MCP1661

带UVLO的高电压集成开关PWM升压稳压器

特性：

- 36V、800 mΩ集成开关
- 效率最高可达92%
- 高输出电压范围：最高可达32V
- 1.3A峰值输入电流限制：
  - 5.0V V_{IN}、12V V_{OUT}时，I_{OUT} > 200 mA
  - 3.3V V_{IN}、12V V_{OUT}时，I_{OUT} > 125 mA
  - 4.2V V_{IN}、24V V_{OUT}时，I_{OUT} > 100 mA
- 输入电压范围：2.4V至5.5V
- 欠压锁定（Undervoltage Lockout，UVLO）：
  - V_{IN}上升时的UVLO：2.3V（典型值）
  - V_{IN}下降时的UVLO：1.85V（典型值）
- 无负载输入电流：250 μA（典型值）
- 休眠模式，静态电流典型值为200 nA
- 具有跳跃模式的PWM操作：500 kHz
- 反馈参考电压：V_{FB} = 1.227V
- 逐周期电流限制
- 内部补偿
- 浪涌电流限制和内部软启动
- 以下情况下进行输出过压保护（Output Overvoltage Protection，OVP）：
  - 反馈引脚短接至GND
  - 反馈分压器断开连接
- 过温保护
- 可轻松配置为SEPIC或反激拓扑结构
- 可用封装：
  - 5引脚SOT-23
  - 8引脚2x3 TDFN

应用：

- 通过2节至3节碱性电池、终极锂电池和镍氢/镍镉电池供电的便携式产品
- 单节锂离子电池到5V、12V或24V转换器
- 适用于便携式应用的LCD偏置电源
- 拍照手机闪光灯
- 便携式医疗设备
- 手持仪器
- 单节锂离子电池到3.0V或3.3V SEPIC应用（见图6-3）

一般说明：

MCP1661是一款紧凑型高效率固定频率非同步升压直流/直流转换器，集成了36V、800 mΩ NMOS开关。此转换器为通过2节或3节碱性电池、终极锂电池、镍镉电池、镍氢电池以及单节锂离子电池或锂聚合物电池供电的应用提供了一种节省空间的高电压升压电源解决方案。

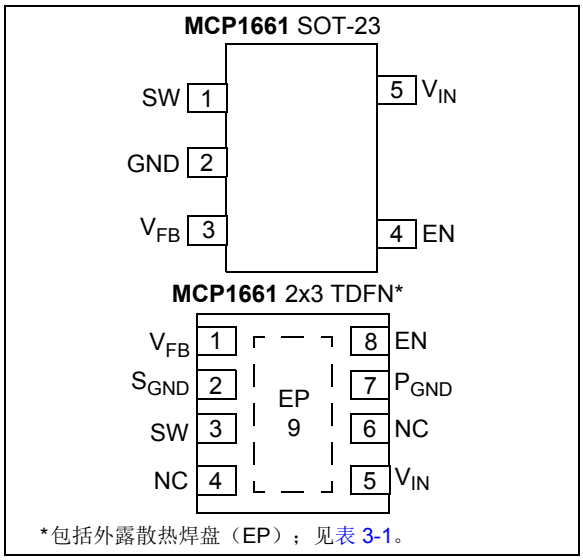
通过1.3A逐周期电感峰值电流限制操作对集成开关进行保护。输出过压保护会在反馈电阻意外断开或者反馈引脚短接至GND时关闭开关切换。

稳压器采用低电压技术，支持以低电压输入启动，不会产生高浪涌电流或输出电压过冲现象。器件具有UVLO功能，可避免在输入电压较低或者两节电池供电应用中电池电量耗尽的情况下启动和运行。

对于待机应用（EN = GND），器件会停止开关切换并进入休眠模式，此时消耗200 nA（典型值）的输入电流。

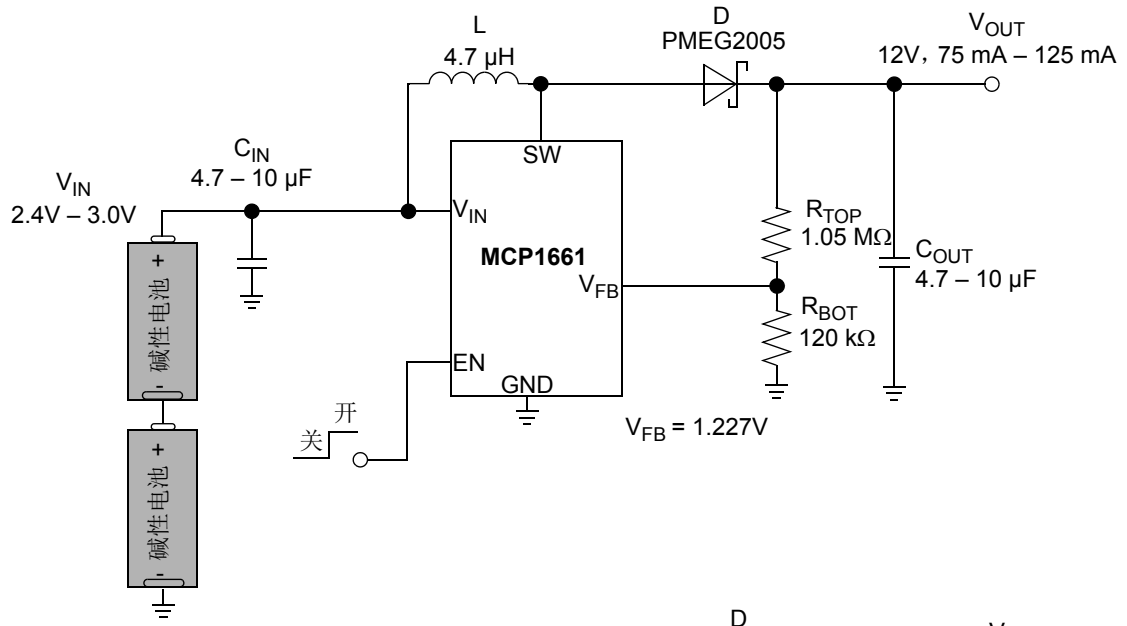
MCP1661易于使用，并且可在较小的PCB区域内构建经典的升压、SEPIC或反激直流/直流转换器。此器件集成了所有补偿和保护电路，最大程度减少外部元件的数量。输入电容和输出电容采用陶瓷电容。

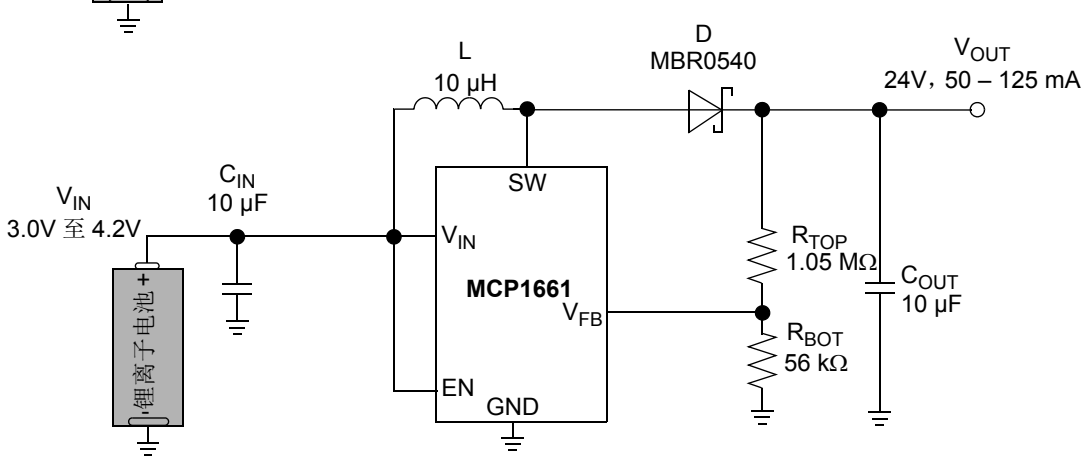
封装类型

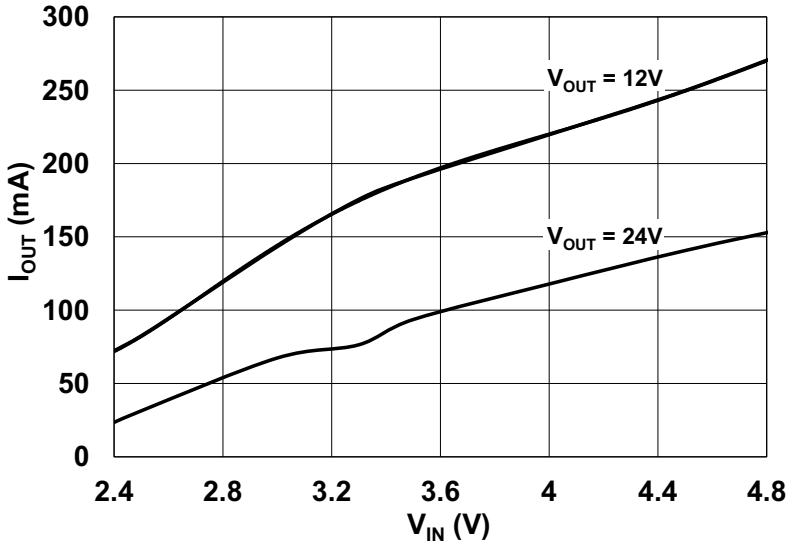


*包括外露散热焊盘（EP）；见表3-1。

典型应用







最大输出电流—V_{IN} 曲线

© 2015 Microchip Technology Inc.

1.0 电气特性

绝对最大值 †

V_{SW} - GND ..... +36V
EN 和 V_{IN} - GND ..... +6.0V
V_{FB} ..... +1.3V
功耗 ..... 内部受限
存储温度 ..... -65°C 至 +150°C
环境温度（施加电源时） ..... -40°C 至 +125°C
工作结温 ..... -40°C 至 +150°C
所有引脚上的 ESD 保护：
HBM ..... 4 kV
MM 300V

† 注：如果器件的工作条件超过上述“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。

直流和交流特性

电气规范：除非另外说明，否则所有典型值限值的适用条件均为环境温度 T_A = +25°C，V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R 陶瓷电容），L = 4.7 µH。
粗体字规范适用的 T_A 范围为 -40°C 至 +125°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入电压范围	V_{IN}	2.4	—	5.5	V	注 1
欠压锁定（UVLO）	$UVLO_{START}$	—	2.3	—	V	V_{IN} 上升，I_{OUT} = 1 mA 阻性负载
	$UVLO_{STOP}$	—	1.85	—	V	V_{IN} 下降，I_{OUT} = 1 mA 阻性负载
输出电压调节范围	V_{OUT}	—	—	32	V	注 1
最大输出电流	I_{OUT}	—	125	—	mA	3.3V V_{IN}，12V V_{OUT}
			200	—	mA	5.0V V_{IN}，12V V_{OUT}
			100	—	mA	4.2V V_{IN}，24V V_{OUT}
反馈电压	V_{FB}	1.190	1.227	1.264	V	
V_{FB} 精度		-3	—	3	%	
反馈输入偏置电流	I_{VFB}	—	0.005	—	µA	
无负载输入电流	I_{IN0}	—	250	—	µA	器件正进行开关切换，无负载，3.3V V_{IN}，12V V_{OUT}（注 2）
关断静态电流	$I_{Q\overline{SHDN}}$	—	200	—	nA	EN = GND，不包含反馈分压器电流。（注 3）
峰值开关电流限制	$I_{N(MAX)}$	—	1.3	—	A	注 4
NMOS 开关泄漏电流	I_{NLK}	—	0.4	—	µA	V_{IN} = V_{SW} = 5V；V_{OUT} = 5.5V V_{EN} = V_{FB} = GND
NMOS 开关导通电阻	$R_{DS(ON)}$	—	0.8	—	Ω	V_{IN} = 5V，V_{OUT} = 12V，I_{OUT} = 100 mA（注 4）

注 1： 根据升压转换器公式可知，V_{IN} 范围（V_{IN} < 5.5V < V_{OUT}）内的最小输入电压取决于最大占空比（DC_{MAX}）和输出电压（V_{OUT}）：$V_{INmin} = V_{OUT} \times (1 - DC_{MAX})$。

2： I_{IN0} 随输入和输出电压而变化（图 2-8）。I_{IN0} 在器件进行开关切换（EN = V_{IN}）、无负载、R_{TOP} = 120 kΩ 且 R_{BOT} = 1.05 MΩ 的条件下在 V_{IN} 引脚上测得。

3： $I_{Q\overline{SHDN}}$ 在器件未进行开关切换（EN = GND）、无负载且反馈电阻（R_{TOP} + R_{BOT}）与 V_{OUT} 断开连接的条件下在 V_{IN} 引脚上测得。

4： 由特性决定，未经生产测试。

© 2015 Microchip Technology Inc.

