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

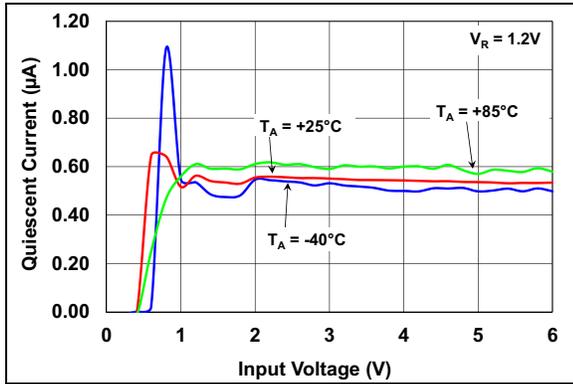


图2-1: 静态电流—输入电压曲线

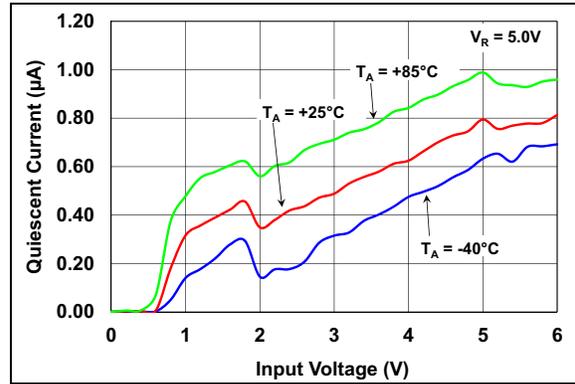


图2-4: 静态电流—输入电压曲线

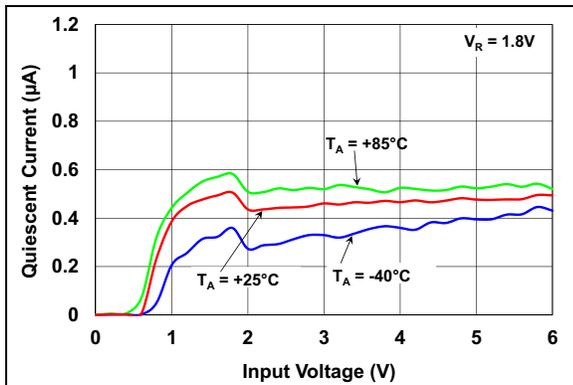


图2-2: 静态电流—输入电压曲线

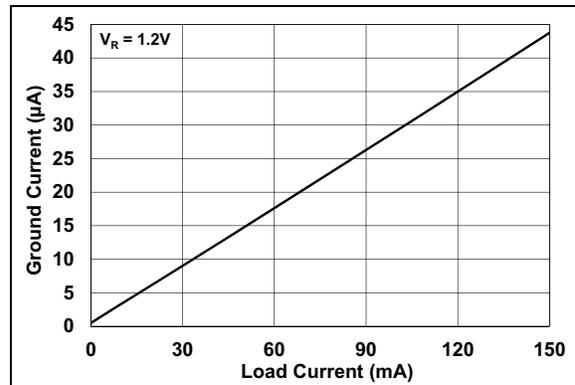


图2-5: 接地电流—负载电流曲线

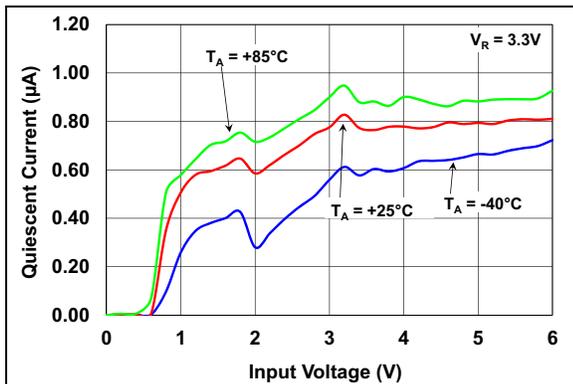


图2-3: 静态电流—输入电压曲线

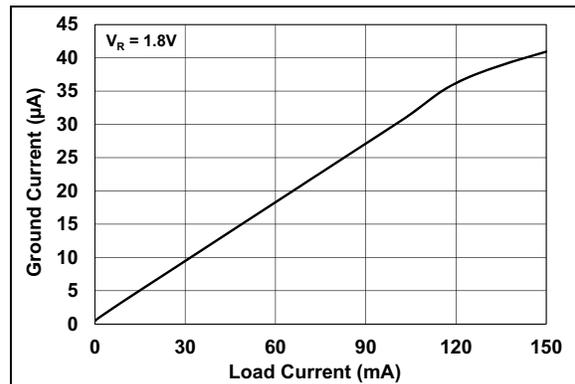


图2-6: 接地电流—负载电流曲线

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

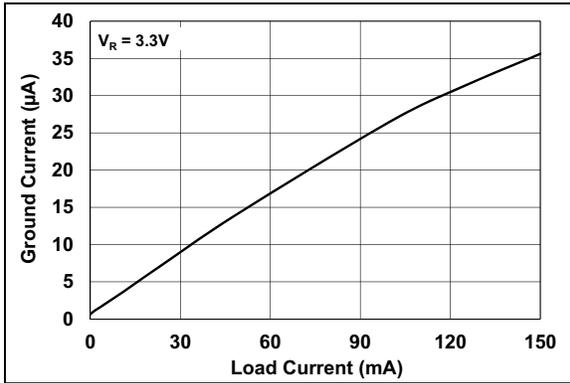


图2-7: 接地电流—负载电流曲线

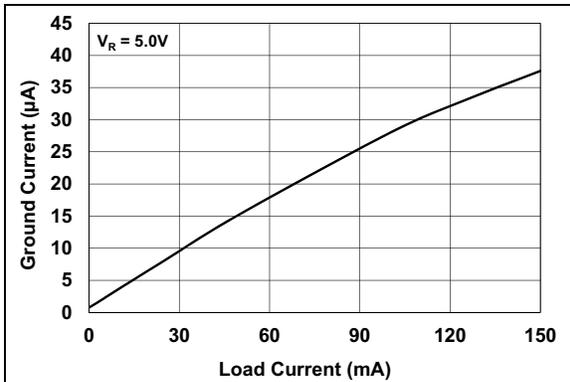


图2-8: 接地电流—负载电流曲线

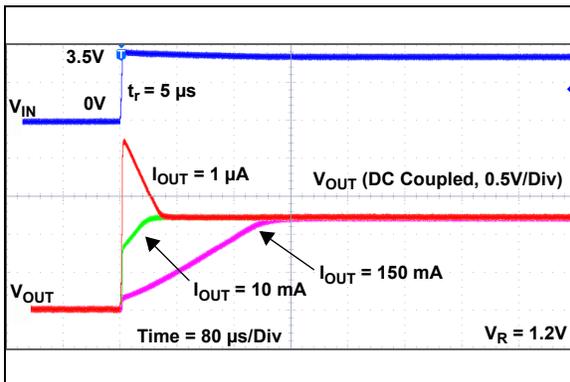


图2-9: 通过 V_{IN} 启动

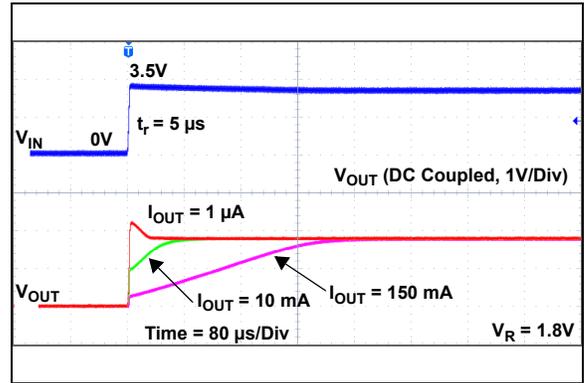


图2-10: 通过 V_{IN} 启动

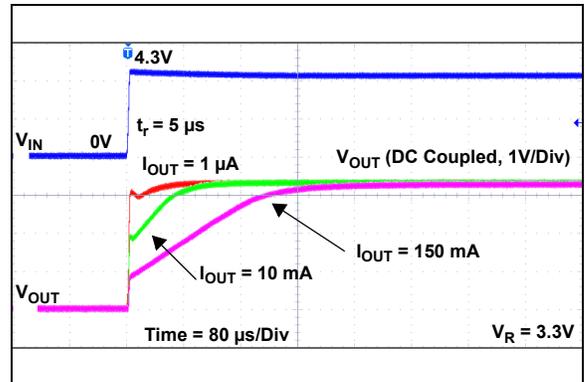


图2-11: 通过 V_{IN} 启动

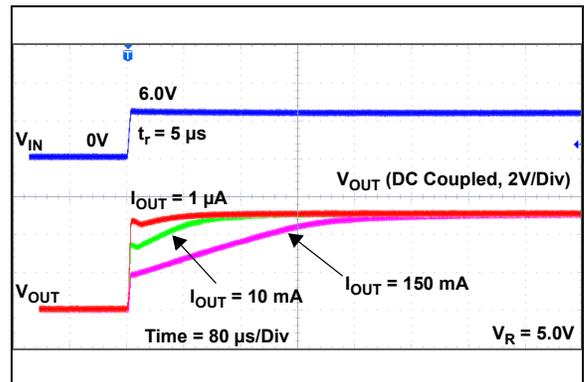


图2-12: 通过 V_{IN} 启动

MCP1711

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

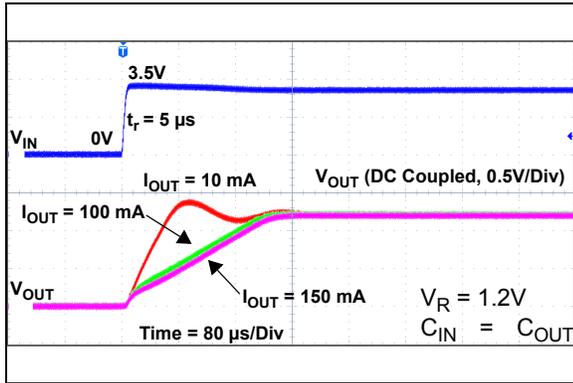


图2-13: 通过 V_{IN} 启动

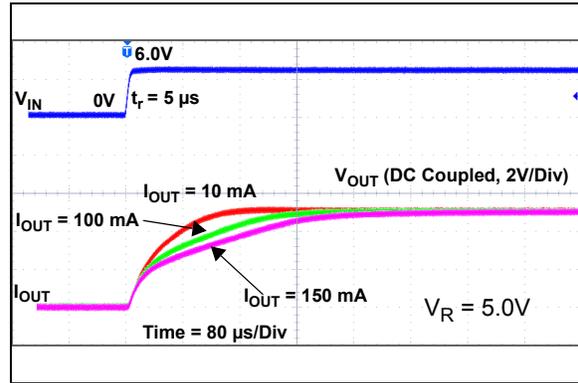


图2-16: 通过 V_{IN} 启动

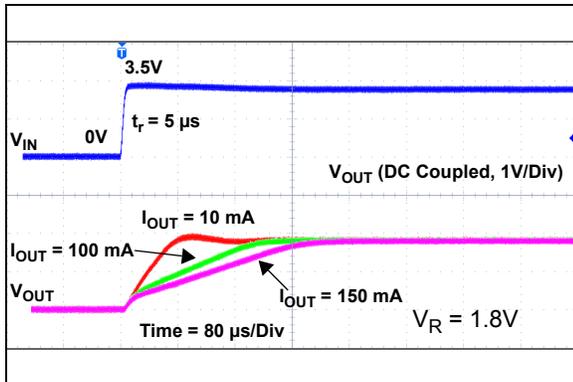


图2-14: 通过 V_{IN} 启动

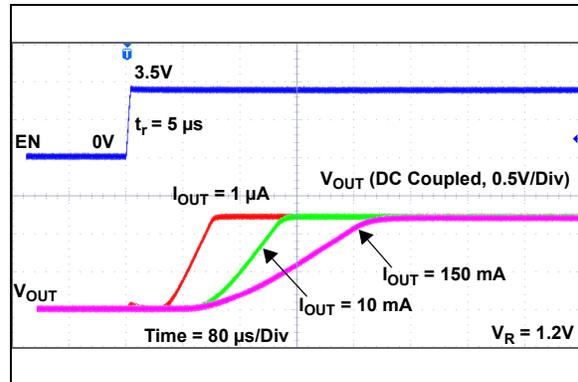


图2-17: 通过 SHDN 启动

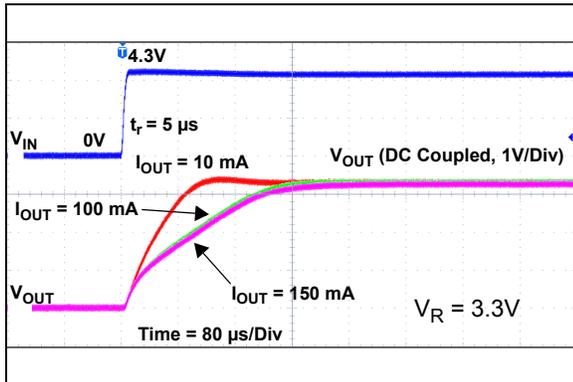


