MCP1642B/D

1.8A 输入电流开关、 1 MHz 低启动电压同步升压稳压器

特性

- 典型效率最高可达 96%
- 1.8A 典型峰值输入电流限制：
  - I_{OUT} > 175 mA @ 1.2V V_{IN}， 3.3V V_{OUT}
  - I_{OUT} > 600 mA @ 2.4V V_{IN}， 3.3V V_{OUT}
  - I_{OUT} > 800 mA @ 3.3V V_{IN}， 5.0V V_{OUT}
  - I_{OUT} > 1A @ V_{IN} > 3.6V， 5.0V V_{OUT}
- 低启动电压：0.65V，典型输出 3.3V V_{OUT} @ 1 mA
- 低输入工作电压 0.35V，典型输出 3.3V V_{OUT} @ 1 mA
- 输出电压范围：
  - 参考电压 V_{FB} = 1.21V
  - 对于可调器件选项为 1.8V 至 5.5V
  - 对于固定 V_{OUT} 选项为 1.8V、 3.0V、 3.3V 和 5.0V
- 最大输入电压 ≤ V_{OUT} < 5.5V
- PWM 操作：1 MHz
  - 低噪声、抗振铃控制
- 电源正常漏极开路输出
- 内部同步整流器
- 内部补偿
- 浪涌限流和内部软启动
- 可供选择的逻辑受控关断状态：
  - 真正负载断路选项 （MCP1642B）
  - 输入 / 输出旁路选项 （MCP1642D）
- 关断电流 （所有状态）：1 µA
- 过温保护
- 可用封装：
  - 8 引脚 MSOP
  - 8 引脚 2x3 DFN

应用

- 使用一节、两节或三节碱性电池、 Ultimate 锂电池和镍氢 / 镍镉电池的便携式产品
- 单节锂离子电池转换为 5V 的转换器
- PIC® MCU 电源
- 使用电池的 USB 应急备用充电器
- 个人医疗产品
- 无线传感器
- 手持式仪器
- GPS 接收器
- +3.3V 至 +5.0V 分布式电源

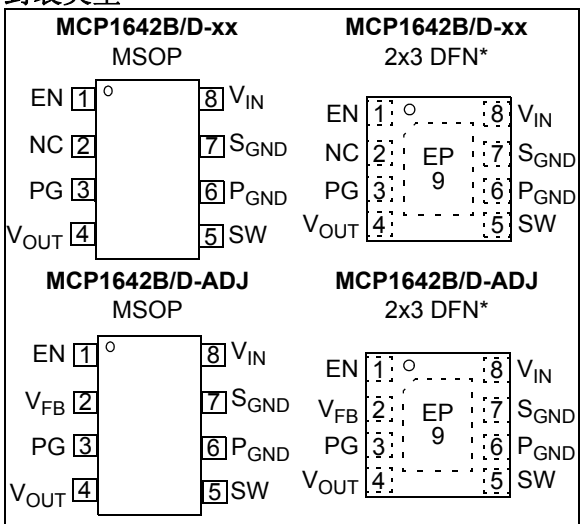
概述

MCP1642B/D 器件是一款紧凑的高效率固定频率同步步升直流 / 直流转换器。对于通过一节、两节或三节碱性电池、 Ultimate 锂电池、镍镉电池、镍氢电池或者一节锂离子或锂聚合物电池供电的应用，该系列器件提供了一种易用的电源解决方案。

稳压器采用了低电压技术，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。器件通过集成低电阻 N 沟道升压开关和同步 P 沟道开关来实现高效率。所有补偿和保护电路均进行集成，最大程度减少外部元件的数量。器件提供了一个漏极开路电源正常输出，用于指示输出电压是否处于稳压值的 10% 范围内，并可方便与 MCU 进行接口。对于待机应用，MCP1642B 提供了处于关断状态时（EN = GND）从输入到输出的“真正输出断路”。处于关断状态时还有另一个器件选项（MCP1642D）可供使用，它会将“输入连接到输出旁路”。这两种选项消耗的输入电流均小于 1 µA。

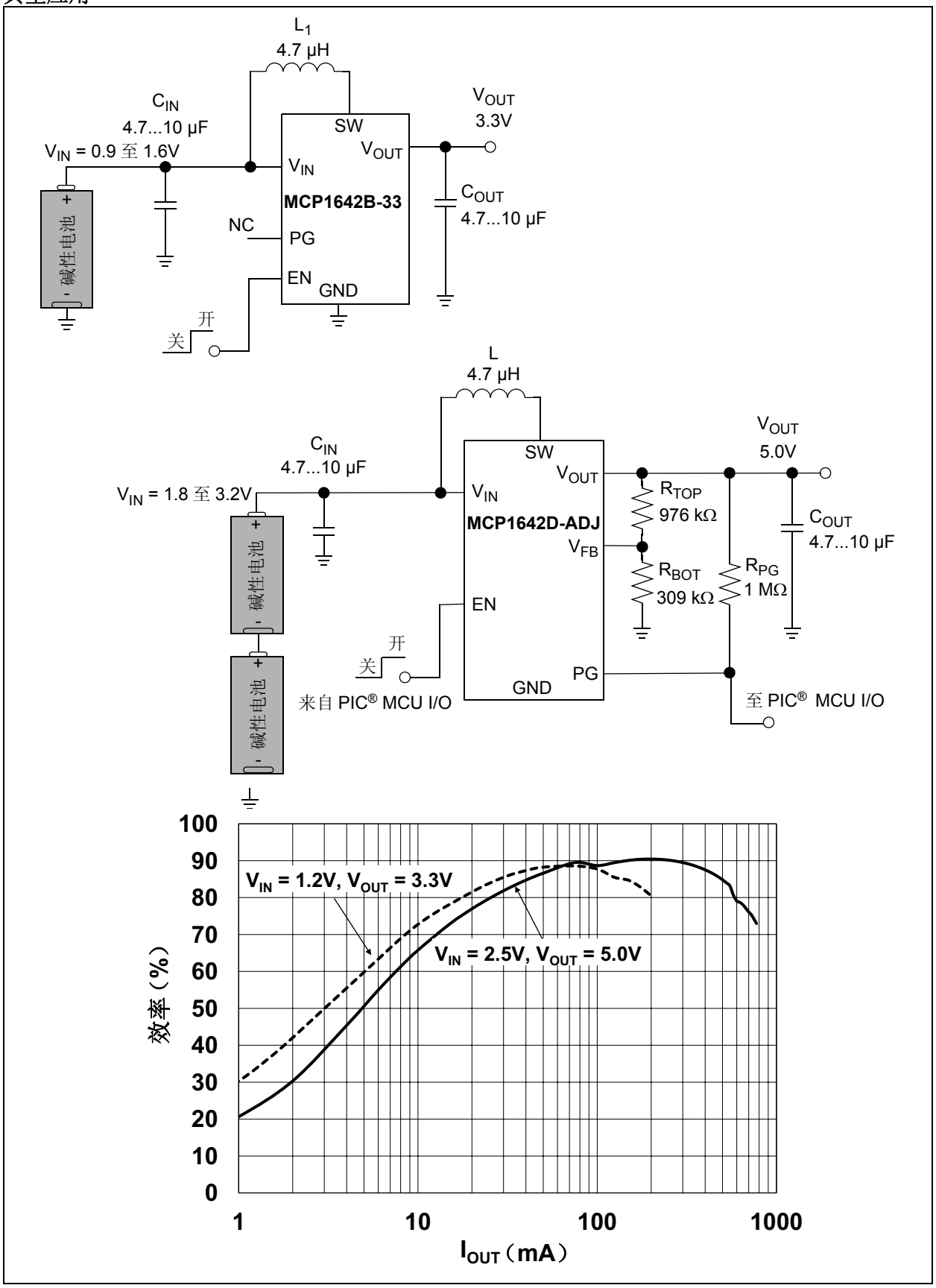
对于可调 （ADJ）器件选项，输出电压通过一个很小的外部电阻分压器设置。固定 V_{OUT} 器件选项不需要外部电阻分压器。器件提供了 8 引脚 MSOP 和 8 引脚 2x3 DFN 两种封装选项。

封装类型



* 包含裸露的散热焊盘 （EP）； 请参见表 3-1。

典型应用



© 2015 Microchip Technology Inc.