直流和交流特性（续）

电气规范：除非另外说明，否则所有典型值限值的适用条件均为环境温度T_A = +25°C，V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH。
粗体字规范适用的T_A范围为-40°C至+125°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
线路调整度	$\lvert(\Delta V_{FB}/V_{FB})/\Delta V_{IN}\rvert$	—	0.05	0.5	%/V	V_{IN} = 3V至5V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12.0V
负载调整度	$\lvert\Delta V_{FB}/V_{FB}\rvert$	—	0.5	1.5	%	I_{OUT} = 20 mA至100 mA，V_{IN} = 3.3V，V_{OUT} = 12.0V
过压参考电压	OVP_REF	—	80	—	mV	V_{FB}转换到GND，**注4**
最大占空比	DC_{MAX}	88	90	—	%	**注4**
开关频率	f_{SW}	**425**	**500**	**575**	kHz	±15%
EN输入逻辑高电平	V_{IH}	**85**	**—**	**—**	V_{IN}的百分比	I_{OUT} = 1 mA
EN输入逻辑低电平	V_{IL}	**—**	**—**	**7.5**	V_{IN}的百分比	I_{OUT} = 1 mA
EN输入泄漏电流	I_{ENLK}	—	0.025	—	µA	V_{EN} = 5V
软启动时间	t_{SS}	—	3	—	ms	T_A，EN低电平到高电平，90% V_{OUT}
热关断裸片温度	T_{SD}	—	150	—	°C	
裸片温度迟滞	T_{SDHYS}	—	15	—	°C	

注 1： 根据升压转换器公式可知，V_{IN}范围（V_{IN} < 5.5V < V_{OUT}）内的最小输入电压取决于最大占空比（DC_{MAX}）和输出电压（V_{OUT}）：$V_{INmin} = V_{OUT} \times (1 - DC_{MAX})$。

2： I_{IN0}随输入和输出电压而变化（图2-8）。I_{IN0}在器件进行开关切换（EN = V_{IN}）、无负载、R_{TOP} = 120 kΩ且R_{BOT} = 1.05 MΩ的条件下在V_{IN}引脚上测得。

3： I_{QSHDN}在器件未进行开关切换（EN = GND）、无负载且反馈电阻（R_{TOP} + R_{BOT}）与V_{OUT}断开连接的条件下在V_{IN}引脚上测得。

4： 由特性决定，未经生产测试。

温度规范

电气规范：除非另外说明，否则所有典型值限值的适用条件均为环境温度T_A = +25°C，V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH，5引脚SOT-23封装。
粗体字规范适用的T_A范围为-40°C至+125°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度范围						
工作结温范围	T_J	-40	—	+125	°C	稳态
存储温度范围	T_A	-65	—	+150	°C	
最高结温	T_J	—	—	+150	°C	瞬态
封装热阻						
热阻，5引脚SOT23	θ_{JA}	—	201.0	—	°C/W	
热阻，8引脚2x3 TDFN	θ_{JA}	—	52.5	—	°C/W	

© 2015 Microchip Technology Inc.

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，我们不做任何保证。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），因而不在担保范围内。

注：除非另外说明，否则V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH，T_A = 25°C，5引脚SOT-23封装。

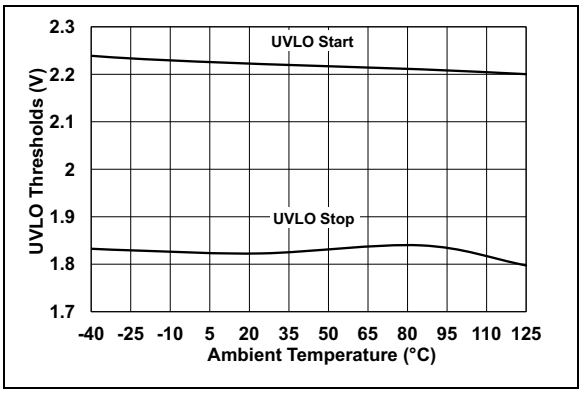


图2-1：　欠压锁定（UVLO）—环境温度曲线

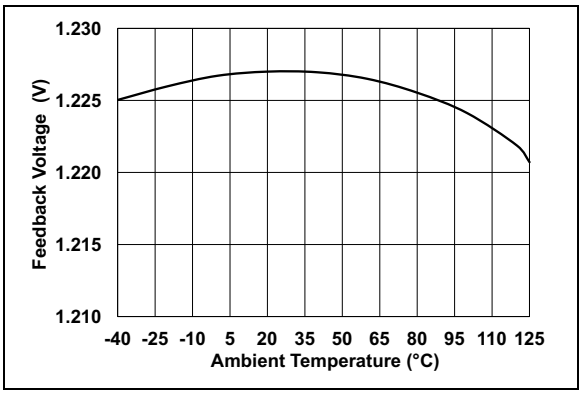


图2-2：　V_{FB}电压—环境温度和V_{IN}曲线

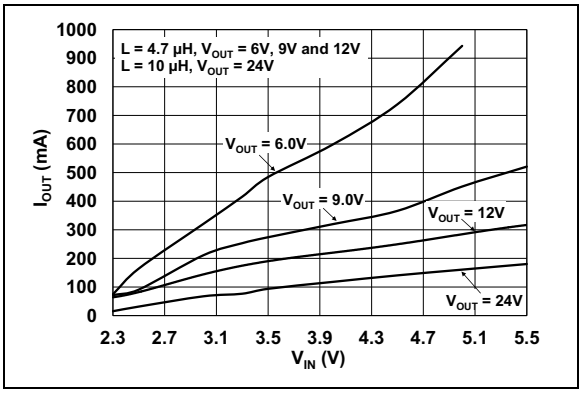


图2-3：　最大输出电流—V_{IN}曲线

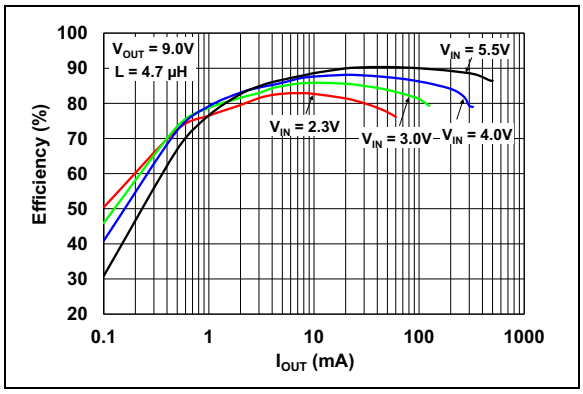


图2-4：　9.0V V_{OUT}效率—I_{OUT}曲线

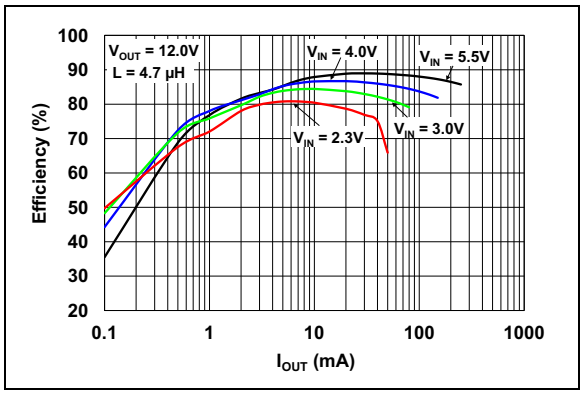


图2-5：　12.0V V_{OUT}效率—I_{OUT}曲线

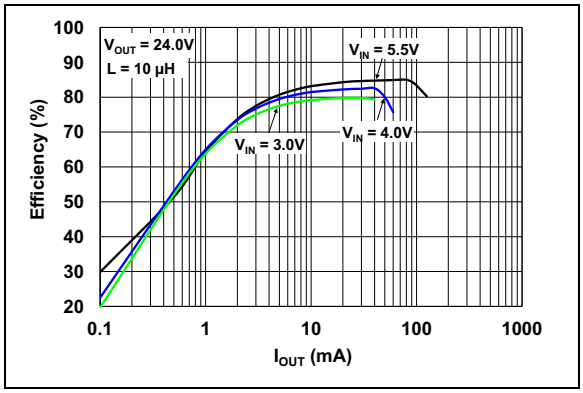


图2-6：　24.0V V_{OUT}效率—I_{OUT}曲线

注：除非另外说明，否则V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH，T_A = 25°C，5引脚SOT-23封装。