图2-15: 通过 V_{IN} 启动

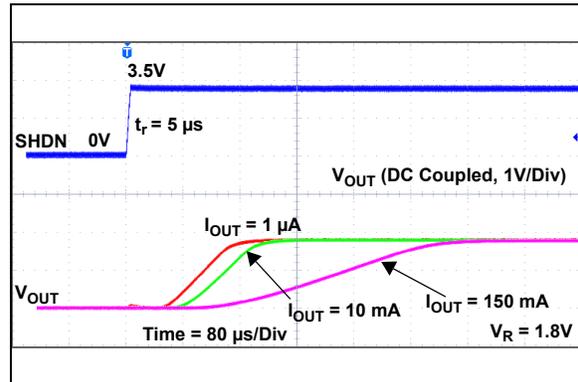


图2-18: 通过 SHDN 启动

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

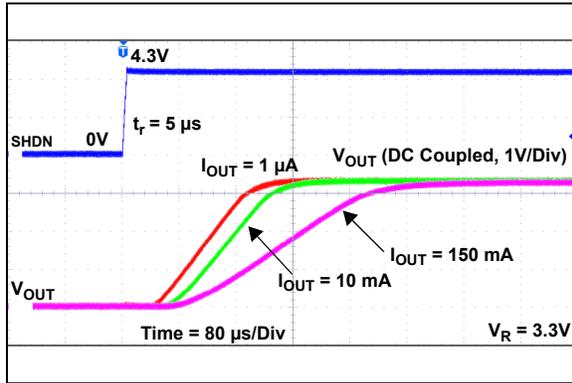


图2-19: 通过SHDN启动

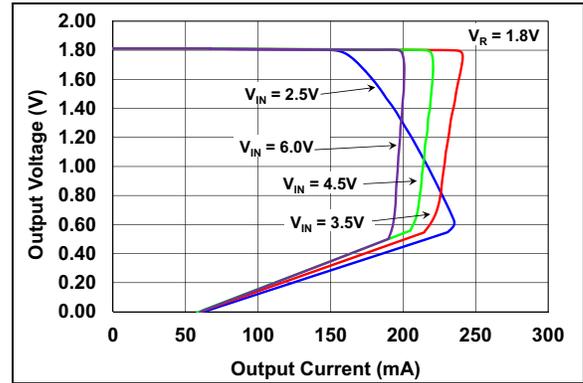


图2-22: 输出电压—输出电流曲线

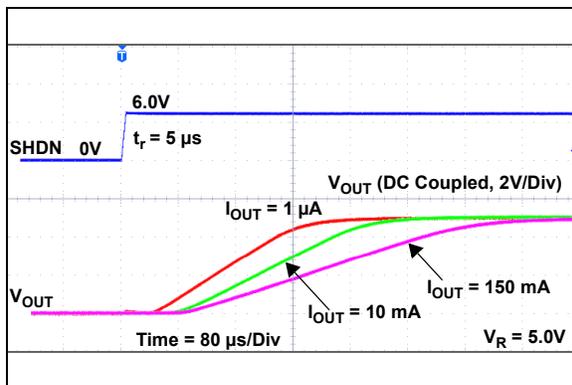


图2-20: 通过SHDN启动

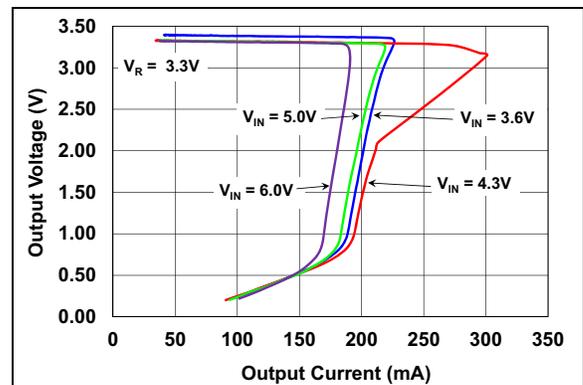


图2-23: 输出电压—输出电流曲线

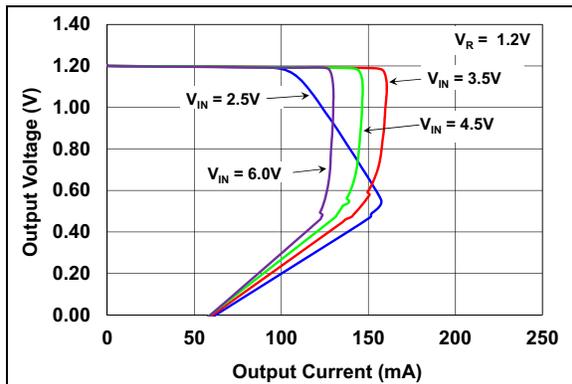


图2-21: 输出电压—输出电流曲线

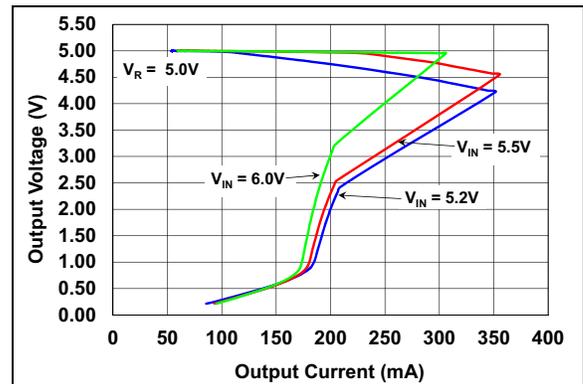


图2-24: 输出电压—输出电流曲线

MCP1711

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

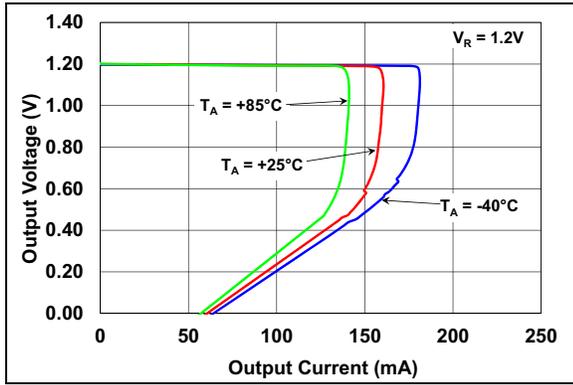


图2-25: 输出电压—输出电流曲线

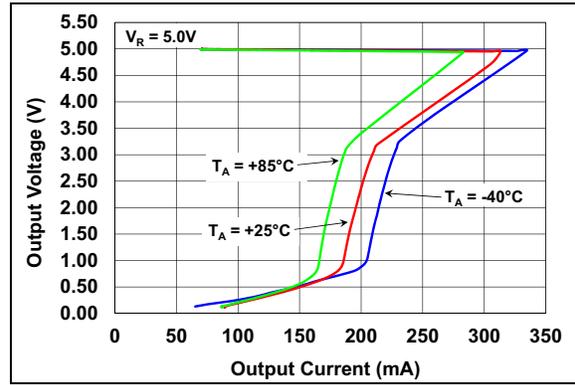


图2-28: 输出电压—输出电流曲线

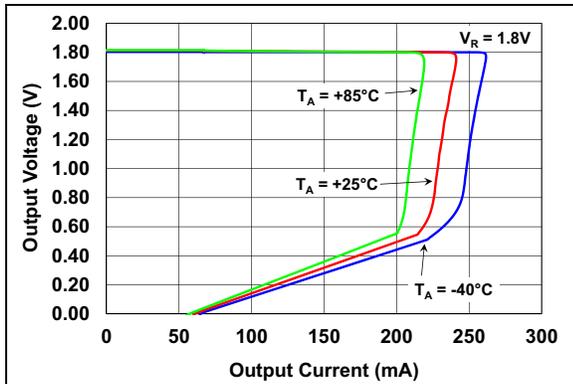


图2-26: 输出电压—输出电流曲线

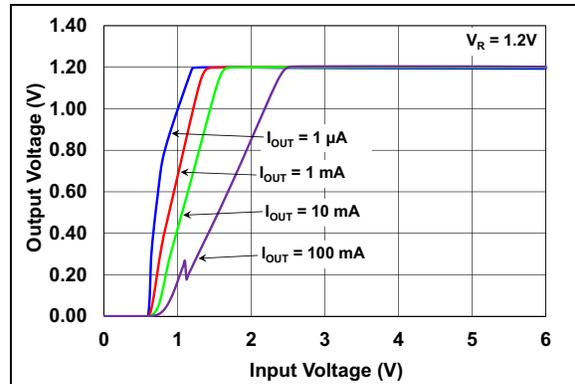


图2-29: 输出电压—输入电压曲线

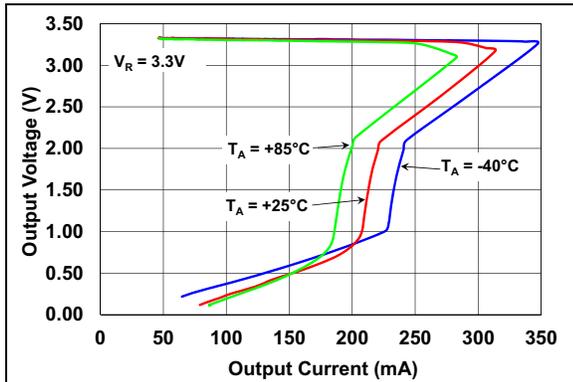


图2-27: 输出电压—输出电流曲线

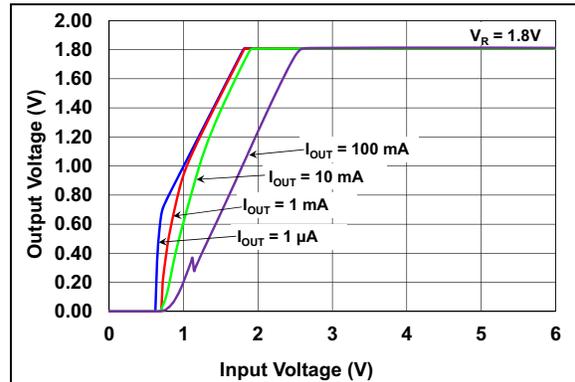


图2-30: 输出电压—输入电压曲线

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

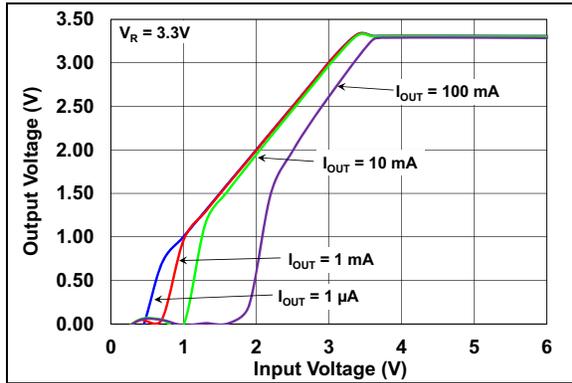


图2-31: 输出电压—输入电压曲线

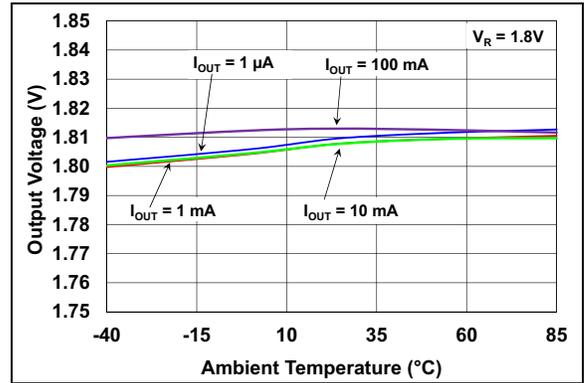


图2-34: 输出电压—环境温度曲线

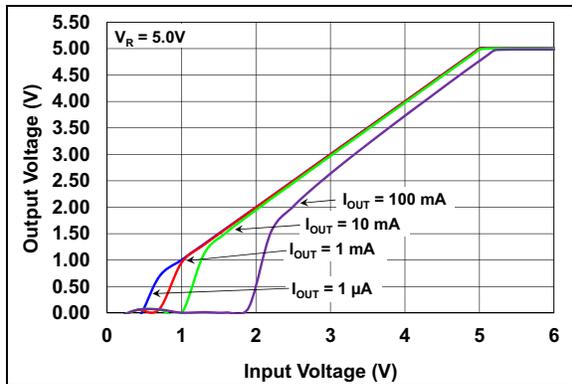


图2-32: 输出电压—输入电压曲线