1.0 电气特性

绝对最大值 †

EN、 FB、 V_{IN}、V_{SW} 和 V_{OUT} – GND .....+6.5V
EN、 FB ..... < 最大 V_{OUT} 或 V_{IN} >（GND – 0.3V）
输出短路电流 ..... 连续
输出电流旁路模式 .....800 mA
功耗 ..... 内部受限
储存温度.....-65°C 至 +150°C
通电时的环境温度 .....-40°C 至 +85°C
工作结温.....-40°C 至 +125°C
所有引脚上的 ESD 保护：
HBM.....4 kV
MM.....300V

† 注：如果器件工作条件超过上述 “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出最大值条件下。器件长时间工作在额定最大值条件下，其可靠性可能受到影响。

直流特性

电气特性：除非另外说明，否则 V_{IN} = 1.2V， C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF， L = 4.7 µH， V_{OUT} = 3.3V， I_{OUT} = 15 mA，T_A = +25°C，器件为 MCP1642B/D-ADJ。**粗体**数值适用的 T_A 范围为 -40°C 至 +85°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输入特性						
最小启动电压	V_{IN}	—	0.65	0.8	V	注 1
		—	0.9	1.8	V	MCP1642B/D-50，注 1
启动后的最小输入电压	V_{IN}	—	0.35	—	V	注 1，注 5
		—	0.5	—	V	注 1，注 5， MCP1642B/D-50
输出电压调节范围（**MCP1642B/D-ADJ**）	V_{OUT}	**1.8**	—	**5.5**	V	$V_{OUT} \geq V_{IN}$ （MCP1642B/D-ADJ）；注 2
输出电压（**MCP1642B/D-XX**）	V_{OUT}	—	1.8	—	V	V_{IN} < 1.8V， MCP1642B/D-18，注 2
		—	3.0	—	V	V_{IN} < 3.0V， MCP1642B/D-30，注 2
		—	3.3	—	V	V_{IN} < 3.3V， MCP1642B/D-33，注 2
		—	5.0	—	V	V_{IN} < 5.0V， MCP1642B/D-50，注 2
最大输出电流	I_{OUT}	—	175	—	mA	1.2V V_{IN}， 1.8V V_{OUT}，注 5
		—	300	—	mA	1.5V V_{IN}， 3.3V V_{OUT}，注 5
		—	800	—	mA	3.3V V_{IN}， 5.0V V_{OUT}，注 5
反馈电压	V_{FB}	1.173	1.21	1.247	V	
反馈输入偏置电流	I_{VFB}	—	1.0	—	nA	注 5

注 **1：** 阻性负载， 1 mA。
2： V_{IN} > V_{OUT} 时， V_{OUT} 不会保持稳压。
3： I_{QPWM} 从 V_{OUT} 处测得；在外部为 V_{OUT} 供应高于标称 3.3V 输出的电压 （器件不发生开关切换），无负载。 V_{IN} 静态电流将随升压比而变化。 V_{IN} 静态电流可以通过以下公式估算：(I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN}))。
4： 220Ω 阻性负载， 3.3V V_{OUT} （15 mA）。
5： 由特性确定，未经生产测试。

直流特性 （续）

电气特性：除非另外说明，否则 V_{IN} = 1.2V， C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF， L = 4.7 µH， V_{OUT} = 3.3V， I_{OUT} = 15 mA，T_A = +25°C，器件为 MCP1642B/D-ADJ。**粗体**数值适用的 T_A 范围为 -40°C 至 +85°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
静态电流——PWM 模式	I_{QPWM}	—	400	500	µA	在 V_{OUT} 处测得， EN = V_{IN}， I_{OUT} = 0 mA，注 3
静态电流——关断	$I_{Q\overline{SHDN}}$	—	1	—	µA	V_{OUT} = EN = GND， I_{OUT} = 0 mA 包括 N 沟道和 P 沟道开关泄漏电流
NMOS 开关泄漏电流	I_{NLK}	—	0.5	—	µA	V_{IN} = V_{SW} = 5V， V_{OUT} = 5.5V， V_{EN} = V_{FB} = GND
PMOS 开关泄漏电流	I_{PLK}	—	0.2	—	µA	V_{IN} = V_{SW} = GND， V_{OUT} = 5.5V
NMOS 开关开启电阻	$R_{DS(ON)N}$	—	0.15	—	Ω	V_{IN} = 3.3V， I_{SW} = 250 mA，注 5
PMOS 开关开启电阻	$R_{DS(ON)P}$	—	0.3	—	Ω	V_{IN} = 3.3V， I_{SW} = 250 mA，注 5
NMOS 峰值开关电流限制	$I_{N(MAX)}$	—	1.8	—	A	注 5
精度	V_{FB}%	-3	—	3	%	MCP1642B/D-ADJ， V_{IN} = 1.2V
	V_{OUT}%	-3	—	3	%	MCP1642B/D-18， V_{IN} = 1.2V
		-3	—	3	%	MCP1642B/D-30， V_{IN} = 1.2V
		-3	—	3	%	MCP1642B/D-33， V_{IN} = 1.2V
		-3	—	3	%	MCP1642B/D-50， V_{IN} = 2.5V
线路稳定度	$\lvert(\Delta V_{FB}/V_{FB})/\Delta V_{IN}\rvert$	-0.5	0.01	0.5	%/V	MCP1642B/D-ADJ， V_{IN} = 1.5V 至 3.0V， I_{OUT} = 25 mA
	$\lvert(\Delta V_{OUT}/V_{OUT})/\Delta V_{IN}\rvert$	-0.5	0.05	0.5	%/V	MCP1642B/D-18， V_{IN} = 1.0V 至 1.5V， I_{OUT} = 25 mA
		-0.5	0.01	0.5	%/V	MCP1642B/D-30， V_{IN} = 1.5V 至 2.5V， I_{OUT} = 25 mA
		-0.5	0.01	0.5	%/V	MCP1642B/D-33， V_{IN} = 1.5V 至 3.0V， I_{OUT} = 25 mA
		-0.5	0.01	0.5	%/V	MCP1642B/D-50， V_{IN} = 2.5V 至 4.2V， I_{OUT} = 25 mA
负载稳定度	$\lvert\Delta V_{FB}/V_{FB}\rvert$	-1.5	0.05	1.5	%	I_{OUT} = 25 mA 至 150 mA， V_{IN} = 1.5V
	$\lvert\Delta V_{OUT}/V_{OUT}\rvert$	-1.5	0.1	1.5	%	MCP1642B/D-18， V_{IN} = 1.5V， I_{OUT} = 25 mA 至 75 mA
		-1.5	0.1	1.5	%	MCP1642B/D-30， V_{IN} = 1.5V， I_{OUT} = 25 mA 至 125 mA
		-1.5	0.1	1.5	%	MCP1642B/D-33， V_{IN} = 1.5V， I_{OUT} = 25 mA 至 150 mA
		—	0.5	—	%	MCP1642B/D-50， V_{IN} = 3.0V， I_{OUT} = 25 mA 至 500 mA，注 5

注 1： 阻性负载， 1 mA。

2： V_{IN} > V_{OUT} 时， V_{OUT} 不会保持稳压。

3： I_{QPWM} 从 V_{OUT} 处测得；在外部为 V_{OUT} 供应高于标称 3.3V 输出的电压 （器件不发生开关切换），无负载。 V_{IN} 静态电流将随升压比而变化。 V_{IN} 静态电流可以通过以下公式估算：(I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN}))。

4： 220Ω 阻性负载， 3.3V V_{OUT} （15 mA）。

5： 由特性确定，未经生产测试。

© 2015 Microchip Technology Inc.