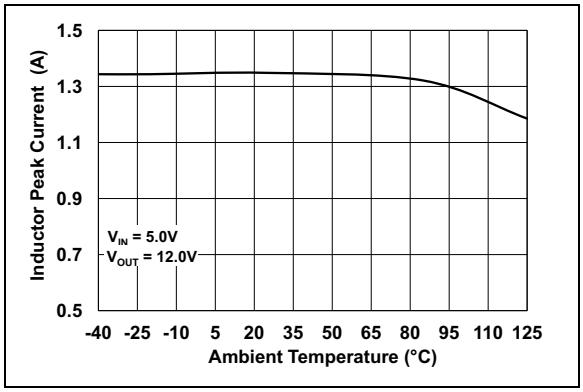


图2-7： *电感峰值电流限制—环境温度曲线*

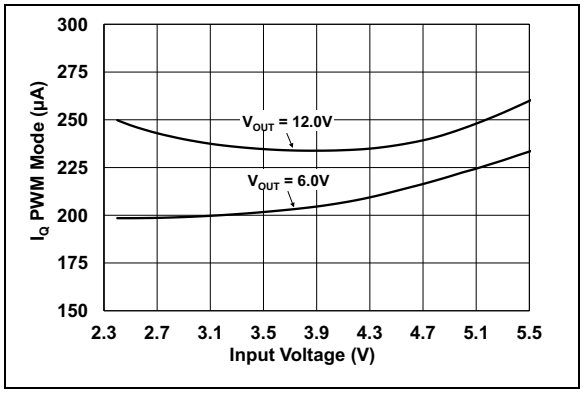


图2-8： *无负载输入电流I_{IN0}—V_{IN}曲线（EN = V_{IN}）*

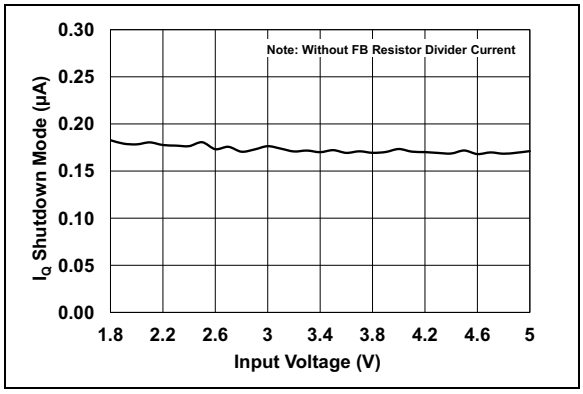


图2-9： *关断静态电流，$I_{Q\overline{SHDN}}$—V_{IN}曲线（EN = GND）*

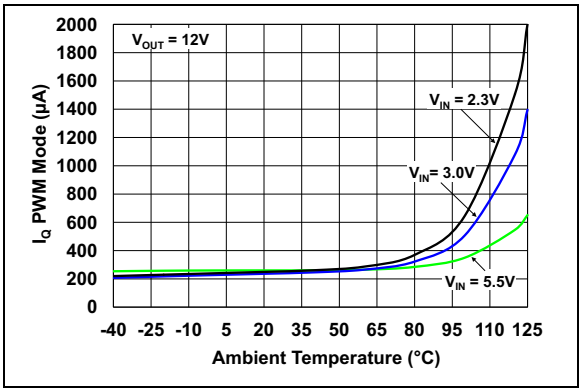


图2-10： *无负载输入电流I_{IN0}—环境温度曲线*

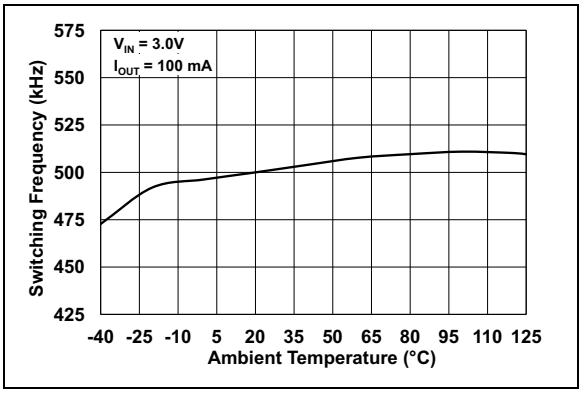


图2-11： *f_{SW}—环境温度曲线*

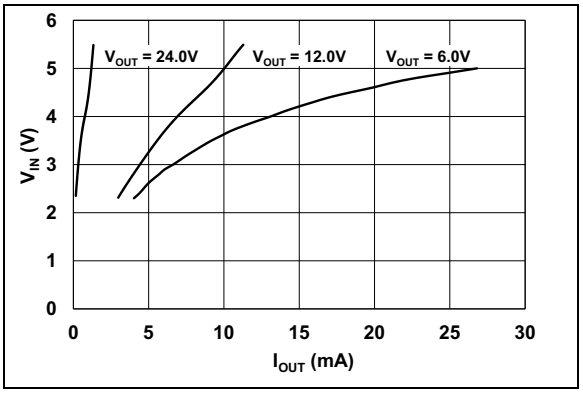


图2-12： *PWM脉冲跳跃模式阈值*

© 2015 Microchip Technology Inc.

注：除非另外说明，否则V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH，T_A = 25°C，5引脚SOT-23封装。

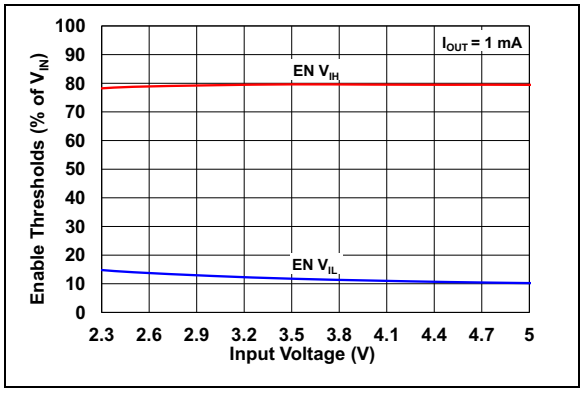


图2-13：　使能阈值—输入电压曲线

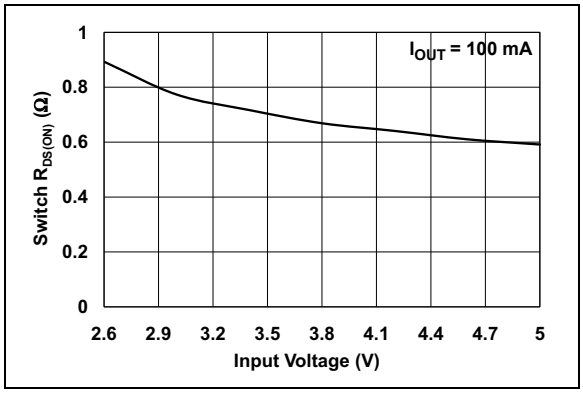


图2-14：　N沟道开关R_{DSON}—V_{IN}曲线

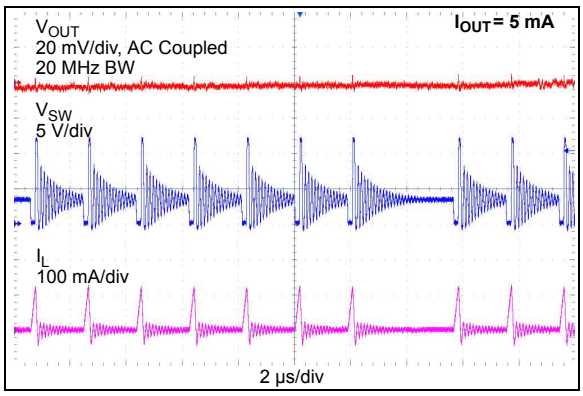


图2-15：　MCP1661 12.0V V_{OUT}低负载PWM模式波形

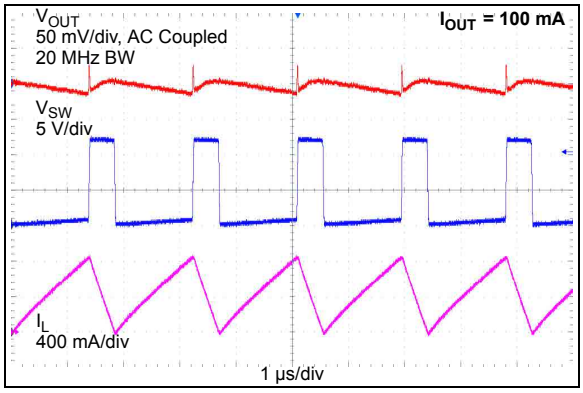


图2-16：　MCP1661高负载PWM模式波形

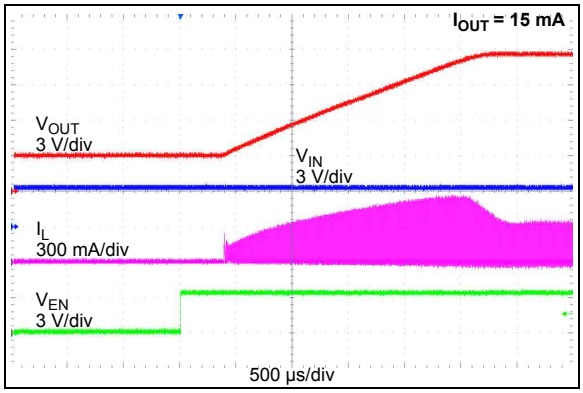


图2-17：　使能后的12.0V启动曲线

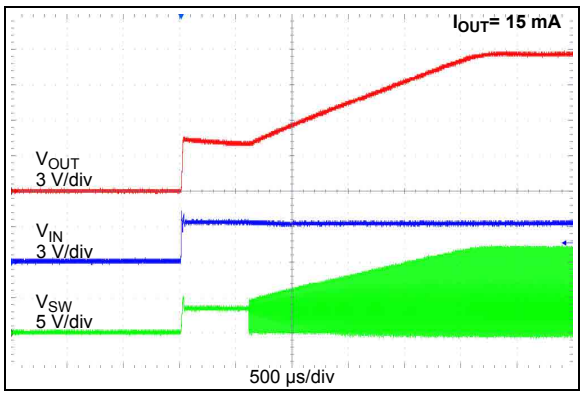


图2-18：　12.0V启动曲线（V_{IN} = V_{ENABLE}）

注：除非另外说明，否则V_{IN} = 3.3V，I_{OUT} = 20 mA，V_{OUT} = 12V，C_{IN} = C_{OUT} = 10 µF（X7R陶瓷电容），L = 4.7 µH，T_A = 25°C，5引脚SOT-23封装。

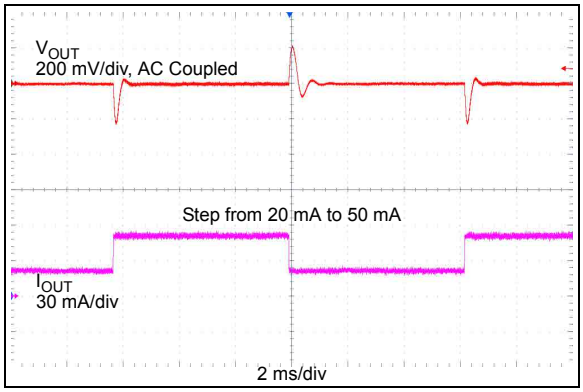


图2-19： *12.0V V_{OUT}负载瞬态波形*

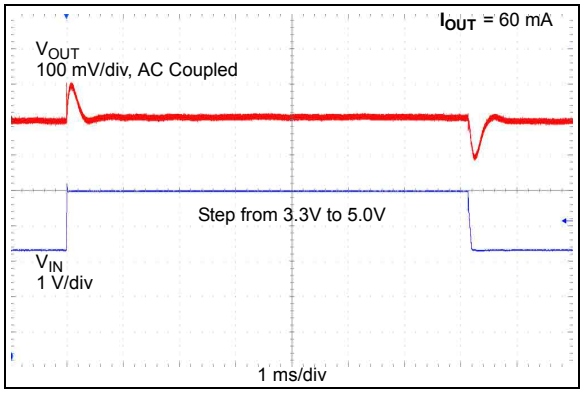


图2-20： *12.0V V_{OUT}线路瞬态波形*

© 2015 Microchip Technology Inc.

3.0 引脚说明

表 3-1 列出了引脚说明。

表3-1： 引脚功能表

MCP1661 SOT23	MCP1661 2x3 TDFN	符号	说明
3	1	V_{FB}	反馈电压引脚
—	2	S_{GND}	信号地引脚（仅TDFN）
1	3	SW	开关节点、升压电感输入引脚
—	4, 6	NC	未连接
5	5	V_{IN}	输入电压引脚
—	7	P_{GND}	电源地引脚（仅TDFN）
4	8	EN	使能控制输入引脚
—	9	EP	外露散热焊盘（EP）；必须接地。（仅TDFN）
2	—	GND	接地引脚（仅SOT-23）

3.1 反馈电压引脚（V_{FB}）

V_{FB}引脚用于通过电阻分压器提供输出稳压。V_{FB}电压典型值为1.227V。

3.2 信号地引脚（S_{GND}）

信号地引脚用作集成参考电压和误差放大器的回路。信号地和电源地必须在外部连接到一起。

3.3 开关节点引脚（SW）

将电感从输入电压连接至SW引脚。SW引脚承载电感电流，峰值可高达1.3A。集成N沟道开关漏极内部连接到SW节点。

3.4 未连接（NC）

这是一个未连接的引脚。

3.5 电源输入电压引脚（V_{IN}）

将输入电压源连接到V_{IN}。输入源必须必须通过4.7 µF（最小值）的电容与GND去耦。

3.6 电源地引脚（P_{GND}）

电源地引脚用作高电流N沟道开关的回路。信号地和电源地必须在外部连接到一起。

3.7 使能引脚（EN）

EN引脚是用于使能或禁止器件开关切换的逻辑电平输入，禁止器件时会降低静态电流。逻辑高电平（>85% V_{IN}）将使能稳压器输出。逻辑低电平（<7.5% V_{IN}）将确保禁止稳压器。

3.8 外露散热焊盘（EP）

外露散热焊盘（EP）与S_{GND}和P_{GND}引脚之间不存在内部电气连接。它们必须连接到印刷电路板（Printed Circuit Board，PCB）上的相同电位。

3.9 接地引脚（GND）

接地引脚或回路引脚用于连接电路地。输入电容回路、输出电容回路和GND引脚的走线长度必须尽可能短，以最大程度地降低GND引脚上的噪声。SOT23-5封装使用单个接地引脚。

© 2015 Microchip Technology Inc.