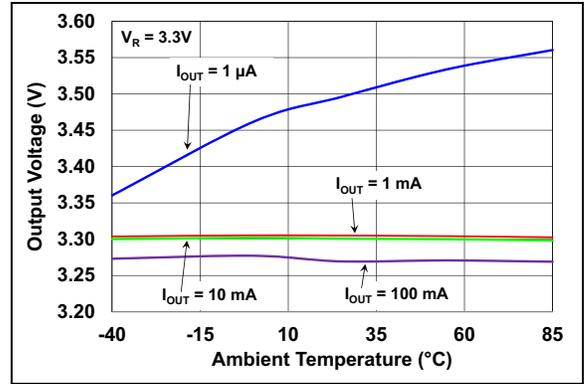


图2-35: 输出电压—环境温度曲线

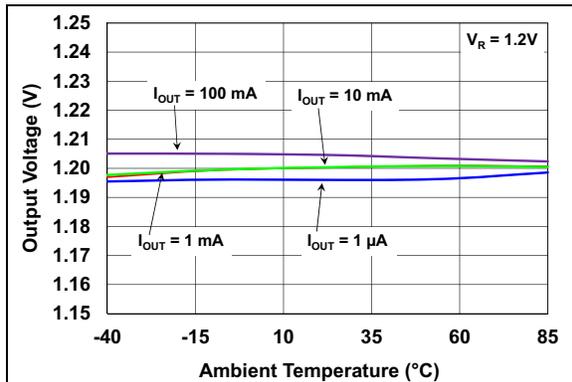


图2-33: 输出电压—环境温度曲线

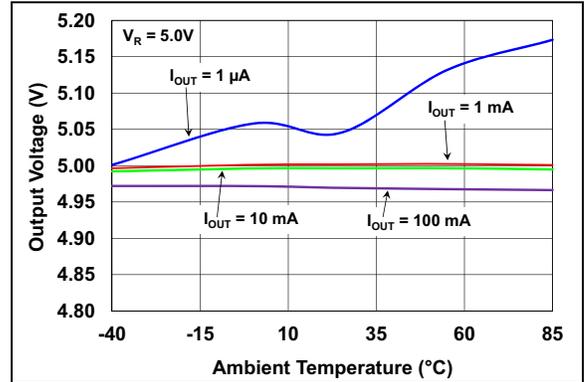


图2-36: 输出电压—环境温度曲线

MCP1711

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

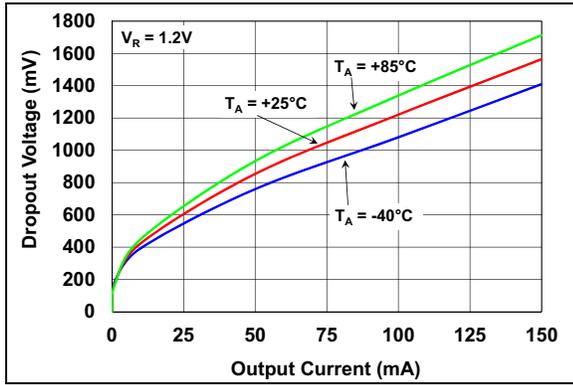


图2-37: 压差—输出电流曲线

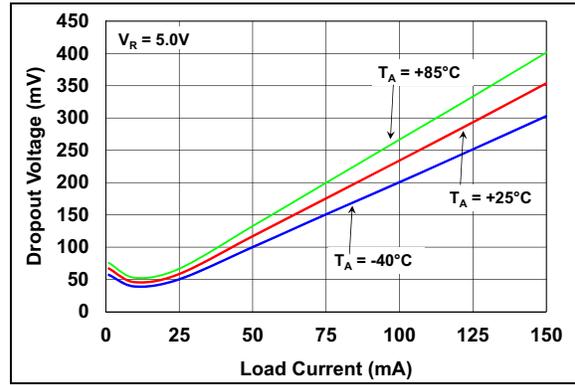


图2-40: 压差—输出电流曲线

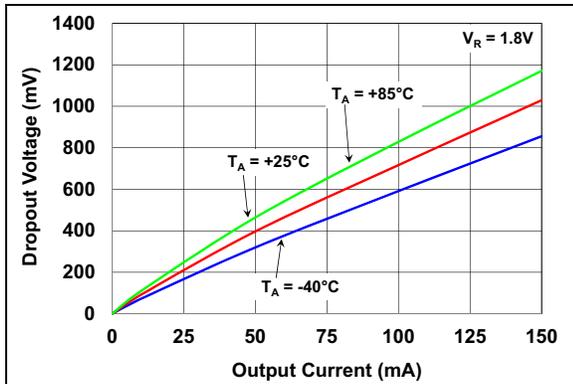


图2-38: 压差—输出电流曲线

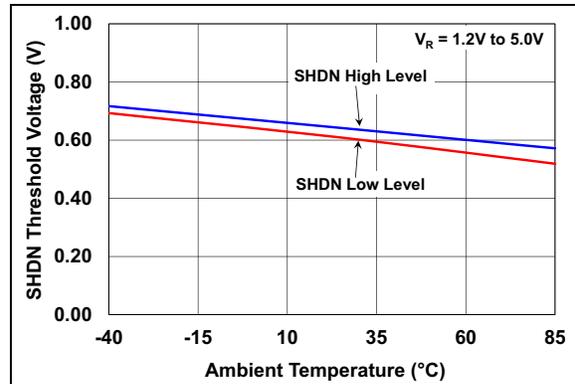


图2-41: 关断阈值电压—环境温度曲线

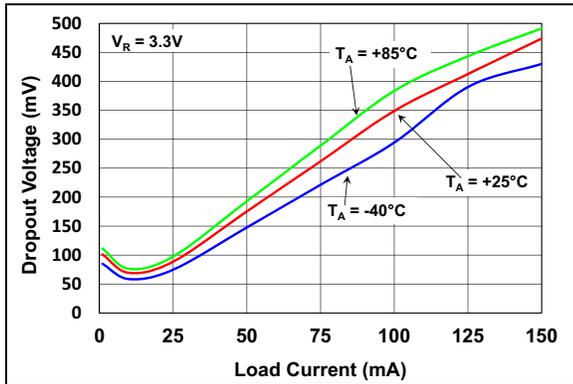


图2-39: 压差—输出电流曲线

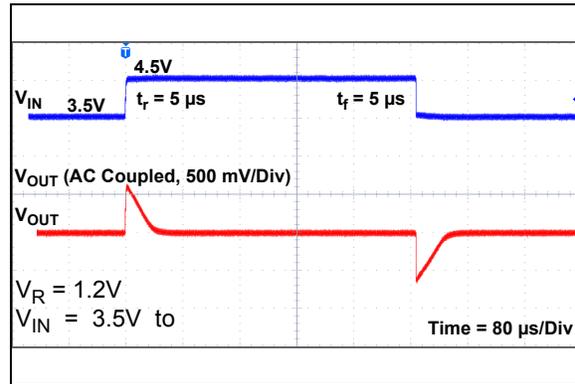


图2-42: 动态线路响应

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

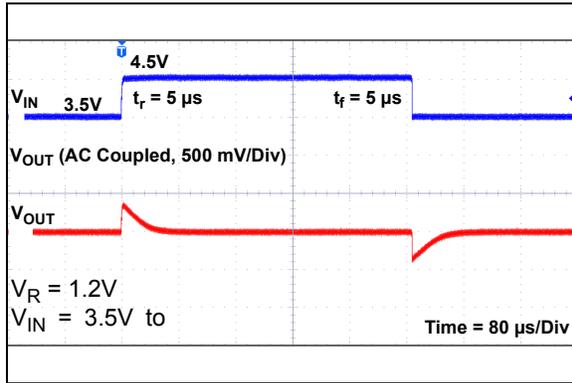


图2-43: 动态线路响应

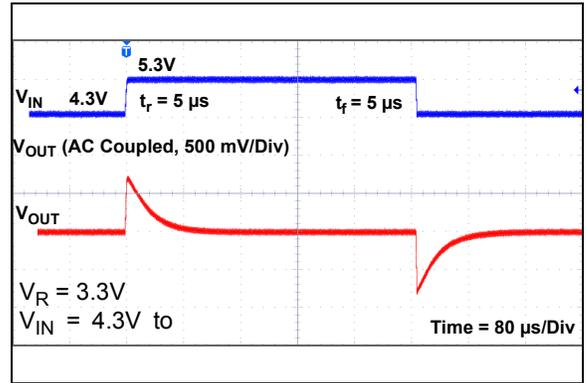


图2-46: 动态线路响应

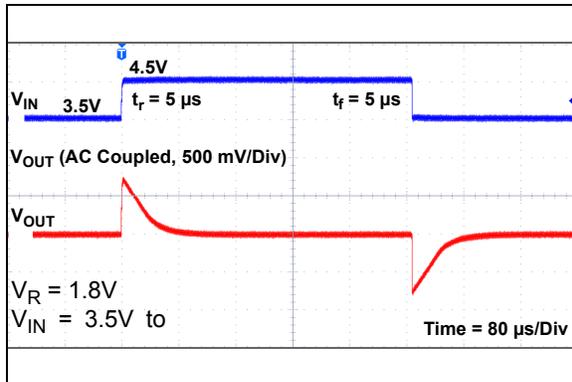


图2-44: 动态线路响应

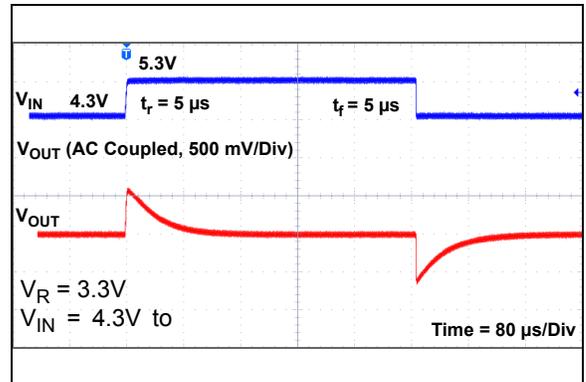


图2-47: 动态线路响应

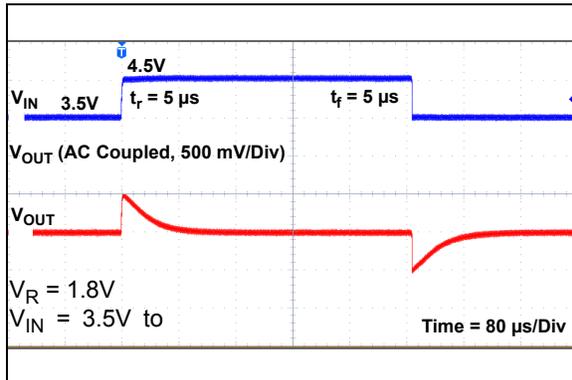


图2-45: 动态线路响应

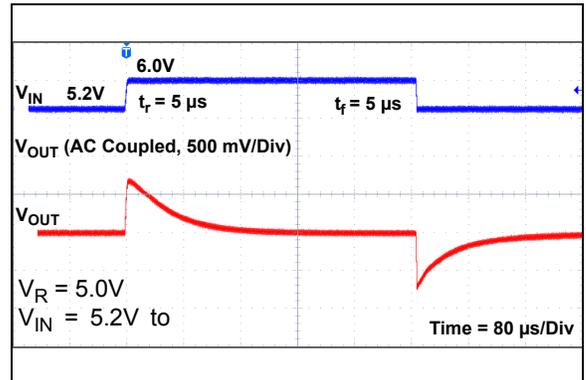


图2-48: 动态线路响应

MCP1711

注: 除非另外说明, 否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时), $I_{OUT} = 1mA$, $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$, $V_{SHDN} = V_{IN}$, $T_A = +25^\circ C$ 。