直流特性 （续）

电气特性：除非另外说明，否则 V_{IN} = 1.2V， C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF， L = 4.7 µH， V_{OUT} = 3.3V， I_{OUT} = 15 mA， T_A = +25°C，器件为 MCP1642B/D-ADJ。**粗体**数值适用的 T_A 范围为 -40°C 至 +85°C。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
最大占空比	DC_{MAX}	—	90	—	%	注 5
开关频率	f_{SW}	**0.85**	1.0	**1.15**	MHz	注 5， I_{OUT} = 65 mA，对于 MCP1642B/D-50， V_{IN} = 2.5V
EN 输入逻辑高电平	V_{IH}	**75**	—	—	V_{IN} 的百分比	I_{OUT} = 1 mA，对于 MCP1642B/D-50， V_{IN} = 2.5V
EN 输入逻辑低电平	V_{IL}	—	—	**20**	V_{IN} 的百分比	I_{OUT} = 1 mA，对于 MCP1642B/D-50， V_{IN} = 2.5V
EN 输入泄漏电流	I_{ENLK}	—	0.1	—	µA	V_{EN} = 1.2V
电源正常阈值	PG_{THF}	—	90	—	%	V_{FB} 下降，注 5
电源正常滞后	PG_{HYS}	—	3	—	%	注 5
电源正常输出低电平	PG_{LOW}	—	0.4	—	V	I_{SINK} = 5 mA， V_{FB} = 0V，注 5
电源正常输出延时	PG_{DELAY}	—	600	—	µs	注 5
电源正常输出响应	PG_{RES}	—	250	—	µs	注 5
电源正常输入电压工作范围	V_{PG_VIN}	0.9	—	5.5	V	I_{SINK} = 5 mA， V_{FB} = 0V，注 5
电源正常泄漏电流	PG_{LEAK}	—	0.01	—	µA	V_{PG} = 5.5V，V_{OUT} 处于稳压状态，注 5
软启动时间	t_{SS}	—	550	—	µs	EN 从低电平变为高电平，V_{OUT} 的 90%，注 4，注 5
热关断裸片温度	T_{SD}	—	150	—	°C	注 5
裸片温度滞后	T_{SDHYS}	—	35	—	°C	注 5

注 **1：** 阻性负载， 1 mA。

2： V_{IN} > V_{OUT} 时， V_{OUT} 不会保持稳压。

3： I_{QPWM} 从 V_{OUT} 处测得；在外部为 V_{OUT} 供应高于标称 3.3V 输出的电压 （器件不发生开关切换），无负载。 V_{IN} 静态电流将随升压比而变化。 V_{IN} 静态电流可以通过以下公式估算：(I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN}))。

4： 220Ω 阻性负载， 3.3V V_{OUT} （15 mA）。

5： 由特性确定，未经生产测试。

温度规范

电气特性：除非另外说明，否则 V_{IN} = 1.2V， C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF， L = 4.7 µH， V_{OUT} = 3.3V， I_{OUT} = 15 mA， T_A = +25°C。

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	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， 8 引脚 MSOP	θ_{JA}	—	211	—	°C/W	
热阻， 8 引脚 2x3 DFN	θ_{JA}	—	68	—	°C/W	

注：

© 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。此处列出的特性未经测试，不做任何担保。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} = EN = 1.2V，C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF，L = 4.7 µH，V_{OUT} = 3.3V，I_{LOAD} = 15 mA，T_A = +25°C（MCP1642B/D-ADJ， MSOP-8 封装）。