注：

© 2015 Microchip Technology Inc.

4.0 详细说明

4.1 器件概述

MCP1661是一款基于峰值电流模式架构的恒定频率PWM升压转换器，可在宽泛的负载范围内针对2节和3节碱性电池、终极锂电池、镍氢电池、镍镉电池和单节锂离子电池输入提供高效率。此器件具有较高的集成度，可降低总系统成本、简化应用实现并减小电路板面积。

器件具有以下特性：可控启动电压（UVLO）、可调节输出电压、具有跳跃模式的500 kHz PWM操作、36V集成开关、内部补偿、浪涌电流限制、软启动以及V_{FB}连接丢失时的过压保护。

通过1.3A逐周期电感峰值电流操作对800 mΩ、36V集成开关进行保护。当使能引脚被拉至地（EN = GND）时，器件将停止开关切换并进入关断模式，同时消耗大约200 nA的输入电流（不包括反馈电流）。

MCP1661可用于构建经典的升压、SEPIC或反激直流/直流转换器。

4.2 功能说明

MCP1661器件是一款紧凑型高效率固定频率步升直流/直流转换器，可为通过2节或3节碱性电池或终极锂电池、3节镍镉电池或镍氢电池、单节锂离子电池或锂聚合物电池供电的应用提供了一种易于使用的高输出电源解决方案。

图4-1给出了MCP1661器件的功能框图。此器件采用电流模式控制方案，可从NMOS电源开关电流中获取PWM斜坡信号（V_{SENSE}）。此斜坡信号和斜率补偿斜坡信号（V_{RAMP}）的相加信号将与误差放大器输出（V_{ERROR}）进行比较，以控制电源开关的导通时间。合适的斜率可提高电路的稳定性。

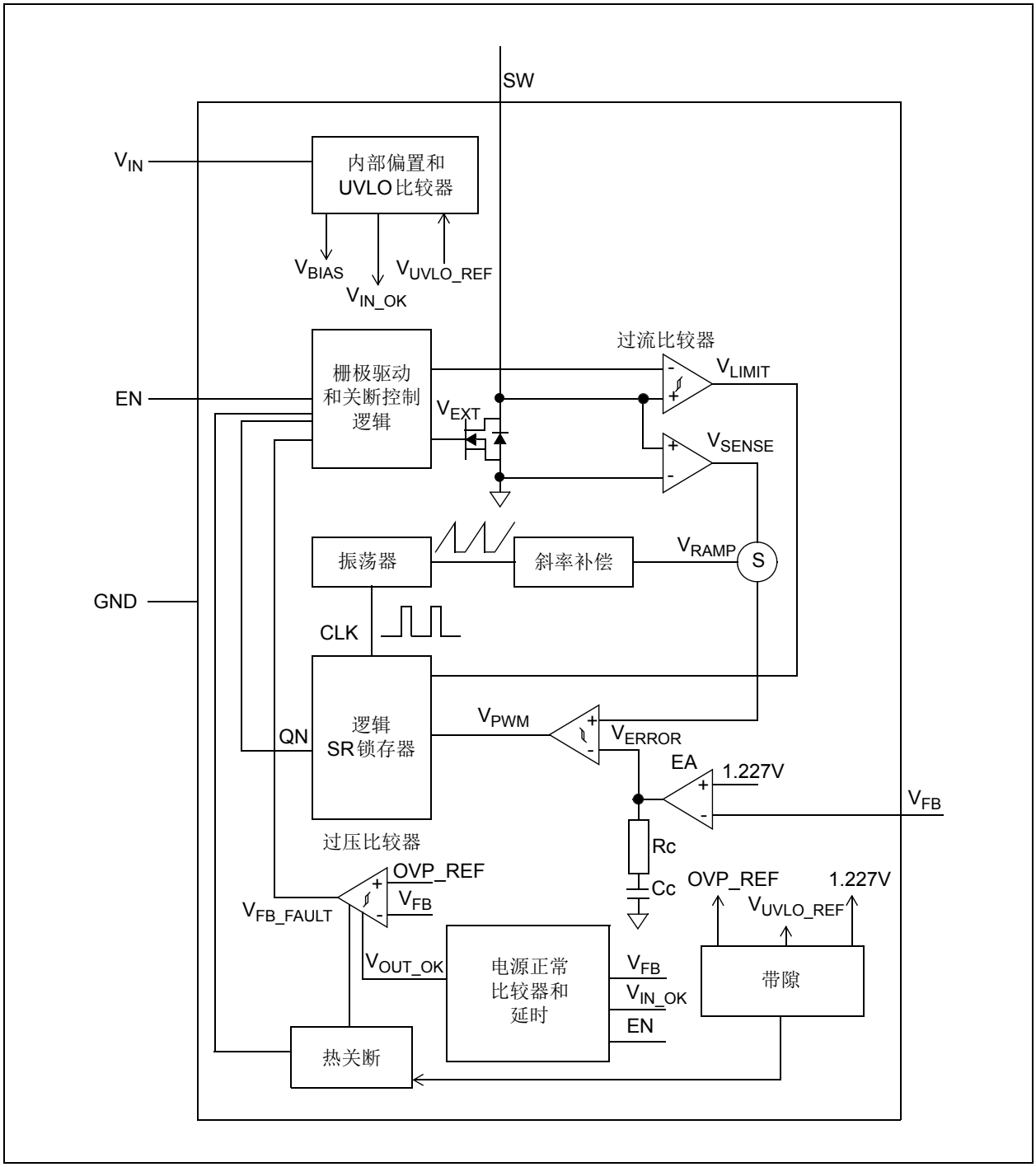


图4-1： MCP1661简化框图

© 2015 Microchip Technology Inc.

4.2.1 内部偏置

MCP1661器件从V_{IN}获取其偏置电压。V_{IN}偏置用于在整个工作范围内为器件和驱动电路供电。

4.2.2 启动电压和软启动

MCP1661器件在输入电压高于或等于预设的UVLO值时启动。对于12.0V输出和1 mA阻性负载，MCP1661大约在2.3V时启动开关切换。启动后，器件将继续在1.85V（典型值）以上的正常负载条件下工作。此器件具有软启动功能，能够限制启动期间从输入端（电池）汲取的浪涌电流。软启动在开关电压高达32V的应用中发挥着重要作用。在启动过程中，过高的开关电流与较高的电压会导致NMOS开关过载。

器件上电（EN = V_{IN}，V_{IN}从零升至标称值）期间，输出电容将充电至接近输入电压（或V_{IN}与肖特基二极管压降差值）的电压值。为避免启动期间为输出电容充电时出现高浪涌电流，开关峰值电流限制为1.3A。通过缓慢增加误差放大器的参考电压来限制输出过冲。器件中的参考电压通过弱电流源为内部电容充电。该电容上的电压会使参考电压缓慢增大。当器件被命令关断或发生热关断时，软启动电容会完全放电。

由于输入与输出直接相连，当通过使能操作（EN电压从低电平切换至高电平）启动时，输出电容已充电并且输出起始电压值接近于输入电压。

内部振荡器会延迟启动，以使输出电容完全充电至输入电压值。

4.2.3 欠压锁定（UVLO）

MCP1661具有UVLO功能，可避免低于1.85V（相当于两节已放电电池的电压典型值）电压下的故障操作。此器件以2.3V的输入电压启动其正常操作，并设置了上限值，以避免出现任何输入瞬态（暂时的V_{IN}下降），否则可能会触发UVLO阈值下限并重启器件。通常，这些电压瞬态（过冲和下冲）高达几百mV。

MCP1661为非同步升压稳压器。因此，V_{IN}和V_{OUT}通过电感与二极管直接相连。这意味着，当器件未进行开关切换（V_{IN}低于$UVLO_{STOP}$阈值）时，V_{OUT}不等于零，而是等于$V_{IN} – V_F$（其中，V_F为整流器二极管的压降）。

当输入电压低于2.3V的UVLO启动阈值时，器件将在受限制的规范下工作。

4.2.4 PWM模式操作

MCP1661作为固定频率非同步转换器工作。开关频率通过高精度振荡器保持在500 kHz。

无损电流检测功能会将峰值电流信号转换为电压（V_{SENSE}），并将V_{SENSE}与内部斜率补偿（V_{RAMP}）相加。相加后的信号将与电压误差放大器输出（V_{ERROR}）进行比较，以便为PWM控制模块提供峰值电流控制信号（V_{PWM}）。斜率补偿信号取决于输入电压。因此，转换器会提供适当的斜率补偿量来保证稳定性。峰值电流设置为1.3A，与输入或输出电压无关。

即使在轻载操作期间，MCP1661器件也将通过跳跃脉冲工作在PWM模式下。在PWM模式下工作时，输出纹波较低且频率恒定。

4.2.5 可调输出电压

MCP1661输出电压可通过电阻分压器在V_{OUT}范围内进行调整。建议使用高值电阻，以便在轻负载时最大程度地降低功耗，从而保持高效率。此器件集成了跨导型误差放大器，反馈电阻的值不会影响系统的稳定性。

4.2.6 最小输入电压和最大输出电流

器件可为负载提供的最大输出电流取决于输入和输出电压。获得目标输出所需的最小输入电压取决于最大占空比（大约90%），三者之间的数学关系为：$V_{OUT} = V_{INmin}/(1 – D_{MAX})$。由于电感峰值电流限制为1.3A，在达到最大占空比之前，V_{OUT}会超出稳压范围。（对于升压转换器，平均电感电流等于输入电流。）

例如，要确保V_{OUT} = 12.0V时的负载电流为100 mA，至少需要2.8V的输入电压。如果应用通过一节锂离子电池供电（V_{IN}从3.3V至4.2V），则MCP1661器件在24.0V输出时可提供的最小负载电流接近50 mA（见图2-3）。

4.2.7 使能引脚

当EN引脚置为高电平时，将使能MCP1661器件。当EN引脚置为低电平时，器件进入关断模式。要使能升压转换器，EN电压必须高于V_{IN}电压的85%。要禁止升压转换器，EN电压必须低于V_{IN}电压的7.5%。

在关断模式下，MCP1661器件停止开关切换并且所有内部控制电路均关闭。进行升压配置时，将通过电感和肖特基二极管将连接至输出的输入电压旁路掉。在SEPIC转换器中，关断模式相当于输出断开。