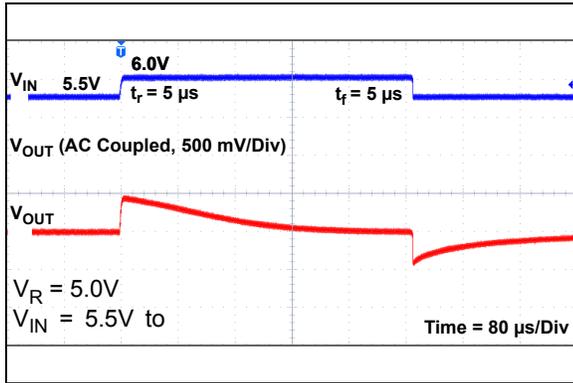


图2-49: 动态线路响应

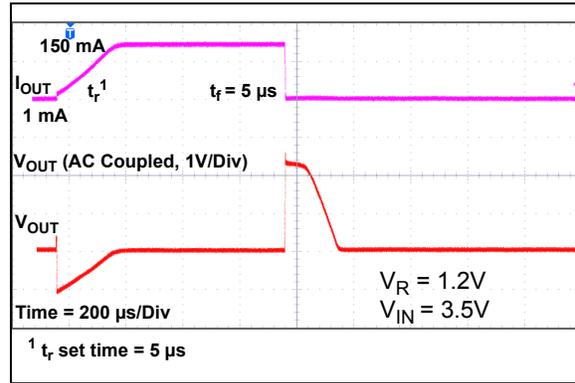


图2-52: 动态负载响应

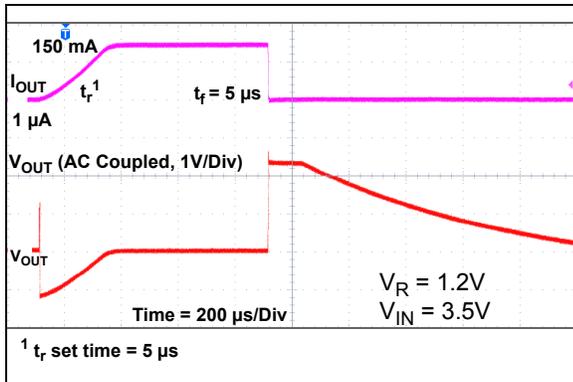


图2-50: 动态负载响应

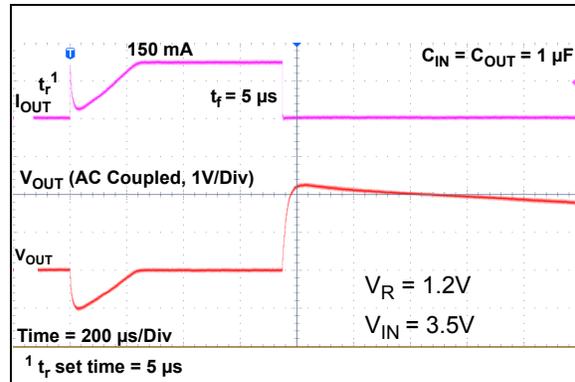


图2-53: 动态负载响应

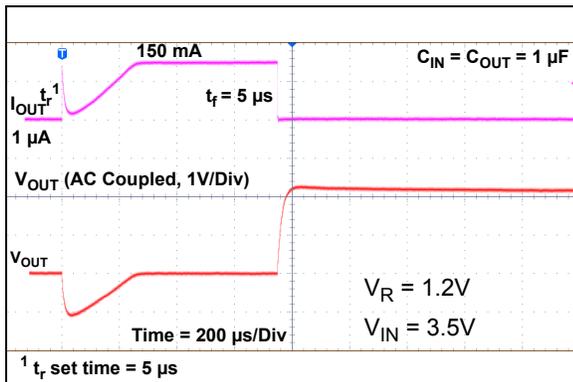


图2-51: 动态负载响应

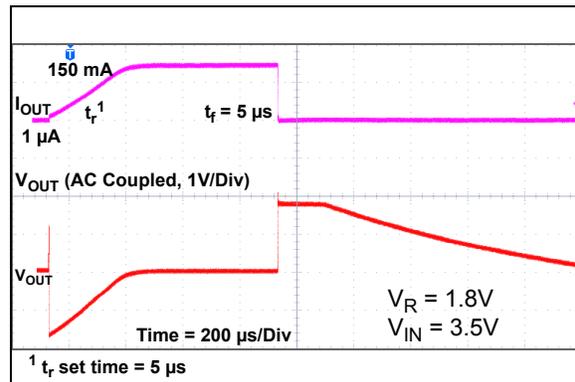


图2-54: 动态负载响应

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

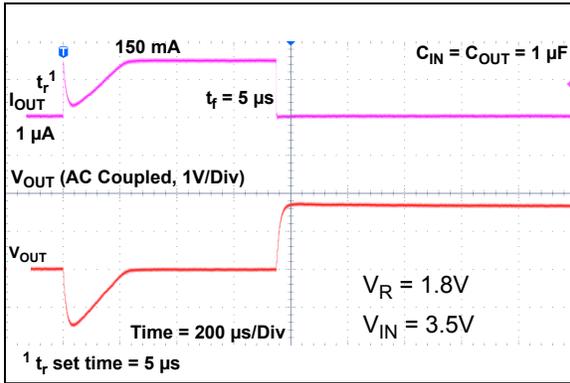


图2-55: 动态负载响应

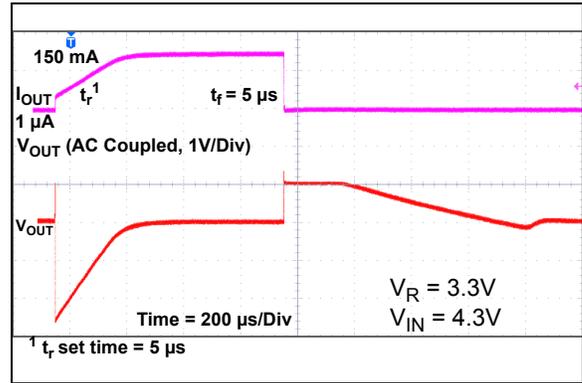


图2-58: 动态负载响应

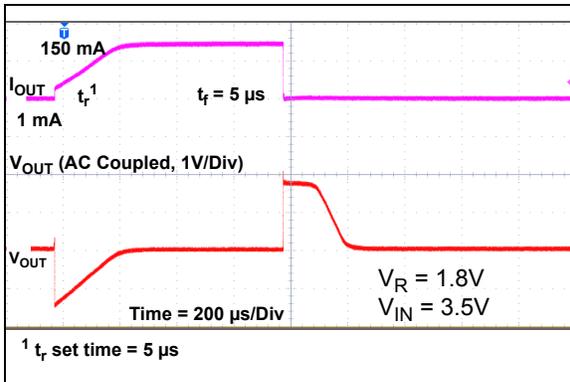


图2-56: 动态负载响应

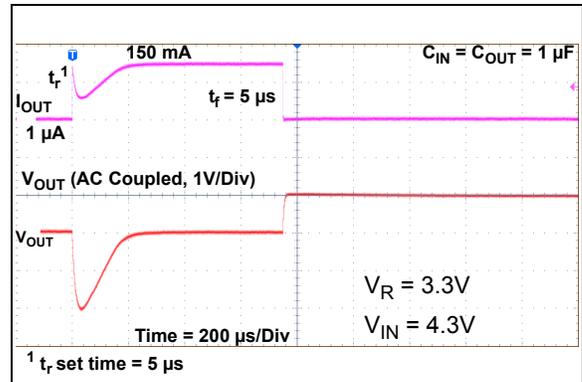


图2-59: 动态负载响应

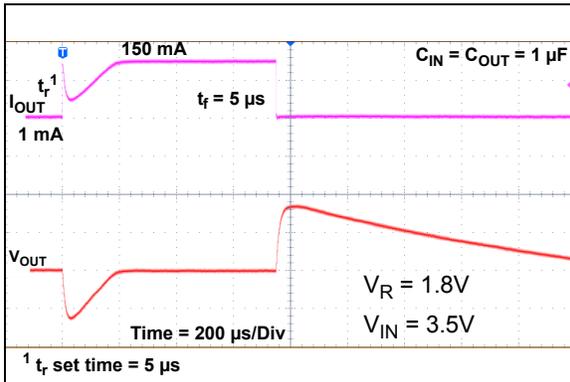


图2-57: 动态负载响应

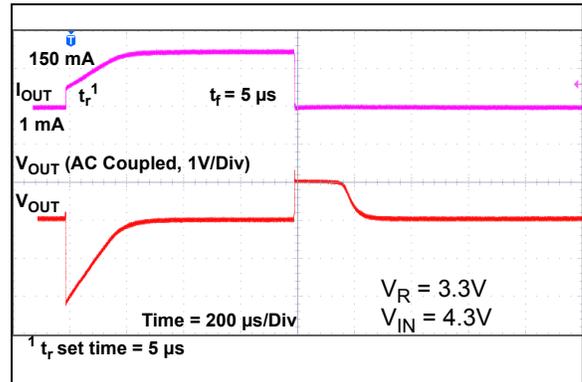


图2-60: 动态负载响应

MCP1711

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

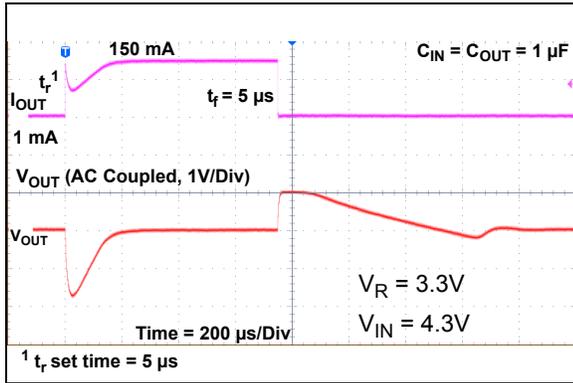


图2-61: 动态负载响应

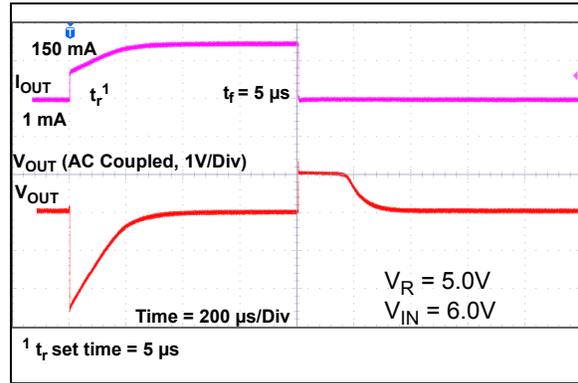