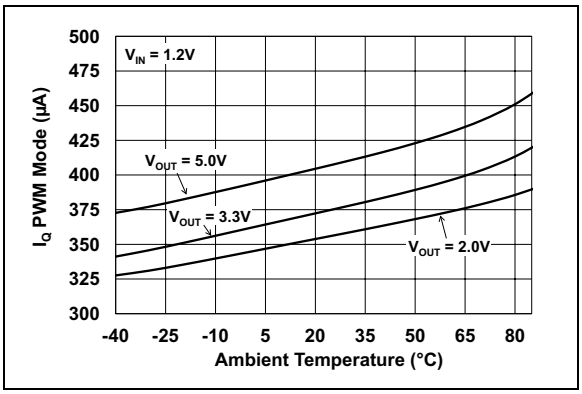


图 2-1：　V_{OUT} I_{QPWM}—环境温度曲线

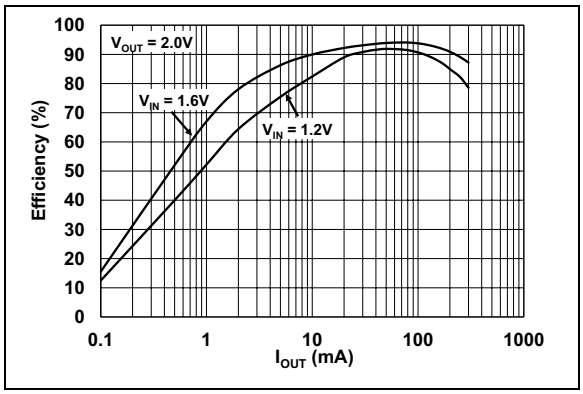


图 2-4：　2.0V V_{OUT} 模式效率—I_{OUT} 曲线

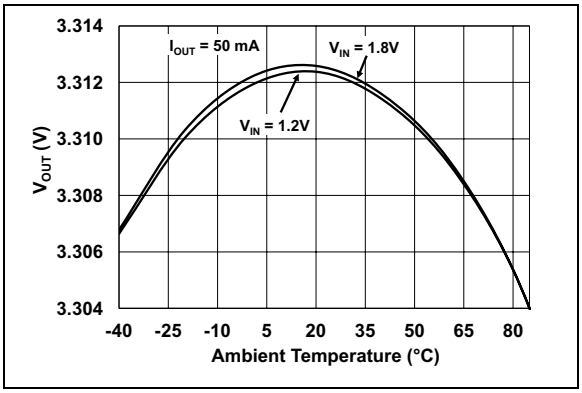


图 2-2：　3.3V V_{OUT} —环境温度曲线

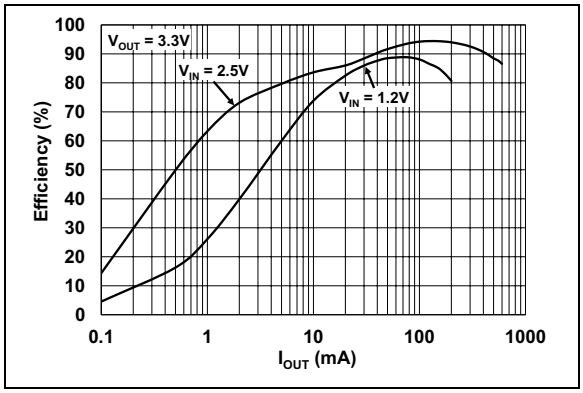


图 2-5：　3.3V V_{OUT} 模式效率—I_{OUT} 曲线

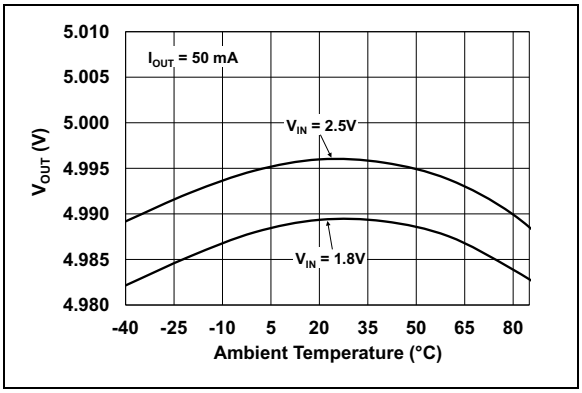


图 2-3：　5.0V V_{OUT} —环境温度曲线

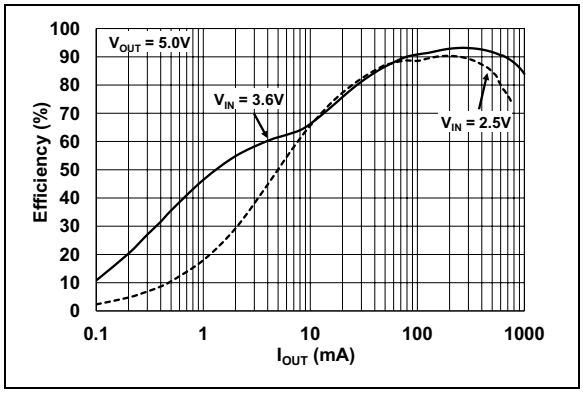


图 2-6：　5.0V V_{OUT} 模式效率—I_{OUT} 曲线

注: 除非另外说明，否则 V_{IN} = EN = 1.2V，C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF，L = 4.7 µH，V_{OUT} = 3.3V，I_{LOAD} = 15 mA，T_A = +25°C（MCP1642B/D-ADJ， MSOP-8 封装）。

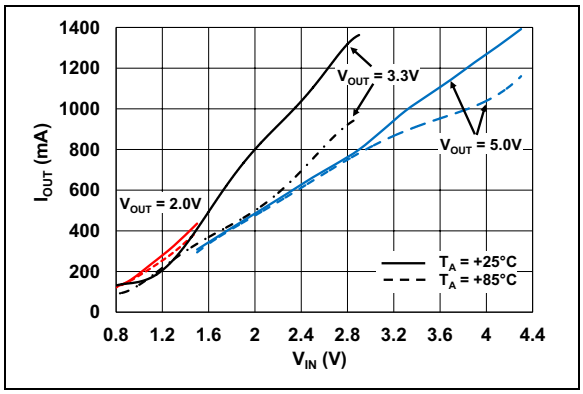


图 2-7：　　最大 I_{OUT}—V_{IN} 曲线

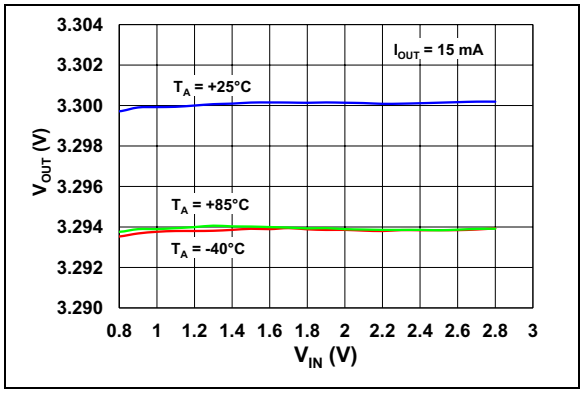


图 2-8：　　3.3V V_{OUT} － V_{IN} 曲线

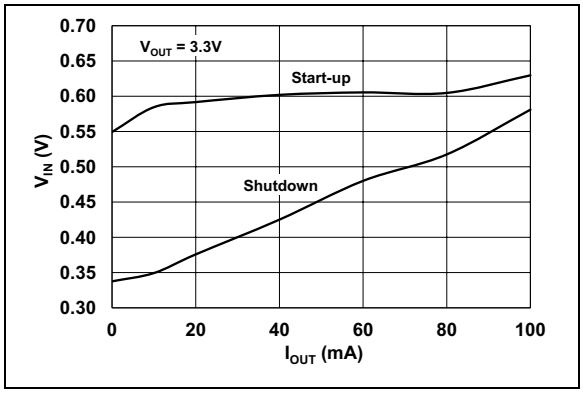


图 2-9：　　进入阻性负载的 3.3V V_{OUT} 最小启动和关断 V_{IN} － I_{OUT} 曲线

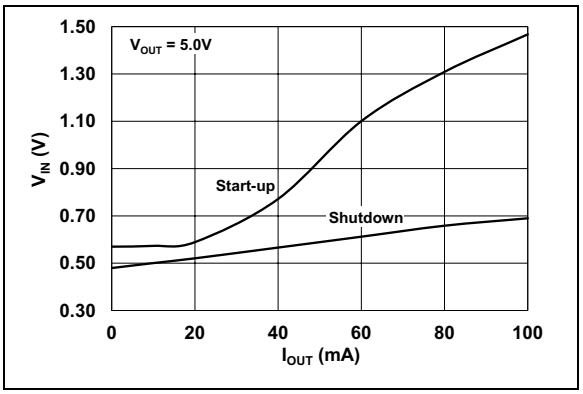


图 2-10：　　进入阻性负载的 5.0V V_{OUT} 最小启动和关断 V_{IN}—I_{OUT} 曲线

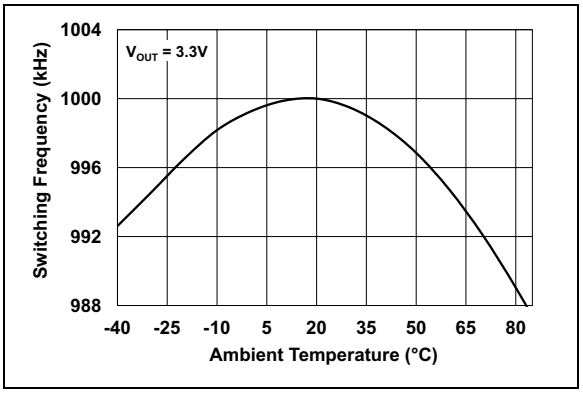


图 2-11：　　f_{SW} －环境温度曲线

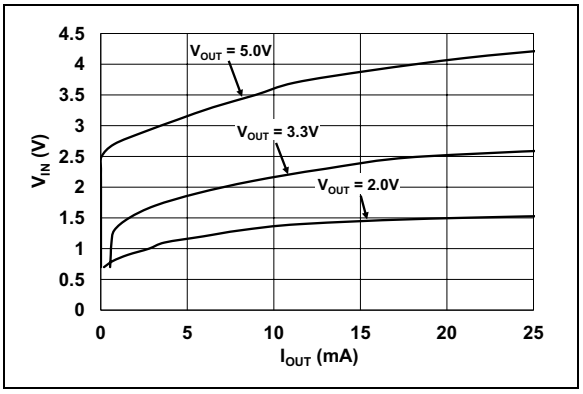


图 2-12：　　PWM 脉冲跳过模式阈值－ I_{OUT} 曲线

© 2015 Microchip Technology Inc.

注：除非另外说明，否则 V_{IN} = EN = 1.2V，C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF，L = 4.7 µH，V_{OUT} = 3.3V，I_{LOAD} = 15 mA，T_A = +25°C（MCP1642B/D-ADJ， MSOP-8 封装）。