4.2.8 内部补偿

误差放大器及其关联的补偿网络构成闭环系统，将输出电压与误差放大器输入的参考电压进行比较，并将放大后的反相误差电压馈送到内部电流环路的控制输入。补偿网络会以相应的频率提供相位超前和相位滞后补偿，以消除电源电路过多的相位滞后和相位超前。所有必需的补偿元件和斜率补偿功能均已集成。

4.2.9 输出过压保护（OVP）

内部V_{FB}故障信号可关闭PWM信号（V_{EXT}），并在发生下列情况时防止输出超出稳压范围：

- 反馈引脚短接至GND
- 反馈分压器与V_{OUT}断开连接

发生上述任一事件时，对于未实现任何保护的常规升压电路（IC）而言，如果V_{FB}电压下降至地电位，则其N沟道晶体管将在满占空比时被强制开关切换，同时V_{OUT}升高。这一故障事件可能导致SW引脚超出其最大电压值，并且可能损坏升压稳压器IC、外部元件和负载。为避免发生上述所有情况，MCP1661实现了过压保护（Overvoltage Protection，OVP）以在检测到过压状态时关闭PWM开关切换。此器件具有一个参考电压为80 mV的过压比较器，用于监视V_{FB}电压。

启动序列和热关断期间会禁止OVP比较器。

如果因输入电压较低或过载情况而导致输入电压低于$UVLO_{START}$阈值且V_{FB}一直低于80 mV时发生OVP，器件将锁存其输出并在重启后恢复。

4.2.10 过流限制

MCP1661器件使用逐周期电感峰值电流限制来保护N沟道开关。此器件具有过流比较器，可在电感电流峰值达到限值时复位驱动锁存器。当电流受限制时，输出电压开始下降。请注意，这不能保护输入（电池）或者升压稳压器的外部元件在输出短路期间免受过大电流的影响，因为输入通过电感和整流二极管连接至输出。

4.2.11 输出短路情况

与所有非同步升压转换器一样，MCP1661的电感电流在转换器输出短路期间会显著增大。输出短路会导致二极管整流器失效以及电感温度升高。当二极管失效时，SW引脚将变为高阻抗节点，并保持仅与电感连接，而由此产生的过多振铃可能损坏MCP1661器件。

4.2.12 过温保护

MCP1661器件集成了过温保护电路。此电路监视器件结温并在结温超过典型阈值+150°C时关断器件。如果超过此阈值，则器件会在结温下降15°C时自动重启。过温状态期间将复位输出过压保护（OVP）。

© 2015 Microchip Technology Inc.

5.0 应用信息

5.1 典型应用

MCP1661同步升压稳压器可在较宽的输出电压范围内（最高可达32V）工作。最大瞬态输出为36V。输入电压范围为2.4V至5.5V。当输入电压低于1.85V时，器件将在受限制的规范下工作。当V_{IN}升高时，UVLO阈值设置为2.3V；当V_{IN}下降时，UVLO设置为1.85V。对于几十种负载范围，电源转换效率都很高。输出电流能力会随着输入电压的增大而提高，并随着输出电压的增大而下降。最大输出电流基于N沟道开关峰值电流限值（设为1.3A）和最大占空比（90%）。本数据手册中的典型特性曲线显示了典型的输出电流能力。

5.2 可调输出电压计算

要计算MCP1661的电阻分压值，可使用如下公式。其中，R_{TOP}连接至V_{OUT}，R_{BOT}连接至GND，两者均连接至V_{FB}输入引脚。

公式5-1：

$$R_{TOP} = R_{BOT} \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

例5-1：

V_{OUT} = 12.0V

V_{FB} = 1.227V

R_{BOT} = 120 kΩ

R_{TOP} = 1053.6 kΩ（标准值为1050 kΩ，对应V_{OUT} = 11.96V）

例5-2：

V_{OUT} = 24.0V

V_{FB} = 1.227V

R_{BOT} = 53 kΩ

R_{TOP} = 983.67 kΩ（标准值为976 kΩ，对应V_{OUT} = 23.82V）

R_{TOP}和R_{BOT}这两个电阻的值会影响无负载输入电流和静态电流。在关断模式（EN = GND）下，器件会消耗大约0.2 μA的电流。对于24V输出和1 MΩ反馈分压器，分压器从输入汲取的电流为2.4 μA。此值远高于器件所消耗的电流。将R_{TOP}和R_{BOT}保持为大阻值将优化超轻负载情况下的转换效率。电阻值较高时，会存在一些与使用小型表面贴装电阻时类似的潜在问题；环境污染会在PCB上产生泄漏路径，这将明显改变电阻分压器并可能影响输出电压容差。

5.2.1 过压保护

MCP1661具有针对R_{TOP}与V_{OUT}断开情况的输出过压保护（OVP）。V_{FB}电压将与OVP参考电压（典型值为80 mV）进行比较。如果V_{FB}引脚上的电压低于OVP参考电压值，则器件将停止开关切换并阻止V_{OUT}升高到危险的电压值。

启动和热关断事件期间不使能OVP功能。

5.3 输入电容选择

升压输入电流通过升压电感进行平滑，以降低输入端所需的滤波量。建议使用一些电容来实现与输入源的去耦。MCP1661的额定工作温度最高可达125°C，因此非常适合使用ESR较低的X7R陶瓷电容，因为它们的温度系数低且尺寸小。在受限温度范围（最高达85°C）内工作时，可以使用X5R陶瓷电容。对于轻载应用，输入端使用4.7 µF的电容便已足够。对于源阻抗较高或者引脚较长的高功率应用而言，建议使用20-30 µF的输入电容以保持高输入升压电流。可以增加额外的输入电容来提供稳定的输入电压。

表 5-1给出了建议的输入电容值范围。

5.4 输出电容选择

输出电容有助于在突发性的负载瞬变期间提供稳定的输出电压，并减少输出电压纹波。与输入电容一样，仍然建议在该应用中使用X7R陶瓷电容。使用其他ESR较大的电容类型（铝电容或钽电容）会影响转换器的效率（见AN1337）、最大输出功率和稳定性。对于受限温度范围（最高达85°C），可以使用X5R陶瓷电容。输出电容的直流额定值应大于V_{OUT}的值。通常，当施加的电压接近于最大直流额定值时，陶瓷电容的容量会损失多达50%。选择直流额定值较高且安全的电容或者将两个电容并联可确保有足够的容量对输出电压进行正确滤波。

MCP1661器件会在内部进行补偿，因此输出电容范围会受到限制。关于建议的输出电容范围，请参见表 5-1。

大于10 µF的输出电容可带来更出色的负载阶跃响应和高频噪声衰减能力，尤其是从轻电流负载阶跃至重电流负载时。此外，2个10 µF的输出电容可确保输出在短暂过载之后更好地恢复。

当N沟道开关导通时，输出电流由输出电容C_{OUT}提供。输出电容的容量和等效串联电阻都会对输出纹波电压产生明显影响。当C_{OUT}提供负载电流时，在其内部ESR上也会出现压降，这将导致纹波电压。公式5-2给出了很好的近似计算公式。

公式5-2：

$$I_{OUT} = C_{OUT} \times \left(\frac{dV}{dt}\right)$$

其中：

dV = 纹波电压

dt = N沟道开关导通时间 ($D \times 1/F_{SW}$)

D = $(1-V_{IN})/V_{OUT}$

峰-峰输出纹波电压还取决于输出电容的等效串联电感（Equivalent Series Inductance，ESL）。有一些具有特殊内部结构的陶瓷电容可使ESL降至最低。有关产品组合的更多信息，请咨询陶瓷电容制造商。

表 5-1给出了建议的输入电容和输出电容值范围。

表5-1： 电容值范围

	C_{IN}	C_{OUT}
最小值	4.7 µF	10 µF
最大值	—	47 µF

5.5 电感选择

MCP1661器件适合与小型表面贴装电感配合使用；电感值的范围为4.7 µH至10 µH。当输出电压低于15V时，建议使用4.7 µH的电感。对于更高的输出电压（最高为32V），最佳选择为10 µH的电感。当器件的输入电压较低（低于3.0V）时，小值电感（2.2 µH或3.3 µH）将确保更好的稳定性，但会限制输出功率能力。通常，这是一个良好的权衡，因为通过两节电池供电的升压转换器属于低功耗应用。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表5-2： MCP1661升压转换器的建议电感

器件编号	值（μH）	DCR Ω（典型值）	I_{SAT}（A）	尺寸 WxLxH（mm）
Coilcraft				
MSS5131-472	4.7	0.038	1.42	5.1x5.1x3.1
XFL4020-472	4.7	0.057	2.7	4.2x4.2x2.1
LPS5015-562	5.6	0.175	1.6	5.0x5.0x1.5
LPS6235-103	10	0.065	1.5	6.2x6.2x3.5
XAL4040-103	10	0.092	1.9	4.3x4.3x4.1
Wurth Elektronik Group				
744025004 Type WE-TPC	4.7	0.1	1.7	2.8x2.8x2.8
744043004 WE-TPC	4.7	0.05	1.7	4.8x4.8x2.8
744773112 WE-PD2	10	0.156	1.6	4.0x4.5x3.2
74408943100 WE-SPC	10	0.082	2.1	4.8x4.8x3.8
TDK EPCOS				
B82462G4472	4.7	0.04	1.8	6.3x6.3x3.0
B82462G4103	10	0.062	1.3	6.3x6.3x3.0
VLCF4024T-4R7	4.7	0.087	1.43	4.0x4.0x2.4

有几个参数可用于选择正确的电感：最大额定电流、饱和电流和铜电阻（DCR）。对于升压转换器，电感电流远高于输出电流。平均电感电流等于输入电流。电感峰值电流比平均值高出30%-40%。电感DCR越低，转换器的效率越高，这是常见的尺寸与效率之间的权衡。

峰值电流是指最大值或限值，而饱和电流通常指一个电流点，达到该值时电感会相对于额定值下降一定百分比。电感下降量的范围为20%至40%。随着电感下降，电感纹波电流会增大，峰值开关电流也会相应增大。请确保电感不会下降太多，以免导致开关电流达到峰值限值。

5.6 整流器二极管选择

可使用肖特基二级管来降低损耗。二极管的电流额定值必须等于或大于最大输出电流。二极管的反向击穿电压必须大于内部开关的额定电压36V。

二极管两端的压降越低，转换器的效率越高。正向电压额定值与正向电流相关，特殊情况下正向电流等于负载电流。

对于大电流和较高的环境温度，请使用具有良好热特性的二极管。

表5-3： 建议的肖特基二极管

类型	V_{OUTmax}	T_A
PMEG2005	18V	< 85°C
PMEG4005	36V	< 85°C
MBR0520	18V	< 125°C
MBR0540	36V	< 125°C

5.7 SEPIC转换器注意事项

在SEPIC拓扑中使用MCP1661的第一个优势是可以使用输出断开功能。

另外，输出电压可能低于或高于输入电压，从而产生降压或升压操作。输入电压限制在2.4V至5.5V的范围内。

一个主要优势是，SEPIC转换器支持具有负载断开的锂离子电池供电3.0V或3.3V降压/升压应用。另外，当需要进行输入输出隔离（因为耦合电容）时，建议使用SEPIC来实现更高的输出电压。图6-3给出了一个应用示例。

必须限制最大输出电压（V_{OUTmax}），以使$(V_{IN} + V_{OUT}) < 36V$（即，最大内部开关直流额定值）。

选择外部元件时需要额外考虑以下几个方面：

- 耦合电容的直流电压额定值应至少等于最大输入电压
- 整流器二极管的平均电流额定值等于输出负载电流
- 整流器二极管的峰值电流等于内部开关电流，$I_{SW} = I_{IN} + I_{OUT}$。