图2-64: 动态负载响应

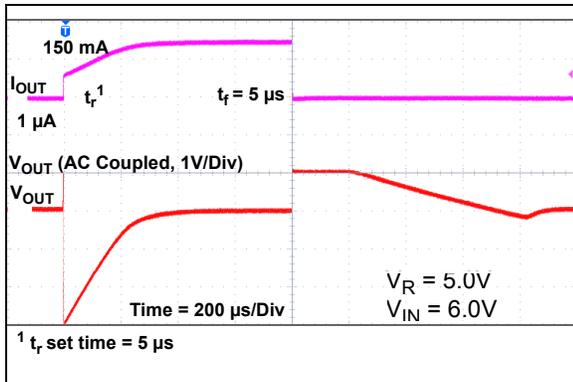


图2-62: 动态负载响应

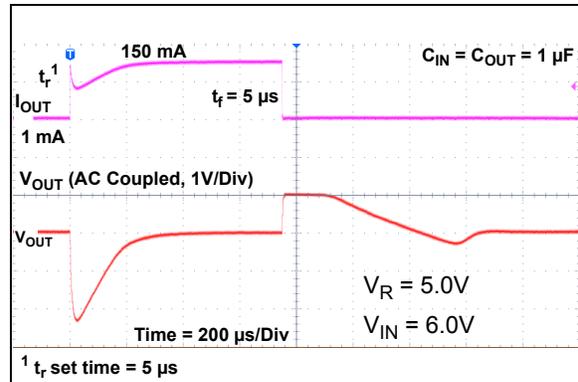


图2-65: 动态负载响应

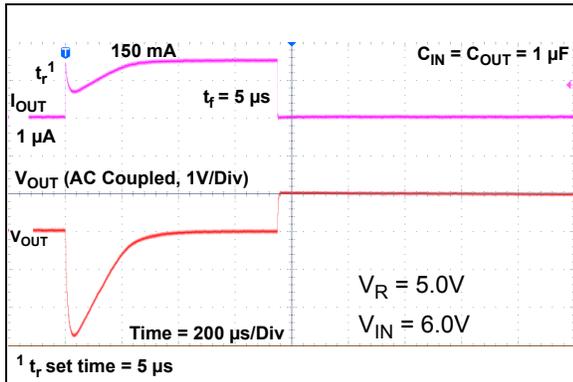


图2-63: 动态负载响应

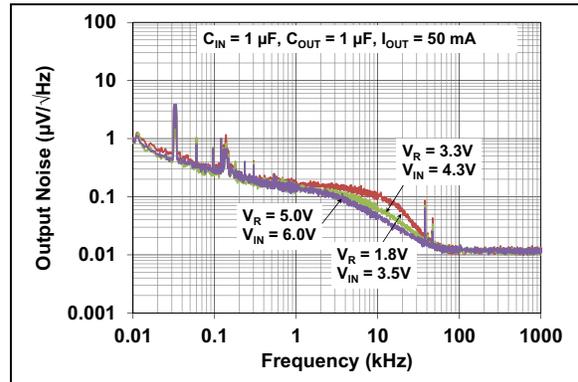


图2-66: 输出噪声—频率曲线

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

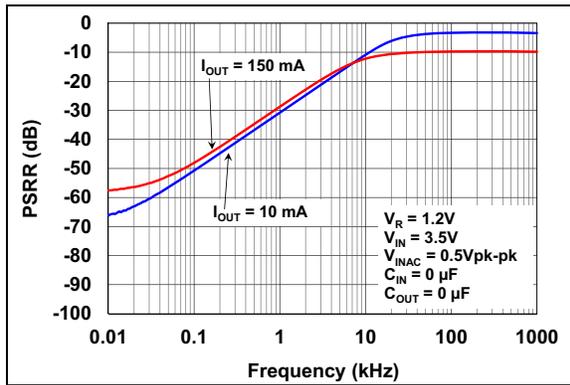


图2-67: 电源纹波抑制—频率曲线

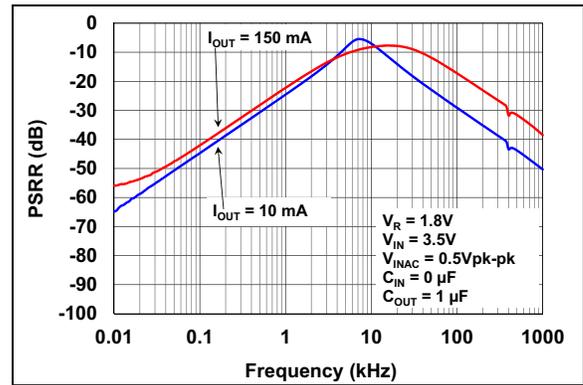


图2-70: 电源纹波抑制—频率曲线

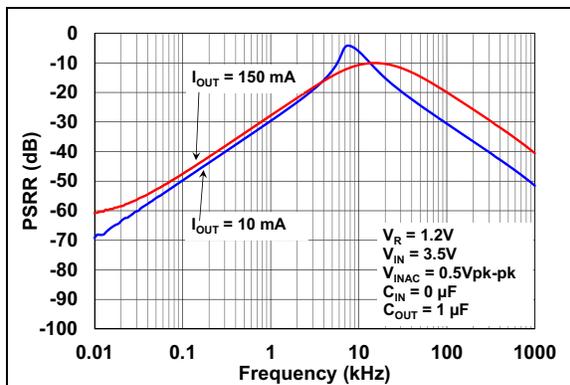


图2-68: 电源纹波抑制—频率曲线

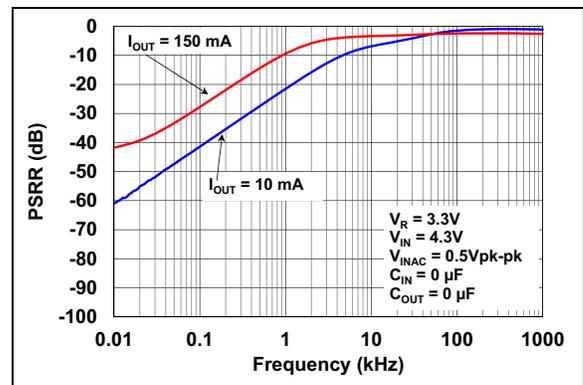


图2-71: 电源纹波抑制—频率曲线

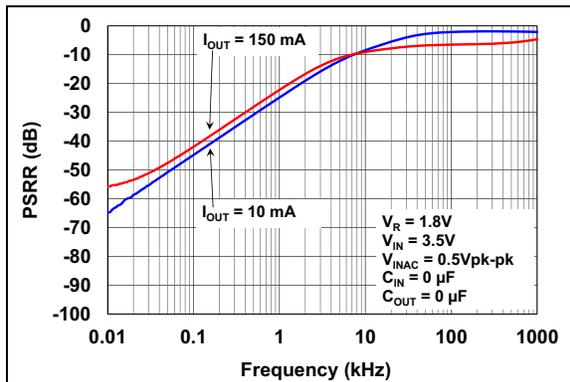


图2-69: 电源纹波抑制—频率曲线

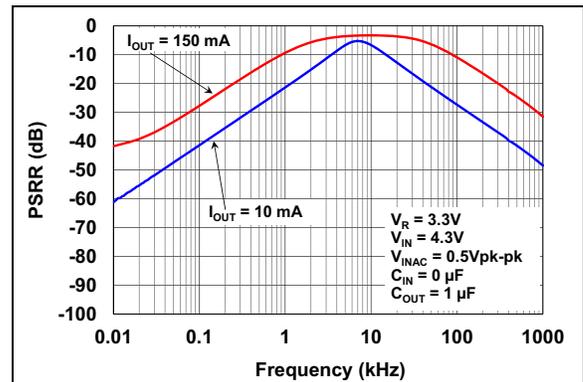


图2-72: 电源纹波抑制—频率曲线

MCP1711

注：除非另外说明，否则 $V_{IN} = 3.5V$ ($V_R < 2.5V$ 时) 或 $V_{IN} = V_R + 1V$ ($V_R \geq 2.5V$ 时)， $I_{OUT} = 1mA$ ， $C_{IN} = C_{OUT} = 0\mu F$ ， $V_{SHDN} = V_{IN}$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