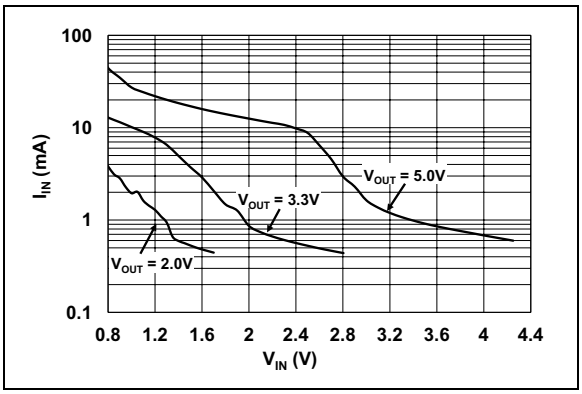


图 2-13：　无负载平均输入电流－ V_{IN} 曲线

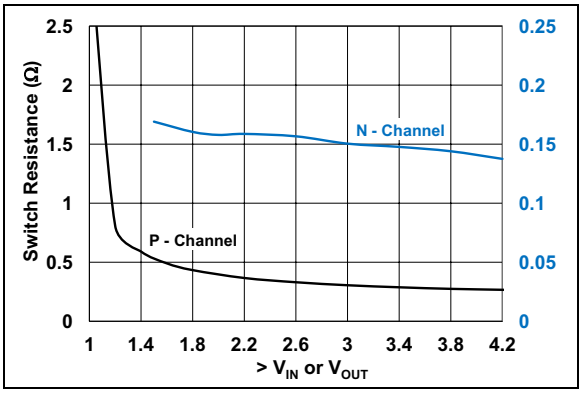


图 2-14：　N 沟道和 P 沟道 R_{DSON} － V_{IN} 和 V_{OUT} 的较大者曲线

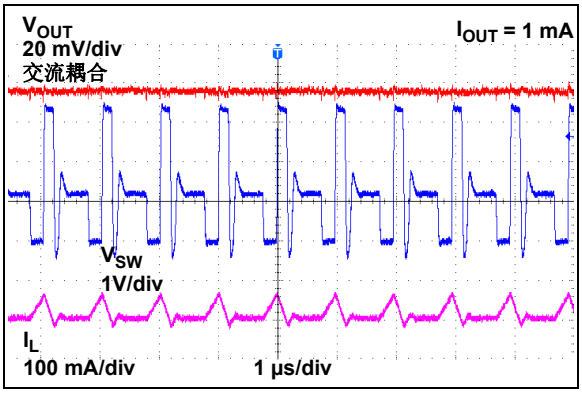


图 2-15：　MCP1642B/D 3.3V V_{OUT} 低负载 PWM 模式波形

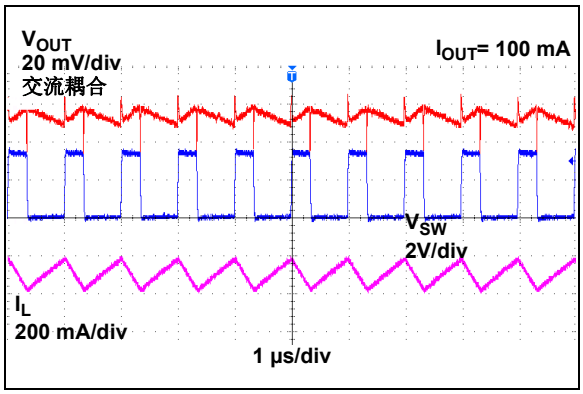


图 2-16：　MCP1642B/D 高负载 PWM 模式波形

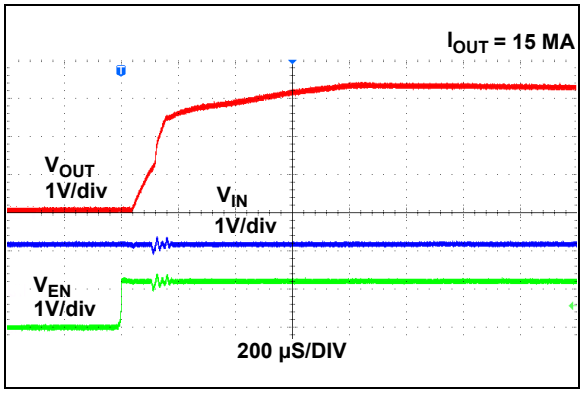


图 2-17：　使能之后的 3.3V 启动曲线

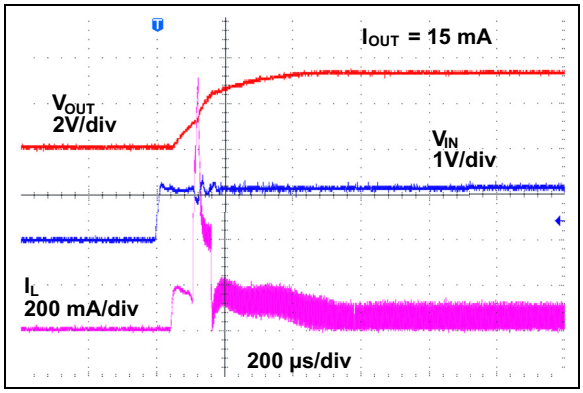


图 2-18：　V_{IN} = V_{ENABLE} 时的 3.3V 启动曲线

注: 除非另外说明，否则 V_{IN} = EN = 1.2V，C_{OUT} = C_{IN} = 10 µF，L = 4.7 µH，V_{OUT} = 3.3V，I_{LOAD} = 15 mA，T_A = +25°C（MCP1642B/D-ADJ， MSOP-8 封装）。

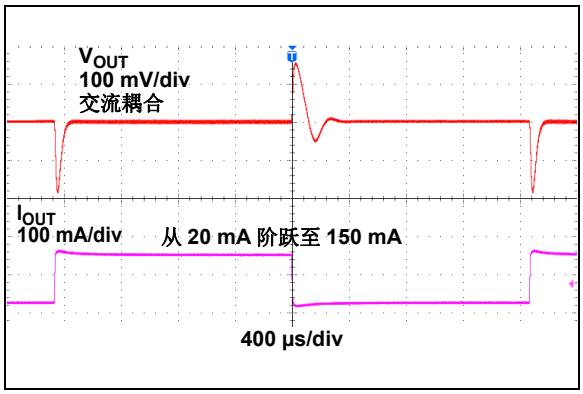


图 2-19： MCP1642B 3.3V V_{OUT} 负载瞬态波形

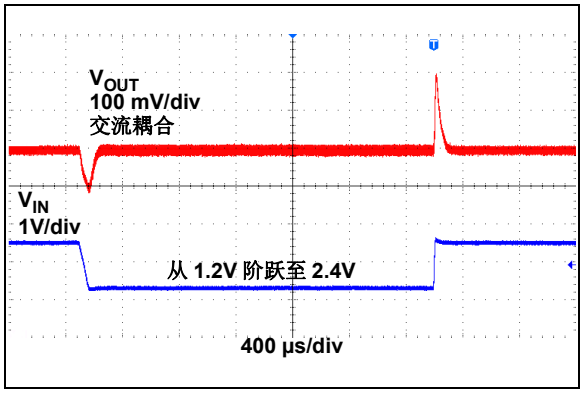


图 2-20： 3.3V V_{OUT} 线路瞬态波形

© 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

MCP1642B/D-XX MSOP，2x3 DFN	MCP1642B/D-ADJ MSOP， 2x3 DFN	符号	说明
1	1	EN	使能引脚。逻辑高电平会使能操作。不允许将该引脚保留悬空。
2	—	NC	未连接。
—	2	V_{FB}	参考电压引脚。将 V_{FB} 连接到一个外部电阻分压器，可设置输出电压 （对于固定 V_{OUT} 选项，该引脚不连接）。
3	3	PG	漏极开路电源正常引脚。指示输出电压是否处于稳压状态。
4	4	V_{OUT}	升压转换器输出。
5	5	SW	升压和整流器开关输入。将升压电感连接在 SW 和 V_{IN} 之间。
6	6	P_{GND}	电源参考地。
7	7	S_{GND}	信号参考地。
8	8	V_{IN}	输入供电电压。需要本地旁路电容。
9	9	EP	裸露的散热焊盘 （仅对于 2x3 DFN）。

3.1 使能引脚 （EN）

EN 引脚是逻辑电平输入，用于使能或禁止器件开关切换，以及降低禁止时的静态电流。逻辑高电平 （> V_{IN} 的 75%）将会使能稳压器输出。逻辑低电平 （< V_{IN} 的 20%）将确保禁止稳压器。