关于一些推荐的1:1耦合电感，请参见第6.0节“典型应用电路”中图6-3的注释。

5.8 温度计算

MCP1661器件提供两种不同的封装（5引脚SOT-23和8引脚2x3 TDFN）。通过计算功耗并应用封装热阻（θ_{JA}），可以估算出结温。MCP1661器件的最大额定连续结温为+125°C。

要快速估算开关升压稳压器的内部功耗，可以使用一个采用测量效率的经验算式。在给定测量效率的情况下，可以使用公式5-3估算内部功耗。

公式5-3：

$$\left(\frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{效率}\right) - (V_{OUT} \times I_{OUT}) = P_{DIS}$$

第一项（输入功率）和第二项（输出功率）的差值等于MCP1661器件的内部功耗。此估算假定大部分功率损耗发生在MCP1661内部，而不是在C_{IN}、C_{OUT}、二极管和电感内部。在升压电感和整流器二极管中存在一定比例的功率损耗，输入电容和输出电容中的损耗极低。要更精确地估算内部功耗，可以减去$I_{INRMS}^2 \times L_{DCR}$和$I_{OUT} \times V_F$功耗（其中，$I_{NRMS}$为平均输入电流，$L_{DCR}$为电感串联电阻，$V_F$为二极管压降）。

5.9 PCB布线信息

良好的印刷电路板布线技术对于任何开关电路都很重要，对于开关电源也是如此。为开关高电流路径进行布线时，应使用短而宽的走线。因此，输入电容和输出电容应放置在尽可能靠近MCP1661的位置，以最大程度减小环路面积，这一点非常重要。

反馈电阻和反馈信号的走线应远离开关节点和开关电流环路。如果可能，应使用地平面和走线来帮助屏蔽反馈信号，最大程度降低噪声和电磁干扰。

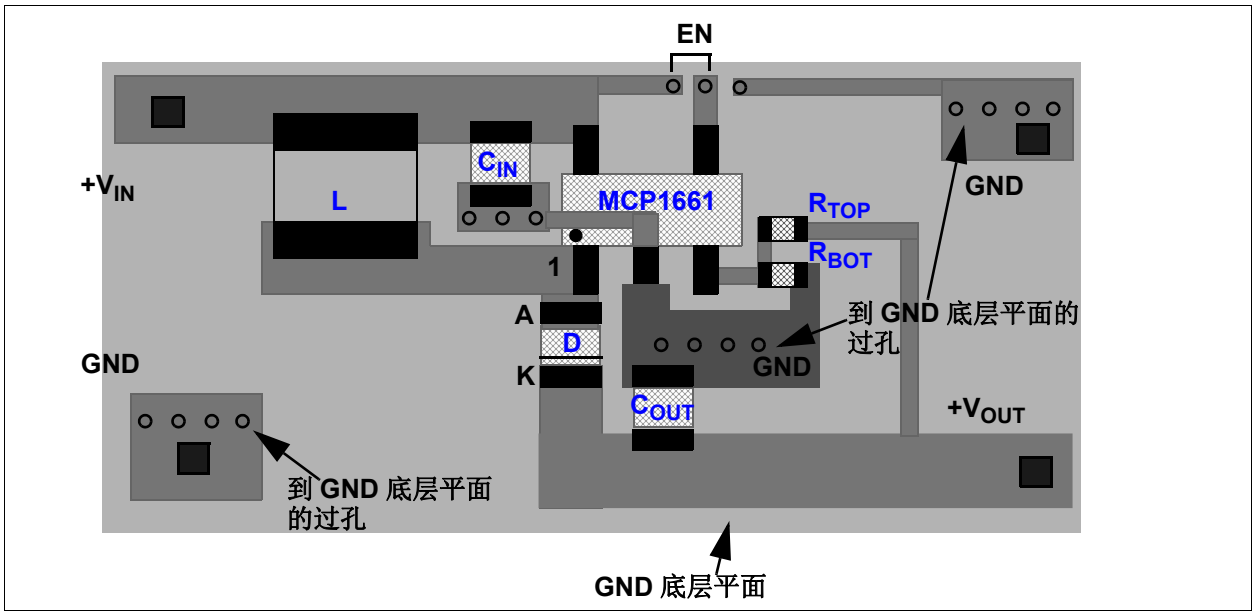


图5-1： MCP1661 5引脚SOT-23建议布线

© 2015 Microchip Technology Inc.

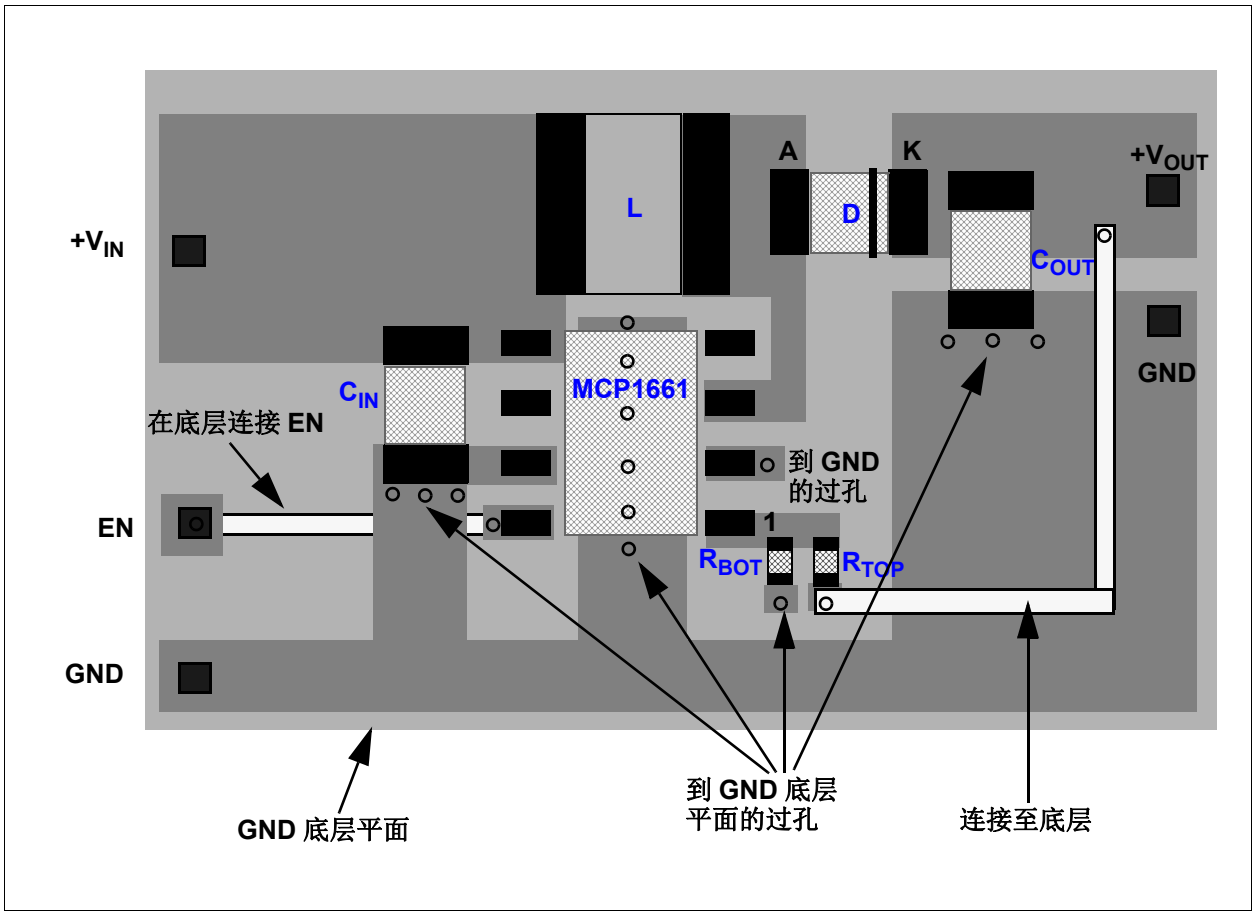
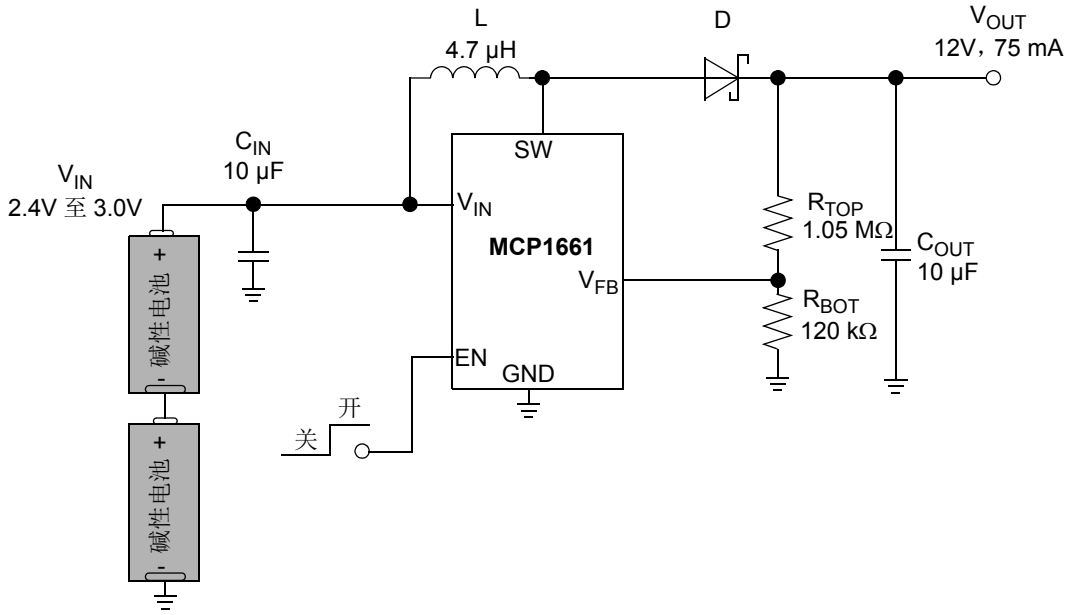


图5-2： MCP1661 8 引脚TDFN 建议布线

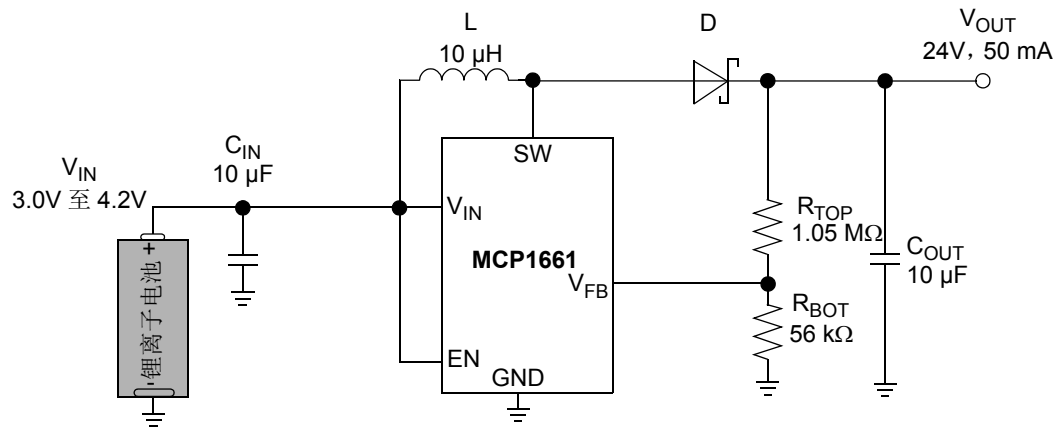
6.0 典型应用电路



元件	值	制造商	器件编号	注释
C_{IN}	10 µF	Murata Electronics®	GRM21BR71A106KE51L	CAP CER 10 µF 10V 10% X7R 0805
C_{OUT}	10 µF	TDK Corporation	C3216X7R1C106K160AC	CAP CER 10 µF 16V 10% X7R 1206
L	4.7 µH	Wurth Elektronik Group	744043004	Inductor Power 4.7 µH 1.55A SMD
R_{TOP}	1.05 MΩ	Yageo Corporation	RC0805FR-071M05L	RES 1.05 MΩ 1/8W 1% 0805 SMD
R_{BOT}	120 kΩ	Yageo Corporation	RC0805FR-07120KL	RES 120 kΩ 1/8W 1% 0805 SMD
Diode	—	NXP Semiconductor	PMEG2005EH, 115	Diode Schottky 20V 0.5A SOD123F