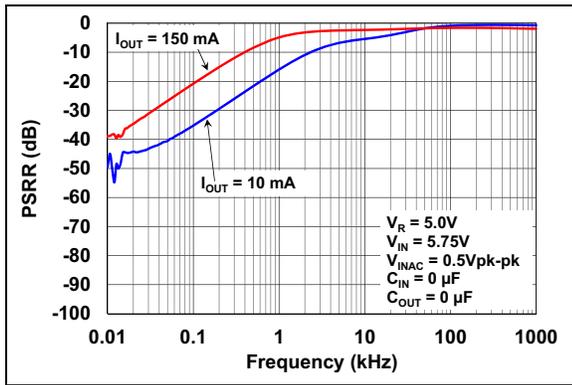


图2-73： 电源纹波抑制—频率曲线

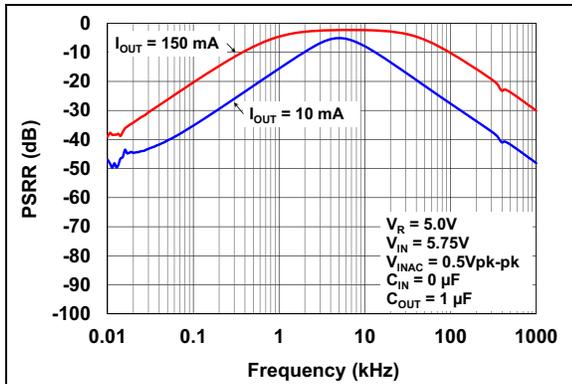


图2-74： 电源纹波抑制—频率曲线

3.0 引脚说明

表3-1列出了引脚说明。

表3-1: 引脚功能表

MCP1711 1X1 UQFN	MCP1711 SOT-23	符号	说明
4	1	V_{IN}	未经稳压的输入电源电压
2	2	GND	接地端
3	3	$\overline{\text{SHDN}}$	关断输入
—	4	NC	未连接 (仅 SOT-23)
1	5	V_{OUT}	稳压后的输出电压
5	—	EP	外露金属焊盘 (仅 1X1 UQFN)

3.1 未经稳压的输入电压 (V_{IN})

将 V_{IN} 引脚与未经稳压的电源电压输出连接。与所有低压差线性稳压器一样，低电源阻抗是确保LDO稳定工作的必要条件。确保低源阻抗所需的电容大小取决于输入源电容的接近程度或电池类型。对于大多数应用，0.1 μF 电容可确保LDO电路稳定工作。如果使用输出电容，则应确保输入电容的电容值等于或大于输出电容的电容值，这样才能实现高性能应用。

输入电容将在瞬变期间提供负载电流，从而提高性能。对于负载电流较低的应用，可降低输入电容要求。

可使用陶瓷电容、钽电容或铝电解电容。由于陶瓷电容具有低ESR特性，因此其在高频率下的噪声性能和电源抑制比 (Power Supply Rejection Ratio, PSRR) 性能更佳。

3.2 接地端 (GND)

稳压器地。将GND与输出电容 (如果使用) 的负极以及输入电容的负极连接。仅LDO偏置电流从该引脚流出，因此不存在高电流。LDO输出稳压以该引脚为参考。尽可能减小该引脚与负载负极间的压降。如果未使用PCB接地层，请尽可能缩短GND引脚与地线之间的走线长度。

3.3 关断输入 ($\overline{\text{SHDN}}$)

$\overline{\text{SHDN}}$ 输入用于开启和关闭LDO输出电压。

当 $\overline{\text{SHDN}}$ 输入处于逻辑高电平时，将使能LDO输出电压。当 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚被拉为逻辑低电平时，将禁止LDO输出电压。当 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚被拉低时， V_{OUT} 引脚将被拉低至地电平，具体通过并联反馈电阻 (R_1 和 R_2) 以及 C_{OUT} 放电电阻 (R_{DCHG}) 来实现。

$\overline{\text{SHDN}}$ 引脚悬空时，输出电压将变得不稳定。

3.4 未连接引脚 (NC)

SOT-23封装中有一个引脚未连接。该引脚应悬空或连接至接地层。

3.5 稳压后的输出电压 (V_{OUT})

将 V_{OUT} 引脚与负载的正极以及输出电容 (如果使用) 的正极连接。输出电容的正极在物理上应尽量靠近LDO V_{OUT} 引脚放置。流出该引脚的电流等于直流负载电流。

3.6 外露散热焊盘 (EP)

4引脚1 x 1 UQFN封装的底部有一个外露金属焊盘。该外露金属焊盘能够为PCB隔离层或PCB接地层提供良好的散热路径，从而使器件获得更佳的散热特性。封装的外露焊盘内部未连接至GND。

MCP1711

4.0 器件概述

MCP1711 器件是一款输出电流为 150 mA 的低压差 (LDO) 稳压器。它在大电流时具有低压差, 非常适合电池供电应用。输入电压范围为 1.4V 至 6.0V。与其他高输出电流 LDO 不同, MCP1711 在 150 mA 负载条件下通常仅消耗 600 nA 的静态电流和最高 45 μ A 的接地电流。MCP1711 具有关断控制输入引脚 (SHDN)。输出电压选项为固定值。

4.1 LDO 输出电压

MCP1711 LDO 具有固定输出电压。输出电压范围为 1.2V 至 5.0V。

4.2 输出电流和电流限制

MCP1711 经测试可确保提供最高 150 mA 的输出电流。即使输出电流仅为 1 μ A (超轻负载), 器件也能提供高精度输出电压。

MCP1711 还具有真正的输出电流折返功能。如果检测到因输出负载上的低阻抗短路情况而导致过载, 则输出电流和电压将分别折返至 80 mA 和 0V。消除过载后, 输出电压和电流将恢复正常值。如果过载情况为软过载, 则 MCP1711 将提供最高 270 mA (典型值) 的较高负载电流。这使得器件可以在脉冲负载电流的平均输出电流值为 150 mA 或更低的应用中使用。

4.3 输出电容

MCP1711 具有出色的内部相位补偿功能, 即使未使用额外的输出电容, 也能提供稳定的输出电压, 因此无需满足最小输出电容要求。要改善负载阶跃响应和 PSRR, 可以添加输出电容。对于大多数应用, 推荐使用 0.1 μ F 至 1.0 μ F 范围内的值。该电容应尽可能靠近 V_{OUT} 引脚和 GND 引脚放置。此器件与低 ESR 陶瓷电容兼容。X7R 和 X5R 等陶瓷材料具有低温度系数, 并且严格满足所需的可接受 ESR 范围要求。典型 1 μ F X7R 0805 电容具有 50 m Ω 的 ESR。

4.4 输入电容

低输入源阻抗是确保 LDO 输出正常工作的必要条件。通过电池供电时或者在输入源与 LDO 之间引线很长的应用中, 建议使用一定大小的输入电容。对于大多数应用, 推荐使用 0.1 μ F 至 1.0 μ F 范围内的电容。对于具有输出阶跃负载要求的应用, LDO 的输入电容非常重要。输入电容可为 LDO 提供良好的本地低阻抗源, 用于拉出瞬态电流, 以便快速响应输出负载阶跃。要获得良好的阶跃响应性能, 输入电容值应等于或大于输出电容值。电容应根据实际情况尽可能靠近 LDO 输入端放置。采用更大容量的输入电容还有助于降低 LDO 输入和输出端的高频噪声, 并减少 LDO 的输入电压源与输入电容之间存在的电感效应。

4.5 关断输入 ($\overline{\text{SHDN}}$)

MCP1711 内部电路可通过 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚的信号来关断。 $\overline{\text{SHDN}}$ 输入是低电平有效的输入信号，用于开启和关闭 LDO。关断阈值是一个固定的电压值。开启输出所需的最小关断阈值为 0.91V。关闭输出所需的最大关断阈值为 0.38V。

在关断模式下， V_{OUT} 引脚将被拉低至地电平，具体通过并联反馈电阻和 C_{OUT} 放电电阻 R_{DCHG} 来实现。在这种状态下，应用中不会因输出电容上的电荷而出现毛刺操作。此外，输出电容的放电时间通过 C_{OUT} 自动放电电阻 (R_{DCHG}) 和输出电容 C_{OUT} 来设置。按照 $\tau = C_{\text{OUT}} \times R_{\text{DCHG}}$ 设置由 C_{OUT} 自动放电电阻值 (R_{DCHG}) 和输出电容值 (C_{OUT}) 组成的时间常量后，通过内部开关放电后的输出电压可使用公式 4-1 来计算：

注： R_{DCHG} 取决于 V_{IN} ； V_{IN} 较高时， R_{DCHG} 较低。

公式 4-1：

$$V_{\text{OUT}}(t) = V_{\text{OUT}} \times e^{(-t/\tau)}$$

或

$$t = \tau \times \ln(V_{\text{OUT}}/V_{\text{OUT}}(t))$$

其中：

$V_{\text{OUT}}(t)$ = 放电期间的输出电压

V_{OUT} = 初始输出电压

t = 放电时间

$\tau = C_{\text{OUT}} \times R_{\text{DCHG}}$

4.6 压差

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，此标称值是在施加 $V_{\text{R}} + 1.0\text{V}$ 的差分信号时测得的。关于最小和最大电压规范，请参见第 1.0 节“电气特性”。

MCP1711

5.0 应用电路和问题

5.1 典型应用

MCP1711 最常用作稳压器。它具有低静态电流和低压差，是各类电池供电应用的理想选择。

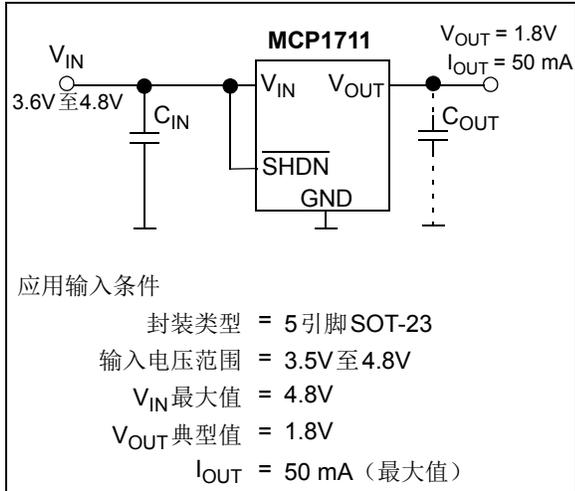


图5-1: 典型应用电路

5.2 功耗计算

5.2.1 功耗

MCP1711 的内部功耗是输入电压、输出电压以及输出电流的函数。静态电流消耗引起的功耗非常低，因此无关紧要 ($0.6 \mu A \times V_{IN}$)。要计算LDO的内部功耗，请使用公式5-1:

公式5-1:

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

其中:

- P_{LDO} = LDO调整管 (pass device) 内部功耗
- $V_{IN(MAX)}$ = 最大输入电压
- $V_{OUT(MIN)}$ = LDO最小输出电压 (包括线路和负载稳定度)

MCP1711 的最高连续工作结温规定为+125°C。可通过将总内部功耗与结点至环境热阻 ($R\theta_{JA}$) 相乘来估算MCP1711的内部结温。

5引脚SOT-23封装的结点至环境热阻估算结果如下:

- 带散热过孔的JEDEC 51-7 FR-4电路板为166.67°C/W
- 当器件未安装到PCB上, 或者器件安装到覆铜极少且不提供任何额外冷却措施的单层PCB上时为400°C/W。

公式5-2:

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

其中:

- $T_{J(MAX)}$ = 最高连续结温
- P_{TOTAL} = 器件总功耗
- $R\theta_{JA}$ = 结点至环境热阻
- $T_{A(MAX)}$ = 最高环境温度

可基于给定的应用结点至环境热阻 ($R\theta_{JA}$) 和最大环境温度计算封装的最大功耗能力。公式5-3至公式5-5可用于确定封装的最大内部功耗:

公式5-3:

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

其中:

- $P_{D(MAX)}$ = 器件最大功耗
- $T_{J(MAX)}$ = 最高连续结温
- $T_{A(MAX)}$ = 最高环境温度
- $R\theta_{JA}$ = 结点至环境热阻

公式5-4:

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

其中:

- $T_{J(RISE)}$ = 器件结点相比环境温度的温升
- $P_{D(MAX)}$ = 器件最大功耗
- $R\theta_{JA}$ = 结点至环境热阻

公式 5-5:

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

其中:

 T_J = 结温 $T_{J(RISE)}$ = 器件结点相比环境温度的温升 T_A = 环境温度**5.3 稳压器**

下面给出了内部功耗、结点温升、结温和最大功耗的计算示例。接地电流引起的功耗非常小，可以忽略不计。

5.3.1 功耗示例**例 5-1: 功耗****封装**

封装类型 = SOT-23

输入电压 $V_{IN} = 3.5V$ 至 $4.8V$ **LDO 输出电压和电流** $V_{OUT} = 1.8V$ $I_{OUT} = 50\text{ mA}$ **最高环境温度** $T_{A(MAX)} = +40^\circ\text{C}$ **内部功耗**

内部功耗是 LDO 输出电流与 LDO 两端电压 (V_{IN} 至 V_{OUT}) 的乘积。

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

$V_{OUT(MIN)} = 1.78V - 0.05V = 1.73V$ ，其中， $1.78V$ 是最小输出电压（由于精度）， $0.05V$ 是负载稳定度；由于输入电压范围非常小，线路稳定度可忽略不计

$$P_{LDO} = (4.8V - 1.73V) \times 50\text{ mA}$$

$$P_{LDO} = 153.5\text{ mW}$$

5.3.1.1 器件结点温升

内部结点温升是应用内部功耗与结点至环境热阻的函数。结点至环境热阻 ($R_{\theta JA}$) 基于 EIA/JEDEC 标准获得，该标准用于测量小型表面贴装封装的热阻。

EIA/JEDEC 规范是 JESD51-7, “High Effective Thermal Conductivity Test Board for Leaded Surface Mount Packages”。该标准描述了测量结点至环境热阻的测试方法和电路板规范。特定应用的实际热阻可能会受到多方面因素的影响而发生变化，例如覆铜面积和厚度。有关该主题的更多信息，请参见 AN792——“A Method to Determine How Much Power a SOT-23 Can Dissipate in an Application” (DS00792)。

例 5-2:

$$T_{J(RISE)} = P_{TOTAL} \times R_{\theta JA}$$

$$T_{J(RISE)} = 153.5\text{ mW} \times 400.0\text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$T_{J(RISE)} = 61.4^\circ\text{C}$$

5.3.1.2 结温估算

要估算内部结温，需要将计算得到的温升与环境温度或偏移温度相加。本示例给出了最坏情况下的结温估算：

例 5-3:

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

$$T_J = 61.4^\circ\text{C} + 40^\circ\text{C} = 101.4^\circ\text{C}$$

5.3.1.3 +40°C 环境温度下的最大封装功耗示例**例 5-4:**

$$SOT-23\ (400.0\text{ }^\circ\text{C/W} = R_{\theta JA})$$

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) / 400\text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$P_{D(MAX)} = 212\text{ mW}$$

MCP1711

5.4 参考电压

MCP1711 不仅可用作稳压器，还可用作低静态电流参考电压。在许多单片机应用中，初始参考精度可通过生产测试设备校准，也可使用比值测量来校准。初始精度校准后，MCP1711 LDO 只会引入热稳定性和线路稳定度容差这两种误差。将 MCP1711 用作参考电压时，低成本、低静态电流和小陶瓷输出电容均将成为优势。

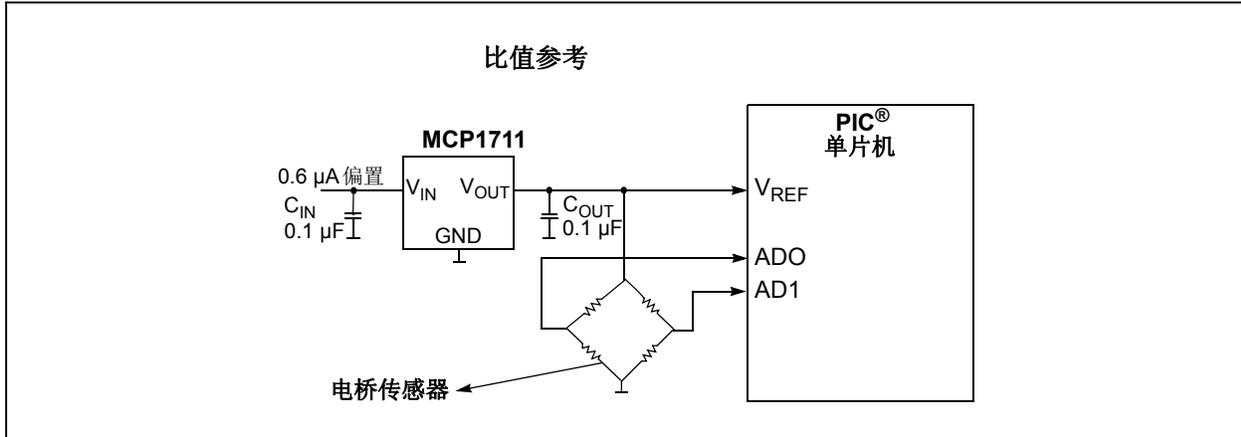


图5-2: 将MCP1711用作参考电压

5.5 脉冲负载应用

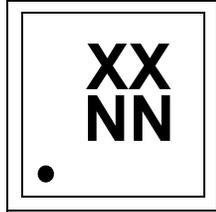
对于某些应用，脉冲负载电流事件可能会超出MCP1711指定的150 mA最大规范值。MCP1711的内部电流限制将能够防止因高峰值负载需求引起不可恢复的损坏。最大的连续平均电流额定值为150 mA。只要平均电流不超过150 mA，便可对MCP1711施加较高的脉冲负载电流。MCP1711的典型电流限值为270 mA ($T_A = +25^\circ\text{C}$)。

6.0 封装信息

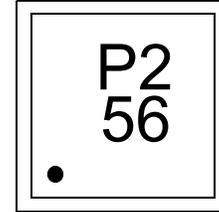
6.1 封装标识信息

4 引脚UQFN (1x1x0.6 mm)

示例

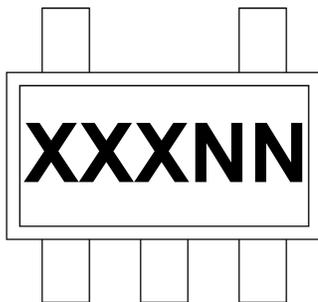


器件	代码
MCP1711T-12I/5X	P2NN
MCP1711T-18I/5X	P8NN
MCP1711T-22I/5X	PCNN
MCP1711T-25I/5X	PFNN
MCP1711T-30I/5X	PNNN
MCP1711T-33I/5X	PSNN
MCP1711T-50I/5X	RANN

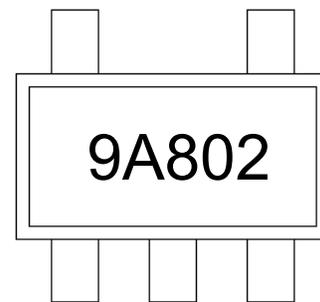


5 引脚SOT-23

示例



器件	代码
MCP1711T-12I/OT	9A2xx
MCP1711T-18I/OT	9A8xx
MCP1711T-19I/OT	9A9xx
MCP1711T-22I/OT	9ACxx
MCP1711T-25I/OT	9AFxx
MCP1711T-30I/OT	9ANxx
MCP1711T-33I/OT	9ASxx
MCP1711T-50I/OT	9BAxx



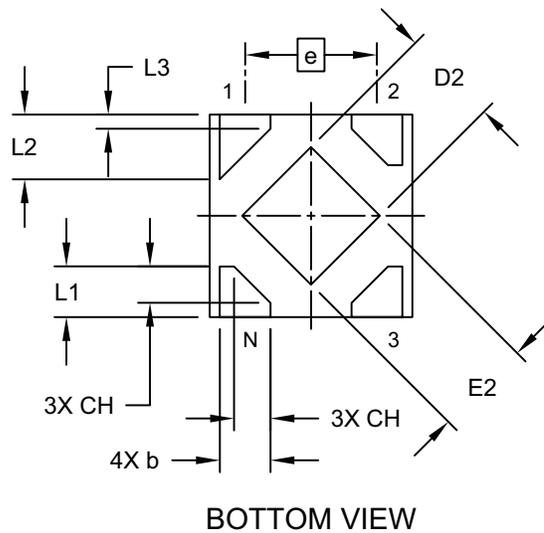
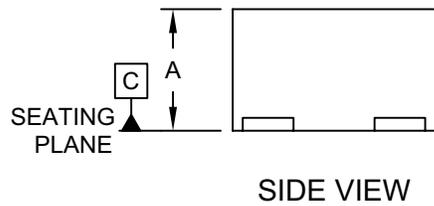
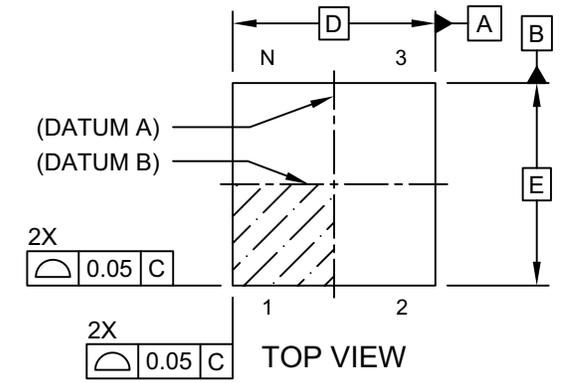
图注:	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码 (日历年的最后一位数字)
	YY	年份代码 (日历年的最后两位数字)
	WW	星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
	NNN	以字母数字排序的追踪代码
	(e3)	雾锡 (Matte Tin, Sn) 的JEDEC 无铅标志
	*	表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 ((e3)) 标示在此封装的外包装上。

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。

MCP1711

4 引脚塑封超薄正方扁平无脚封装 (5X) —— 1 x 1 x 0.6 mm [UQFN] (以前的 USPQ-4B04)

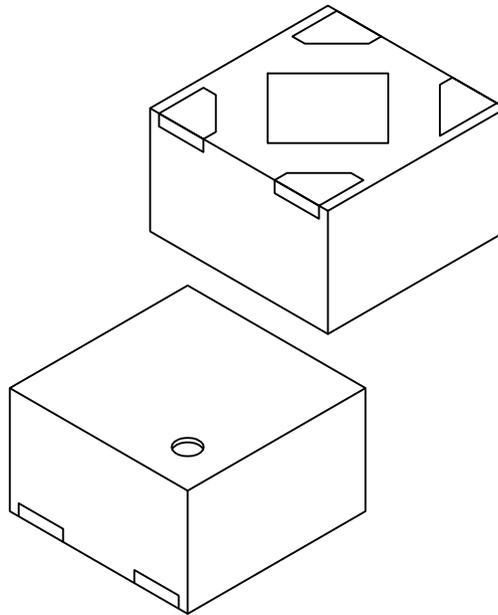
注：最新封装图请至<http://www.microchip.com/packaging>查看Microchip封装规范。