3.2 反馈电压引脚 （V_{FB}）

V_{FB} 引脚用于提供输出稳压 （对于 ADJ 器件选项，通过使用电阻分压器）。在输出电压处于稳压状态时，典型反馈电压将为 1.21V。

3.3 电源正常引脚 （PG）

电源正常引脚是一个漏极开路输出，可使用上拉电阻连接到 V_{OUT}。当 V_{OUT} 降至比其标称值低 10% 时，它会变为低电平。

3.4 输出电压引脚 （V_{OUT}）

输出电压引脚将集成的 P 沟道 MOSFET 与输出电容连接。对于 “ADJ” 选项， FB 分压器也与 V_{OUT} 引脚连接，以进行输出稳压。

3.5 开关节点引脚 （SW）

将电感从输入电压连接到 SW 引脚。SW 引脚承载电感电流，峰值电流最高可达 1.8A。集成的 N 沟道开关漏极和集成的 P 沟道开关源极在内部与 SW 节点连接。

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。 P_{GND} 和 S_{GND} 引脚在外部连接。

3.7 信号地引脚 （S_{GND}）

信号地引脚用作集成 V_{REF} 和误差放大器的回路。S_{GND} 和电源地 （P_{GND}）引脚在外部连接。

3.8 电源输入电压引脚 （V_{IN}）

将输入电压源连接到 V_{IN}。应使用至少 4.7 µF 的电容将输入源对地去耦。

3.9 裸露的散热焊盘 （EP）

裸露的散热焊盘（EP）与 S_{GND} 和 P_{GND} 引脚之间不存在内部电气连接。它们必须与印制电路板 （Printed Circuit Board， PCB）上的相同电位连接。

© 2015 Microchip Technology Inc.

注：

© 2015 Microchip Technology Inc.

4.0 详细说明

4.1 器件选项概述

MCP1642B/D 系列器件能够以低电压启动，并且对于单节、双节和三节碱性电池、Ultimate 锂电池、镍氢电池、镍镉电池和单节锂离子电池输入，器件都可以在宽泛的负载范围内维持高效率。器件通过高度的集成来降低系统总成本、方便应用实现和减少电路板面积。

这些器件具有低启动电压、固定和可调输出电压、PWM 模式操作、集成同步开关、内部补偿、低噪声抗振铃控制、浪涌限流和软启动等特性。

MCP1642B/D 系列具有两种关断选项：

- 真正输出断路模式 （MCP1642B）
- 输入 / 输出旁路模式 （MCP1642D）

4.1.1 真正输出断路模式选项

MCP1642B 器件具有真正输出断路功能。在 EN 引脚下拉为低电平时，通过关断集成 P 沟道开关和去除开关体效应二极管连接，MCP1642B 会将输出与输入隔离或断开。这可以去除升压转换器中的典型直流路径，使输出可以与输入断开。在该模式下，从输入（电池）消耗的电流小于 1 μA。真正输出断路不会将输出放电。

4.1.2 输入 / 输出旁路模式选项

MCP1642D 器件具有输入 / 输出旁路关断选项。在 EN 输入下拉为低电平时，输出使用内部 P 沟道 MOSFET 与输入连接。在该模式下，无负载时从输入（电池）汲取的电流小于 1 μA。输入 / 输出旁路模式在输入电压足够高，足以使负载 （例如，在休眠模式下工作的 PIC MCU）工作时使用。当需要更高的稳压输出电压和负载电流时，必须将 EN 引脚拉为高电平，从而使能升压转换器。

4.1.3 可调输出电压选项

对于 MCP1642B/D ADJ 选项，输出电压可通过电阻分压器进行调节，其范围为最小值 1.8V 至最大值 5.5V。电阻分压器的中点连接到 V_{FB} 引脚。建议使用高值电阻，以便在低负载时最大程度降低静态电流，从而保持高效率。参考电压为 V_{FB} = 1.21V。

4.1.4 固定输出电压选项

对于 MCP1642B/D 器件的固定输出电压选项， V_{FB} 引脚不连接。器件具有一个内部反馈分压器，可在低负载时最大程度降低静态电流，从而保持高效率。

内部分压器的典型值为 815 kΩ。

固定设定值为：1.8V、 3.0V、 3.3V 和 5.0V。

表 4-1： 按关断选项选择部件编号

部件编号	真正输出断路	输入 / 输出旁路
MCP1642B-ADJ （或 -18、30、33、50）	X	—
MCP1642D-ADJ （或 -18、30、33、50）	—	X

4.2 功能说明

MCP1642B/D 器件是一款紧凑的高效率固定频率步升直流 / 直流转换器，为通过一节、两节或三节碱性电池、Ultimate 锂电池、镍镉电池或镍氢电池或者一节锂离子或锂聚合物电池供电的应用提供了易用的电源解决方案。

图 4-1 给出了 MCP1642B/D 器件的功能框图。

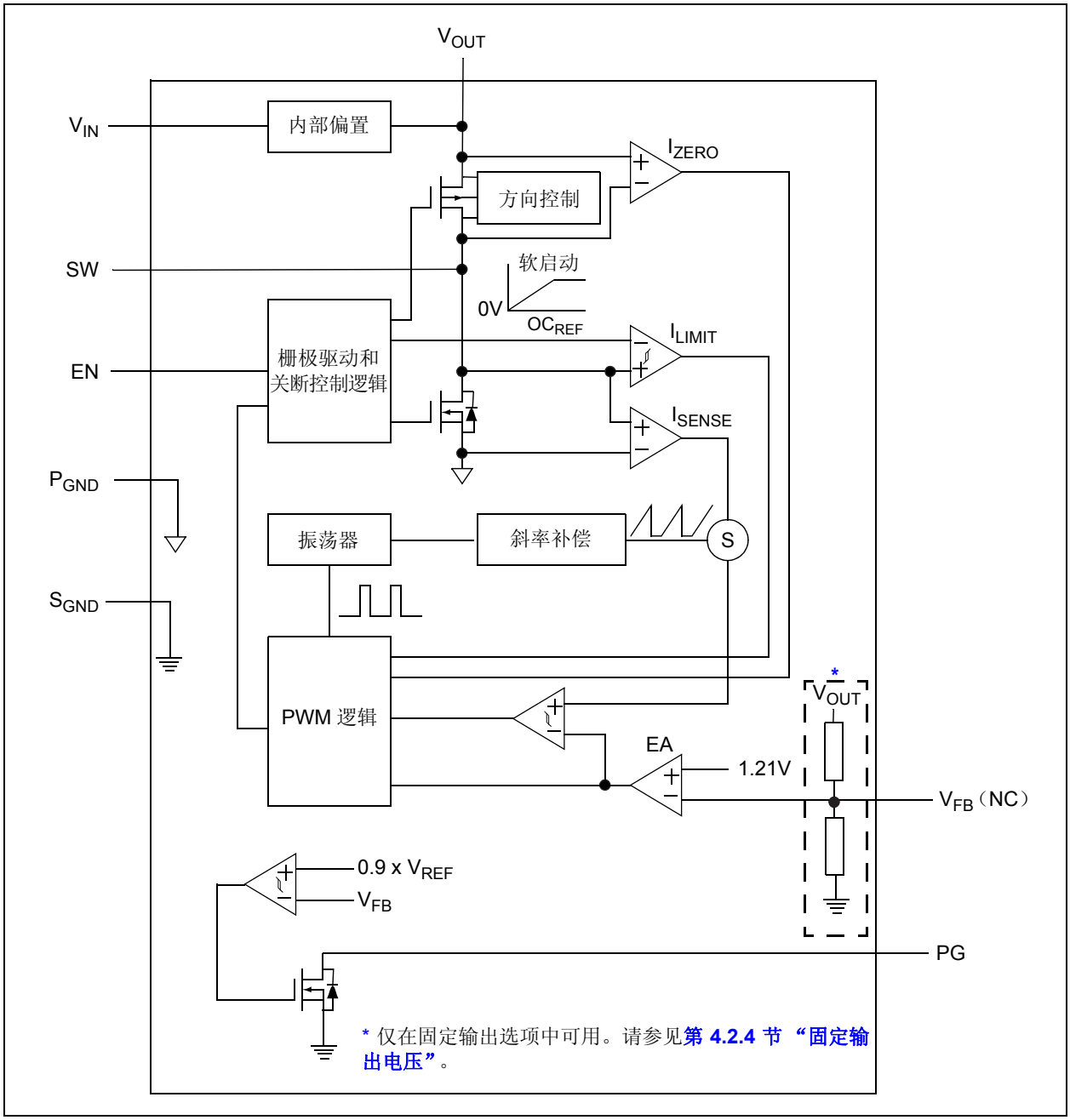


图 4-1： *MCP1642B/D 框图*

© 2015 Microchip Technology Inc.