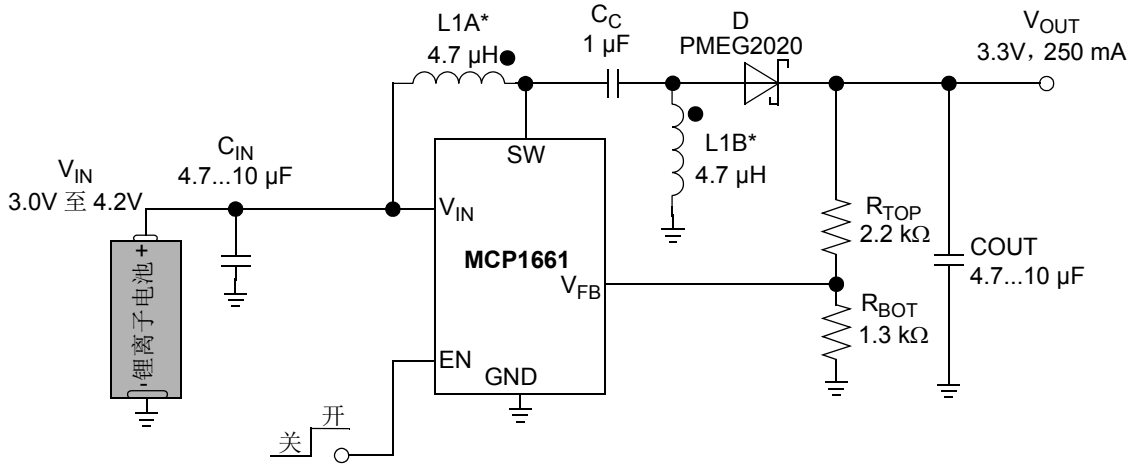
图6-1： *两节碱性电池到12V升压转换器*

© 2015 Microchip Technology Inc.



元件	值	制造商	器件编号	注释
C_{IN}	10 µF	Murata Electronics®	GRM21BR71A106KE51L	CAP CER 10 µF 10V 10% X7R 0805
C_{OUT}	10 µF	TDK Corporation	C3216X7R1V106K160AC	CAP CER 10 µF 35V 10% X7R 1206
L	10 µH	EPCOS AG	B82462G4103M000	Inductor Power 10 µH 1.5A SMD
R_{TOP}	1.05 MΩ	Yageo Corporation	RC0805FR-071M05L	RES 1.05 MΩ 1/8W 1% 0805 SMD
R_{BOT}	56 kΩ	Panasonic® – ECG	ERJ-6ENF5602V	RES 56 kΩ 1/8W 1% 0805 SMD
Diode	—	Micro Commercial Components Corporation	MBR0540-TP	Diode Schottky 40V 0.5A SOD123

图6-2： *单节锂离子电池到24V输出升压转换器*



*推荐的1:1耦合电感：

- Wurth 744878004
- Coiltronics DRQ73-4R7-R
- Coilcraft LPD5030-472ME
- TDK RLF7030-4R7

图6-3： *具有1:1耦合电感和负载断开的单节锂离子电池到3.3V输出降压/升压（SEPIC）转换器*

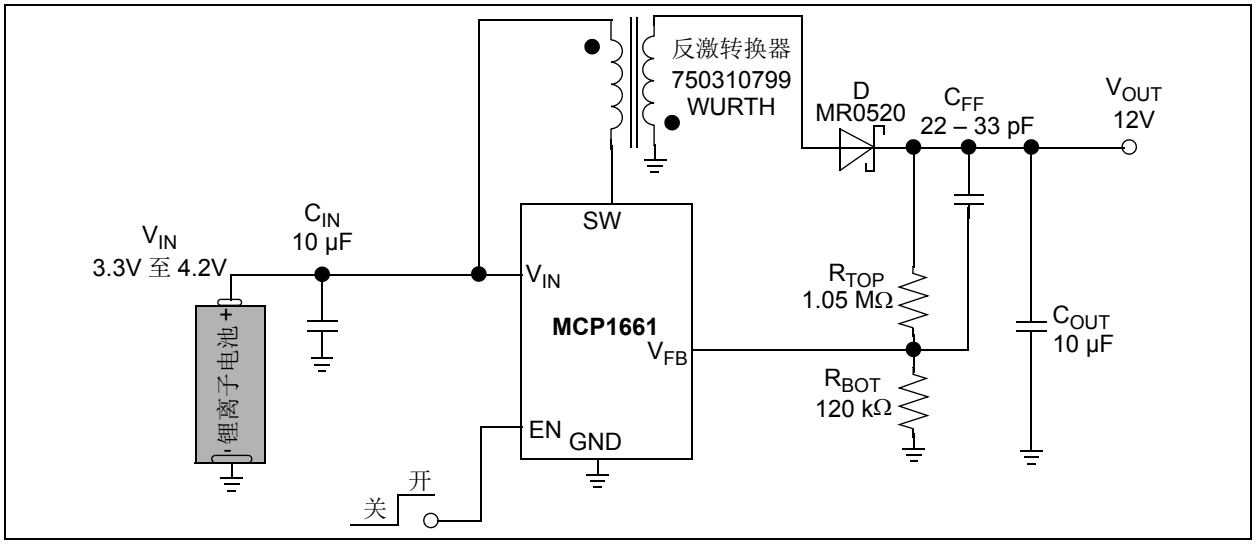


图6-4：　针对低负载电流的单节锂离子电池到12V反激转换器应用示例

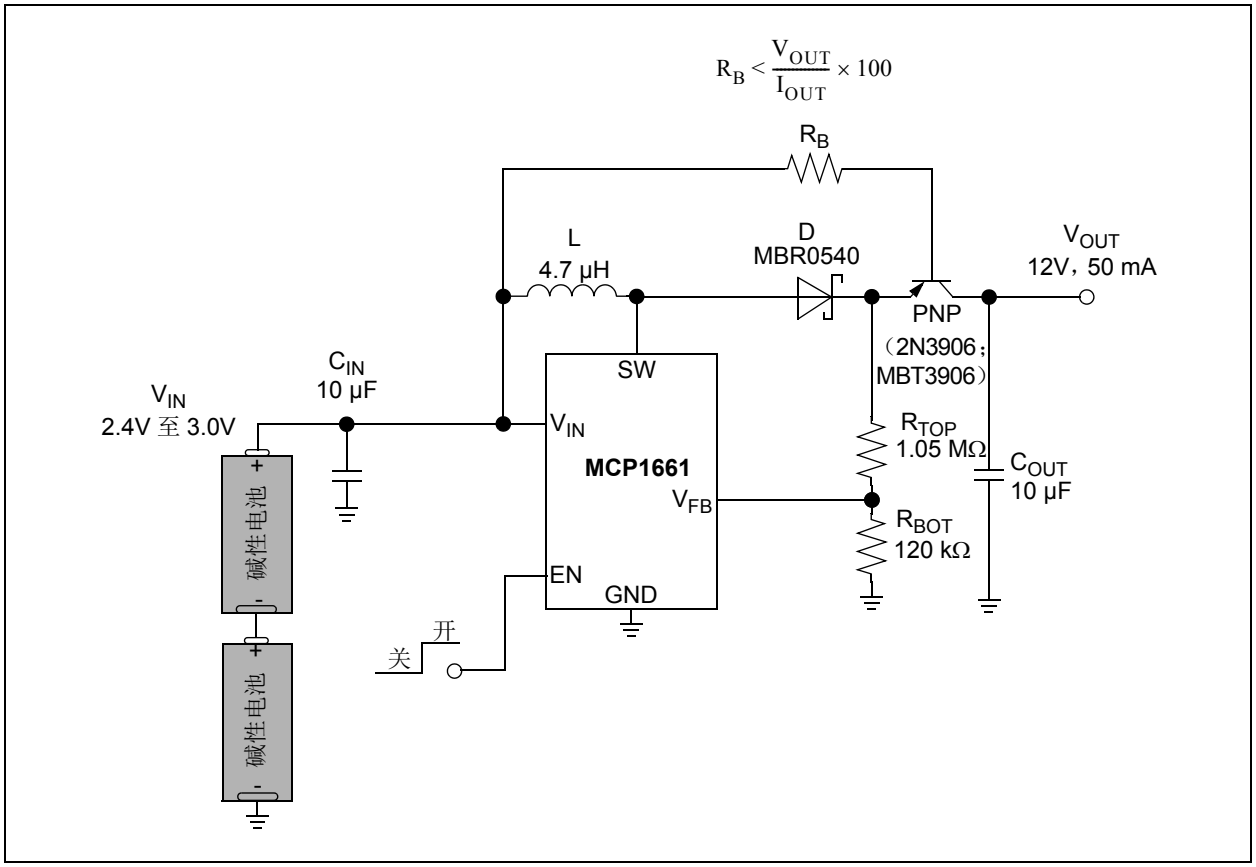


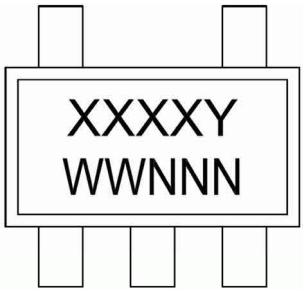
图6-5：　具有负载断开的两节碱性电池到12V升压转换器应用示例

© 2015 Microchip Technology Inc.