Microchip Technology Drawing C04-393B Sheet 1 of 2

4引脚塑封超薄正方扁平无脚封装（5X）——1 x 1 x 0.6 mm [UQFN] （以前的USPQ-4B04）

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 Terminals	N	4		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	-	-	0.60
Overall Width	E	1.00 BSC		
Exposed Pad Width	E2	0.43	0.48	0.53
Overall Length	D	1.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	0.43	0.48	0.53
Terminal Width	b	0.20	0.25	0.30
Terminal Length	L1	0.20	0.25	0.30
Terminal Length	L2	0.27	0.32	0.37
-	L3	0.02	0.07	0.12
Terminal Chamfer	CH	-	0.18	-

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package is saw singulated
3. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

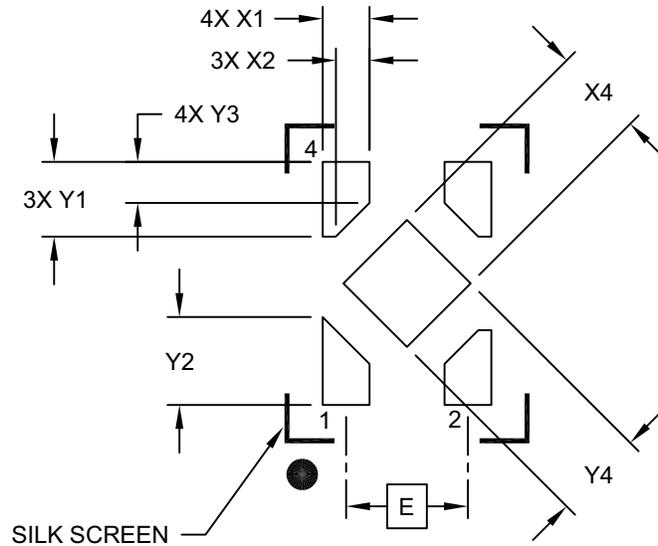
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-393B Sheet 2 of 2

MCP1711

4 引脚塑封超薄正方扁平无脚封装 (5X) —— 1 x 1 x 0.6 mm [UQFN] (以前的 USPQ-4B04)

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



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units	MILLIMETERS		
	MIN	NOM	MAX
Dimension Limits			
E		0.65 BSC	
X1		0.25	
X2		0.18	
X4		0.48	
Y1		0.40	
Y2		0.47	
Y3		0.22	
Y4		0.48	

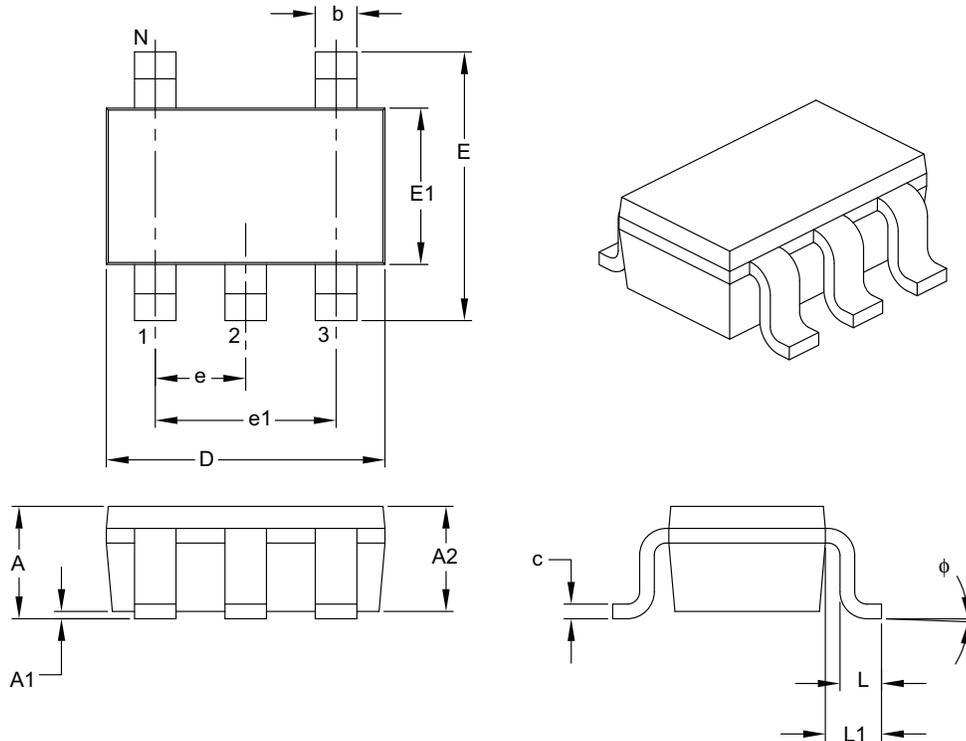
Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-2393B

5引脚塑封小外形晶体管（OT）[SOT-23]

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



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

Notes:

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

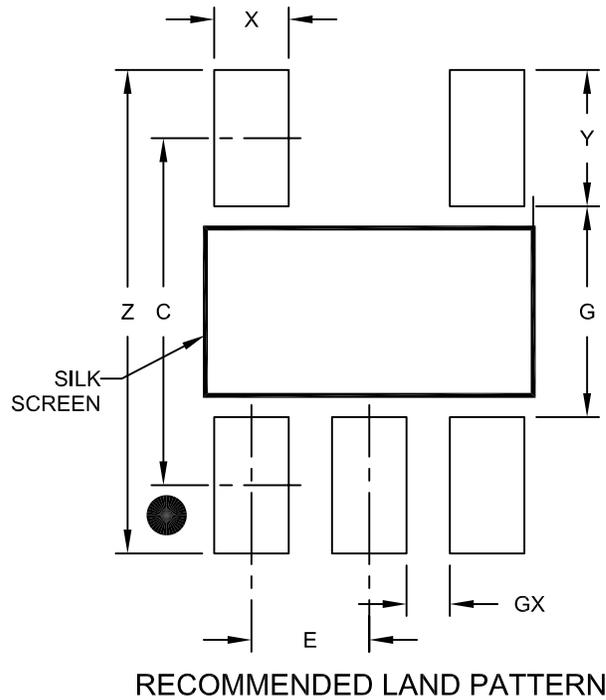
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-091B

MCP1711

5 引脚塑封小外形晶体管 (OT) [SOT-23]

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



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.95 BSC		
Contact Pad Spacing	C		2.80	
Contact Pad Width (X5)	X			0.60
Contact Pad Length (X5)	Y			1.10
Distance Between Pads	G	1.70		
Distance Between Pads	GX	0.35		
Overall Width	Z			3.90

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2091A

附录 A: 版本历史

版本 B (2015年10月)

以下是修改清单:

- 更新了第 1.0 节“电气特性”中的热阻。
- 更新了第 2.0 节“典型性能曲线”中的负载阶跃截图。

版本 A (2015年6月)

本文档的初始版本。

MCP1711

注:

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。

器件编号	[X] ⁽¹⁾	-X	X	/XX	示例:																																																																								
器件	卷带式	输出电压	温度范围	封装																																																																									
<table border="1"> <tr> <td>器件:</td> <td>MCP1711:</td> <td colspan="4">150 mA超低静态电流无电容LDO稳压器</td> </tr> <tr> <td>输出电压:</td> <td>12</td> <td>=</td> <td>1.2V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>18</td> <td>=</td> <td>1.8V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>19</td> <td>=</td> <td>1.9V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>22</td> <td>=</td> <td>2.2V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>25</td> <td>=</td> <td>2.5V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>30</td> <td>=</td> <td>3.0V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>33</td> <td>=</td> <td>3.3V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>50</td> <td>=</td> <td>5.0V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>温度范围:</td> <td>I</td> <td>=</td> <td colspan="3">-40°C至+85°C (工业级)</td> </tr> <tr> <td>封装:</td> <td>OT</td> <td>=</td> <td colspan="3">5引脚塑封小外形晶体管, SOT-23</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5X</td> <td>=</td> <td colspan="3">4引脚塑封超薄正方扁平无脚封装, 1x1 UQFN</td> </tr> </table>						器件:	MCP1711:	150 mA超低静态电流无电容LDO稳压器				输出电压:	12	=	1.2V				18	=	1.8V				19	=	1.9V				22	=	2.2V				25	=	2.5V				30	=	3.0V				33	=	3.3V				50	=	5.0V			温度范围:	I	=	-40°C至+85°C (工业级)			封装:	OT	=	5引脚塑封小外形晶体管, SOT-23				5X	=	4引脚塑封超薄正方扁平无脚封装, 1x1 UQFN		
器件:	MCP1711:	150 mA超低静态电流无电容LDO稳压器																																																																											
输出电压:	12	=	1.2V																																																																										
	18	=	1.8V																																																																										
	19	=	1.9V																																																																										
	22	=	2.2V																																																																										
	25	=	2.5V																																																																										
	30	=	3.0V																																																																										
	33	=	3.3V																																																																										
	50	=	5.0V																																																																										
温度范围:	I	=	-40°C至+85°C (工业级)																																																																										
封装:	OT	=	5引脚塑封小外形晶体管, SOT-23																																																																										
	5X	=	4引脚塑封超薄正方扁平无脚封装, 1x1 UQFN																																																																										
					a) MCP1711T-12I/OT: 卷带式, 1.2V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 b) MCP1711T-18I/OT: 卷带式, 1.8V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 c) MCP1711T-19I/OT: 卷带式, 1.9V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 d) MCP1711T-22I/OT: 卷带式, 2.2V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 e) MCP1711T-25I/OT: 卷带式, 2.5V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 f) MCP1711T-30I/OT: 卷带式, 3.0V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 g) MCP1711T-33I/OT: 卷带式, 3.3V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 h) MCP1711T-50I/OT: 卷带式, 5V输出电压, 工业级温度, 5引脚SOT-23 a) MCP1711T-12I/5X: 卷带式, 1.2V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN b) MCP1711T-18I/5X: 卷带式, 1.8V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN c) MCP1711T-22I/5X: 卷带式, 2.2V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN d) MCP1711T-25I/5X: 卷带式, 2.5V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN e) MCP1711T-30I/5X: 卷带式, 3.0V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN f) MCP1711T-33I/5X: 卷带式, 3.3V输出电压, 工业级温度, 4引脚UQFN																																																																								
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。																																																																													

MCP1711

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。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、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ 徽标、Kleer、LANCheck、MediaLB、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、PICSTART、PIC³² 徽标、RightTouch、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

The Embedded Control Solutions Company 和 mTouch 为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、ECAN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、KleerNet、KleerNet 徽标、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICtail、RightTouch 徽标、REAL ICE、SQI、Serial Quad I/O、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。

Silicon Storage Technology 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。

© 2015, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-0132-2

**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://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: 852-2943-5100
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 - 东莞

Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州

Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

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: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-5778-3666
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 - Karlsruhe

Tel: 49-721-625370

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

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

07/14/15