4.2.1 低电压启动

MCP1642B/D 器件能够以低输入电压启动。对于 3.3V 输出和 1 mA 阻性负载，启动电压通常为 0.65V。

在使能时，内部启动逻辑会导通整流 P 沟道开关，直到输出电容充电至接近于输入电压的电压值。在此期间，整流开关的电流限制在大约 125 mA，这会限制高阻性负载条件下的启动。将输出电容充电至输入电压之后，器件会开始进行开关切换。在主 RC 振荡器具有足够偏置电压并准备就绪之前，将仅使用环形振荡器。器件会以开环形式运行，直到输出升至足以启动 RC 振荡器为止。在此期间，升压开关电流限制为其标称值的 50%。当输出电压达到高值之后，将启动正常的闭环 PWM 操作。

然后，在启动的结束序列期间，MCP1642B/D 器件会使用极弱的电流源对内部电容充电。接着，该电容上的电压会将升压开关的电流限制缓慢地斜升至其标称值（典型值为 1.8A）。在受控制情况下关断时或发生热关断时，软启动电容将完全放电。

MCP1642B/D 器件没有欠压锁定功能。器件将以可能的最低电压启动，并一直运行到电压降到可能的最低电压为止。对于典型电池应用，深度放电电池可能会导致“汽船声”（发射低频音调）。

4.2.2 PWM 模式操作

在正常 PWM 操作下，MCP1642B/D 器件作为固定频率同步升压转换器工作。在内部使用频率通常设置为 1 MHz 的高精度振荡器来保持开关频率。在低负载时，MCP1642B/D 器件会开始跳过一些脉冲。图 2-12 给出了 PWM 模式下脉冲跳过阈值的输入电压——负载电流曲线。通过以仅 PWM 模式工作，输出纹波可以保持很低且频率恒定。在固定 PWM 模式下工作时，低负载工作期间的效率较低，但对被供电负载产生的输出纹波和噪声也较低。

无损电流检测功能会将峰值电流信号转换为一个电压，与内部斜率补偿信号相加。相加后的信号将与电压误差放大器输出进行比较，为 PWM 信号提供峰值电流控制命令。斜率补偿信号根据输入和输出电压进行自适应调节。因此，转换器会提供适当的斜率补偿量来保证稳定性，但又不会过量，过量时会导致相位裕度损失。峰值电流限制设置为 1.8A （典型值）。

4.2.3 可调输出电压

MCP1642B/D-ADJ 输出电压可通过电阻分压器进行调节，其范围为最小值 1.8V 至最大值 5.5V。建议使用高值电阻，以便在低负载时最大程度降低静态电流，从而保持高效率。

4.2.4 固定输出电压

MCP1642B/D-XX 包含了反馈分压器。有 4 个输出值可供使用：1.8V、3.0V、3.3V 和 5.0V。对于该选项，引脚 2 保持不连接。

内部分压器的典型值为 815 kΩ。

4.2.5 最大输出电压

器件的最大输出电流取决于输入和输出电压。例如，要确保在 V_{OUT} = 3.3V 时产生 200 mA 的负载电流，则要求提供典型值为 1.3V 的输入电压。如果应用通过一节锂离子电池 （V_{IN} 为 3.0V 至 4.2V）供电，则 MCP1642B/D 器件在5.0V输出下可提供的典型负载电流接近于800 mA（见图 2-7）。

4.2.6 使能引脚

使能引脚用于开启和关闭升压转换器。使能阈值电压会随输入电压而改变。要使能升压转换器， EN 电压必须大于 V_{IN} 电压的 75%。要禁止升压转换器， EN 电压必须小于 V_{IN} 电压的 20%。

4.2.7 电源正常输出引脚

MCP1642B/D 器件具有一个内部比较器，它在 V_{OUT} 达到稳压值的90%时触发。它采用了一个漏极开路晶体管，可以与 MCU 进行接口。它最高会从连接上拉电阻的电源线上吸取几毫安的电流。详情请参见直流特性表。

4.2.8 内部偏置

MCP1642B/D 器件从 V_{IN} 获取它们的启动偏置电压。当输出超过输入时，偏置电压将来自输出。因此，启动之后，操作将与 V_{IN} 完全无关。操作仅受输出功率和输入源串联电阻限制。对于低源阻抗输入，启动之后，输出可在低至 0.35V（典型值）的输入电压下保持稳压状态，产生 1 mA 的输出电流。

4.2.9 内部补偿

误差放大器及其关联的补偿网络使闭环系统变得完整，它们可以将输出电压与误差放大器输入的参考电压进行比较，并将放大后的反相信号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，消除电源电路过多的相位滞后和超前。所有必需的补偿元件和斜率补偿功能都进行了集成。

4.2.10 短路保护

不同于大多数升压转换器， MCP1642B/D 器件允许其输出在正常工作期间短路。内部限流和过温保护会在短路、过流和过温期间限制工作条件并保护器件。以输入 / 输出旁路模式工作时，P 沟道限流会被禁止，从而最大程度降低静态电流。

4.2.11 低噪声操作

MCP1642B/D 器件集成了低噪声抗振铃开关，它可以抑制以非连续电感电流模式工作时，通常在升压转换器开关节点上观察到的振荡。这可以消除高频辐射噪声。

4.2.12 过温保护

MCP1642B/D 器件中集成了过温保护电路。该电路会监视器件结温，并在结温超出典型的 +150°C 阈值时关闭器件。如果超过该阈值，器件将在结温下降 35°C 时自动重新启动。在过温条件下，软启动会复位。

© 2015 Microchip Technology Inc.

5.0 应用信息

5.1 典型应用

MCP1642B/D 同步升压稳压器可以在宽泛的输入和输出电压范围内工作。对于几十种负载范围，电源效率都很高。输出电流能力会随输入电压的上升而上升，随输出电压的上升而下降。最大输出电流取决于 N 沟道峰值电流限制。本数据手册中提供了典型特性曲线，用于说明典型输出电流能力。

5.2 可调输出电压计算

要计算 MCP1642B/D 的电阻分压器值，可以使用以下公式。其中，R_{TOP} 与 V_{OUT} 连接，R_{BOT} 与 GND 连接，两者均与 V_{FB} 输入引脚连接：

公式 5-1：

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

例 1：

V_{OUT} = 3.3V
V_{FB} = 1.21V
R_{BOT} = 309 kΩ
R_{TOP} = 533.7 kΩ（标准值 = 536 kΩ）

例 2：

V_{OUT} = 5.0V
V_{FB} = 1.21V
R_{BOT} = 309 kΩ
R_{TOP} = 967.9 kΩ（标准值 = 976 kΩ）

电阻值较高时，存在一些潜在的问题。对于较小的贴片电阻，环境污染会产生泄漏路径，这将明显改变电阻分压器比率，从而影响输出电压。 FB 输入泄漏电流也会影响分压器，改变输出电压容差。

对于升压转换器，必须避免在工作期间断开反馈电阻。在这种情况下，输出电压会升至高于 MCP1642B/D 的绝对最大输出限制并损坏器件（关于更多信息，请参见应用笔记 AN1337）。