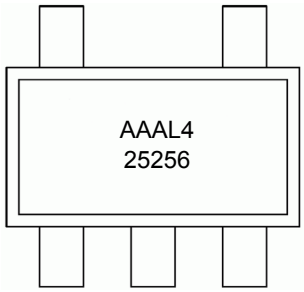
7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

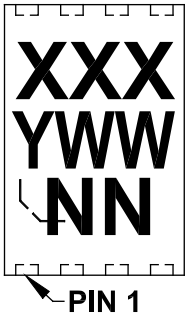
5 引脚 SOT-23



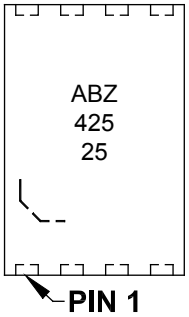
示例



8 引脚 TDFN（2x3x0.75 mm）



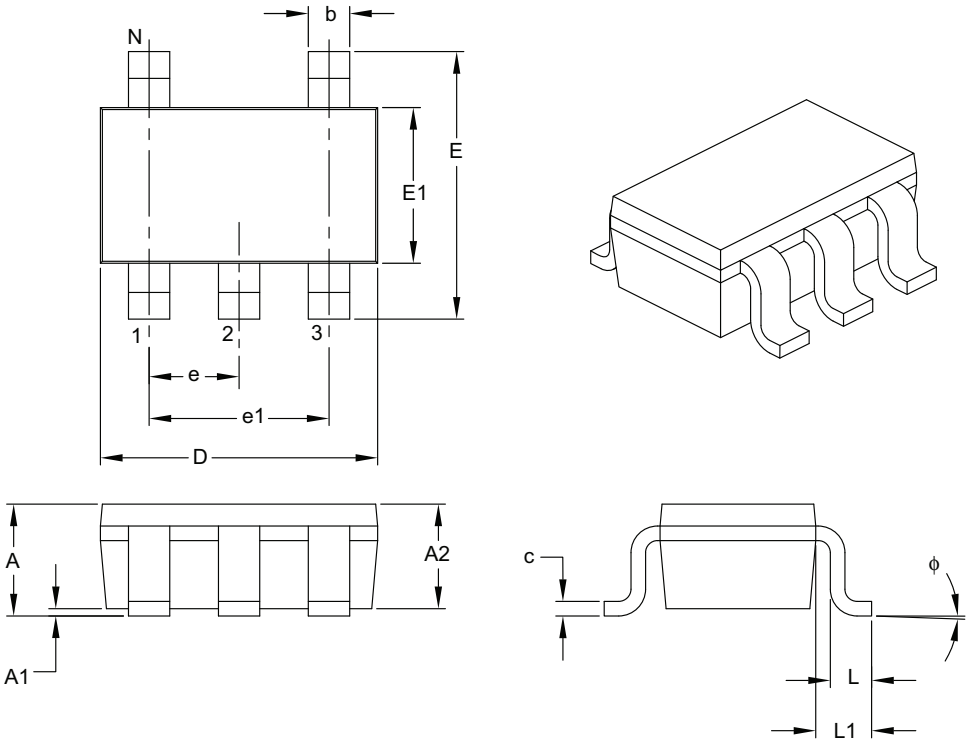
示例



图注：	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码（日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码（日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码（一月一日的星期代码为“01”）
	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 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。	

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。



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		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:

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

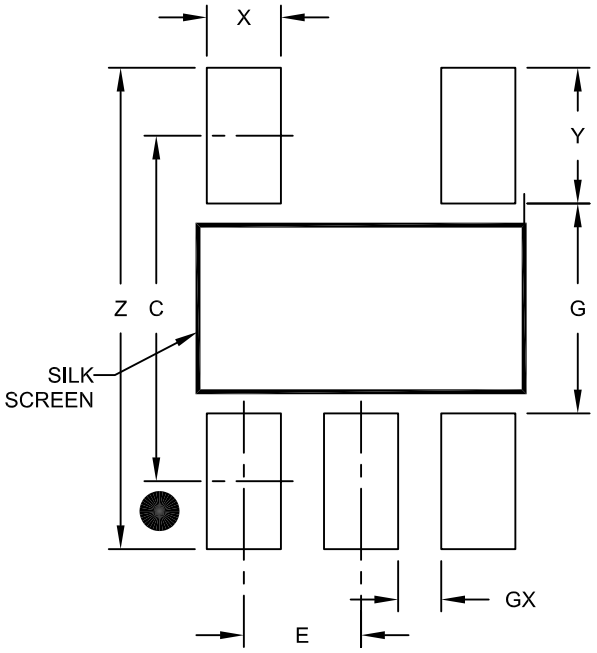
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-091B

© 2015 Microchip Technology Inc.

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。



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		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:

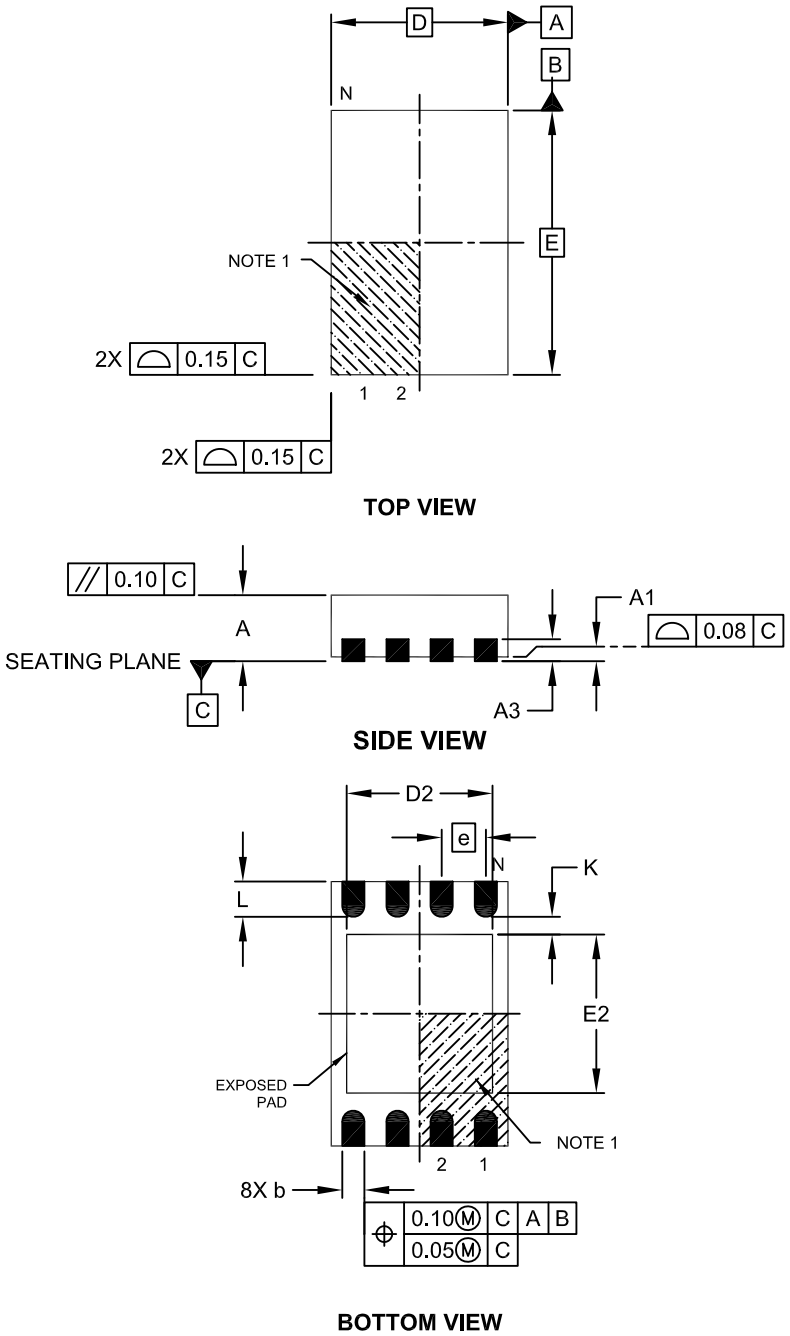
1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2091A

8引脚塑封双列扁平无脚封装（MN）——主体2x3x0.75 mm [TDFN]

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

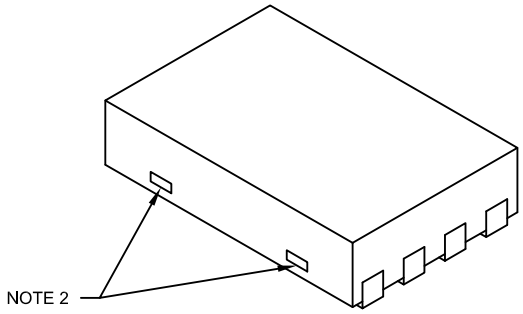


Microchip Technology Drawing No. C04-129C Sheet 1 of 2

© 2015 Microchip Technology Inc.

8引脚塑封双列扁平无脚封装（MN）——主体2x3x0.75 mm [TDFN]

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



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	0.50 BSC		
Overall Height	A	0.70	0.75	0.80
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Contact Thickness	A3	0.20 REF		
Overall Length	D	2.00 BSC		
Overall Width	E	3.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	1.20	-	1.60
Exposed Pad Width	E2	1.20	-	1.60
Contact Width	b	0.20	0.25	0.30
Contact Length	L	0.25	0.30	0.45
Contact-to-Exposed Pad	K	0.20	-	-

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package may have one or more exposed tie bars at ends.
3. Package is saw singulated
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

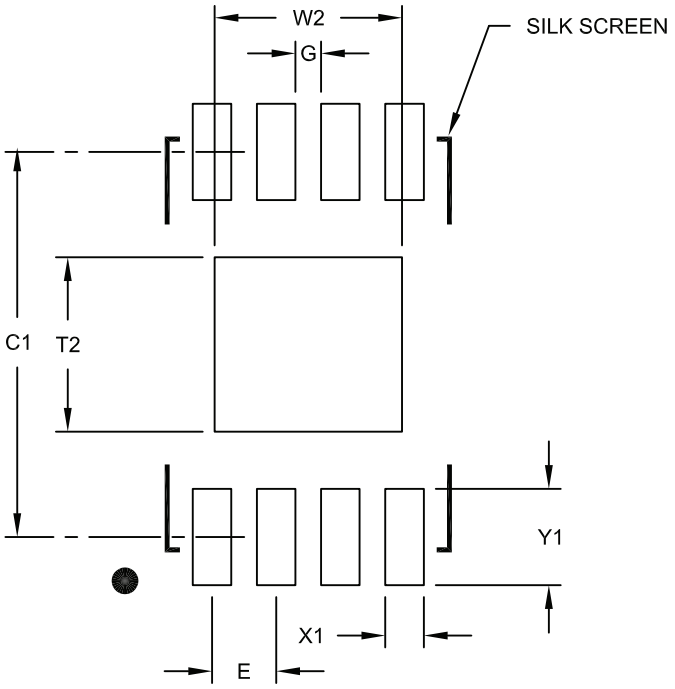
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

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

Microchip Technology Drawing No. C04-129C Sheet 2 of 2

8引脚塑封双列扁平无脚封装（MN）——主体2x3x0.75 mm [TDFN]

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		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E		0.50 BSC	
Optional Center Pad Width	W2			1.46
Optional Center Pad Length	T2			1.36
Contact Pad Spacing	C1		3.00	
Contact Pad Width (X8)	X1			0.30
Contact Pad Length (X8)	Y1			0.75
Distance Between Pads	G	0.20		

Notes:

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2129A

© 2015 Microchip Technology Inc.

附录A： 版本历史

版本A（2014年6月）

- 本文档的初始版本。

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号	X	X	/XX
器件	卷带式	温度范围（°C）	封装

器件： MCP1661T：带UVLO和OVP的500 kHz高电压集成开关升压稳压器（卷带式）

温度范围： E = -40°C至+125°C（扩展级）

封装：
MNY = 塑封双列扁平无脚——主体2x3x0.75 mm（TDFN）
OT = 塑封小外形晶体管（SOT-23）
*Y = 镍钯金制造标识。仅TDFN封装提供。

示例：

a) MCP1661T-E/MNY：卷带式，扩展级温度，8引脚TFDN封装

b) MCP1661T-E/OT：卷带式，扩展级温度，5引脚SOT-23封装

© 2015 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 **Microchip** 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。 Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了 《数字器件千年版权法案 （Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 dsPIC、 FlashFlex、 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：978-1-63276-988-6

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

═ ISO/TS 16949 ═

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。 Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外， Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

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

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

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

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

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

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

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
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: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

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

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

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

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

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

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

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

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

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

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

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

欧洲

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

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

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

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

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

德国 Germany - Pforzheim
Tel: 49-7231-424750

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

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

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

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

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

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

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

01/27/15

© 2015 Microchip Technology Inc.