在脉冲负载应用中，通过在补偿环路中添加一个零点来减少过冲和下冲。将一个小电容（例如，27 pF 或 33 pF）与上部反馈电阻并联可以减少输出尖峰。这个小电容还可以衰减在器件为低负载 （从 75 mA 到 150 mA）供电时和 ($V_{OUT} - V_{IN}$) < 0.6V 条件下在输出纹波中可能出现的低频成分 （见图 6-1 中的应用示例）。

5.2.1 $V_{IN} > V_{OUT}$ 的情况

$V_{IN} > V_{OUT}$ 时，输出电压不会保持稳压。$V_{IN} > V_{OUT}$ 对于升压转换器是一种异常情况，在使用两节碱性电池（典型值为 2 x 1.6V）升压至 3.0V 输出时会发生常见问题。除非预期在 V_{OUT} 上出现高于 PWM 输出纹波的低频频率，否则 V_{OUT} 和 V_{IN} 之间必须确保大约 200 mV 至 300 mV 的最小余量。该纹波及其频率取决于 V_{IN}。

5.3 电源正常输出

电源正常输出旨在用于提供关于器件输出状态的信息。电源正常比较器在 V_{OUT} 达到稳压值的大约 90% 时触发（在下降沿）。

PG 引脚是一个漏极开路输出，应通过外部上拉电阻连接到 V_{OUT}。建议使用一个高值电阻 （从输出吸取电流），以便降低与I/O PIC MCU端口进行接口时的功耗。

电源正常模块由输入和输出电压之间的较大者在内部供电，所需的最小电压为 0.9V。对于电源正常引脚以上拉连接到外部电源的应用，这非常重要。如果输出电压小于 0.9V （例如，由于发生过流情况或输出短路，以及如果器件处于关断状态——EN = GND），则输入电压必须要足够高才能驱动电源正常电路。

电源正常延时在 V_{OUT} 开始稳压的时刻和电源正常输出产生响应的时刻之间测量。电源正常响应时间在 V_{OUT} 压降超出稳压值 10% 的时刻和电源正常输出变为低电平的时刻之间测量。直流特性表中规定了电源正常延时和电源正常响应时间。此外，不存在任何消隐时间或延时；只有电源正常比较器 3% 的滞后。由于动态响应的原因，MCU 必须解释更长的瞬变。

当 V_{OUT} 恢复到高于 93% 的电压值时，PG 引脚会切换为高电平。

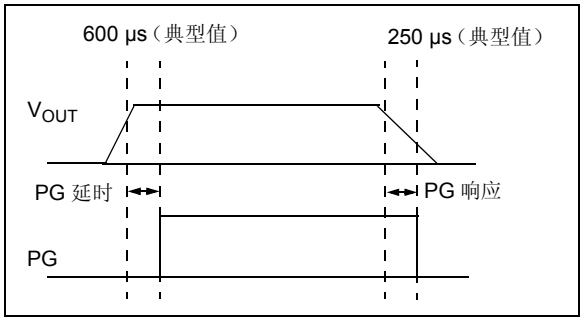


图 5-1：　　电源正常时序图

5.4　输入电容选择

升压输入电流通过升压电感进行平滑，降低在输入处需要的滤波量。建议使用一些电容来与输入源进行去耦。ESR 很低的 X5R 或 X7R 非常适合，因为它们的温度系数低、尺寸小。对于低负载应用，输入处使用 4.7 µF 的电容已经足够。对于源阻抗很高或电池与输入连接的引线很长的高功率应用，建议使用 10 µF 的电容。此外，还可以增加额外输入电容来提供稳定的输入电压。

表 5-1 列出了输入电容值的建议范围。

5.5　输出电容选择

输出电容可以在突发性的负载瞬变期间帮助您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，X5R 和 X7R 陶瓷电容都非常适合于该应用。使用 ESR 较大的其他电容类型（铝电容或钽电容）会影响转换器的效率 （见 AN1337）和最大输出功率。

MCP1642B/D 器件会在内部进行补偿，所以输出电容范围受到限制。关于建议的输出电容范围，请参见表 5-1。

高于 10 µF 的输出电容可以带来更好的负载阶跃响应和高频噪声衰减，特别是在从低电流负载阶跃至高电流负载时。此外，使用 2 个 10 µF 输出电容可以确保在短暂过载后更好地恢复输出。

在 N 沟道开关导通时，输出电流由输出电容 C_{OUT} 提供。输出电容量和等效串联电阻会对输出纹波电压产生明显影响。在 C_{OUT} 提供负载电流时，在它的内部 ESR 上也会产生电压降，导致纹波电压。

公式 5-2：

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

其中：

dV = 纹波电压

dt = N 沟道开关的开启时间（DC x $1/F_{SW}$）

表 5-1 列出了输入和输出电容值的建议范围。

表 5-1：　　电容值范围

	C_{IN}	C_{OUT}
最小值	4.7 µF	10 µF
最大值	—	100 µF

5.6　电感选择

MCP1642B/D 器件设计为与小型的贴片电感一起使用；电感值的范围为 2.2 µH 至 6.8 µH。为了在电感尺寸、转换器负载瞬态响应和最小噪声之间实现良好平衡，建议选择 4.7 µH 的电感值。

表 5-2：　　MCP1642B/D 建议电感

部件编号	值（µH）	DCR Ω（典型值）	I_{SAT}（A）	尺寸 WxLxH（mm）
Coilcraft				
LPS4018-472	4.7	0.125	1.9	4.1x4.1x1.8
XFL4020-472	4.7	0.057	2.7	4.2x4.2x2.1
LPS5030-472	4.7	0.083	2	5x5x3
LPS6225-472	4.7	0.065	3.2	6.2x6.2x2.5
MSS6132-472	4.7	0.043	2.84	6.1x6.1x3.2
Würth Elektronik				
744025004 Type WE-TPC	4.7	0.1	1.7	2.8x2.8x2.8
744042004 WE-TPC	4.7	0.07	1.65	4.8x4.8x1.8
744052005 WE-TPC	5	0.047	1.8	5.8x5.8x1.8
7447785004 WE-PD	4.7	0.06	2.5	6.2x5.9x3.3
TDK/EPCOS				
B82462A2472M000	4.7	0.084	2.00	6.0x6.0x2.5
B82462G4472M	4.7	0.04	1.8	6.3x6.3x3.0

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 （ESR）。对于升压转换器，电感的电流可以远高于输出电流。电感 ESR 越低，转换器的效率就越高，这是常见的尺寸和效率之间的权衡。

饱和电流通常规定这样一个电流点：电感在此处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%。当电感下降时，电感纹波电流会上升，峰值开关电流也是如此。需要避免电感下降太多，从而导致开关电流达到峰值限制，这一点非常重要。

© 2015 Microchip Technology Inc.

5.7 温度计算

MCP1642B/D 器件提供了两种不同的封装 （MSOP-8 和2x3 DFN-8）。通过计算功耗并应用封装热阻（θ_{JA}），可以估算得到结温。MCP1642B/D 系列器件的最大连续结温额定值为 +125°C。

要快速估算开关升压稳压器的内部功耗，可以使用测量的效率通过经验公式进行计算。测量的效率一定时，可以通过公式 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（输送功率）之间的差值就是 MCP1642B/D 器件的功耗。此估算假定大部分功率损失发生在MCP1642B/D 内部，而不是在 C_{IN}、C_{OUT} 和电感上。在升压电感中存在一定比例的功率损失，输入和输出电容中的损失极低。要更精确地估算内部功耗，可以减去 $I_{INRMS}^2 \times L_{ESR}$ 功耗。

5.8 PCB 布板信息

良好的印制电路板布线技术对于任何开关电路都非常重要，开关电源也不例外。为开关高电流路径进行布线时，应使用短且宽的走线。因此，输入和输出电容的位置应尽可能靠近MCP1642B/D，从而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。

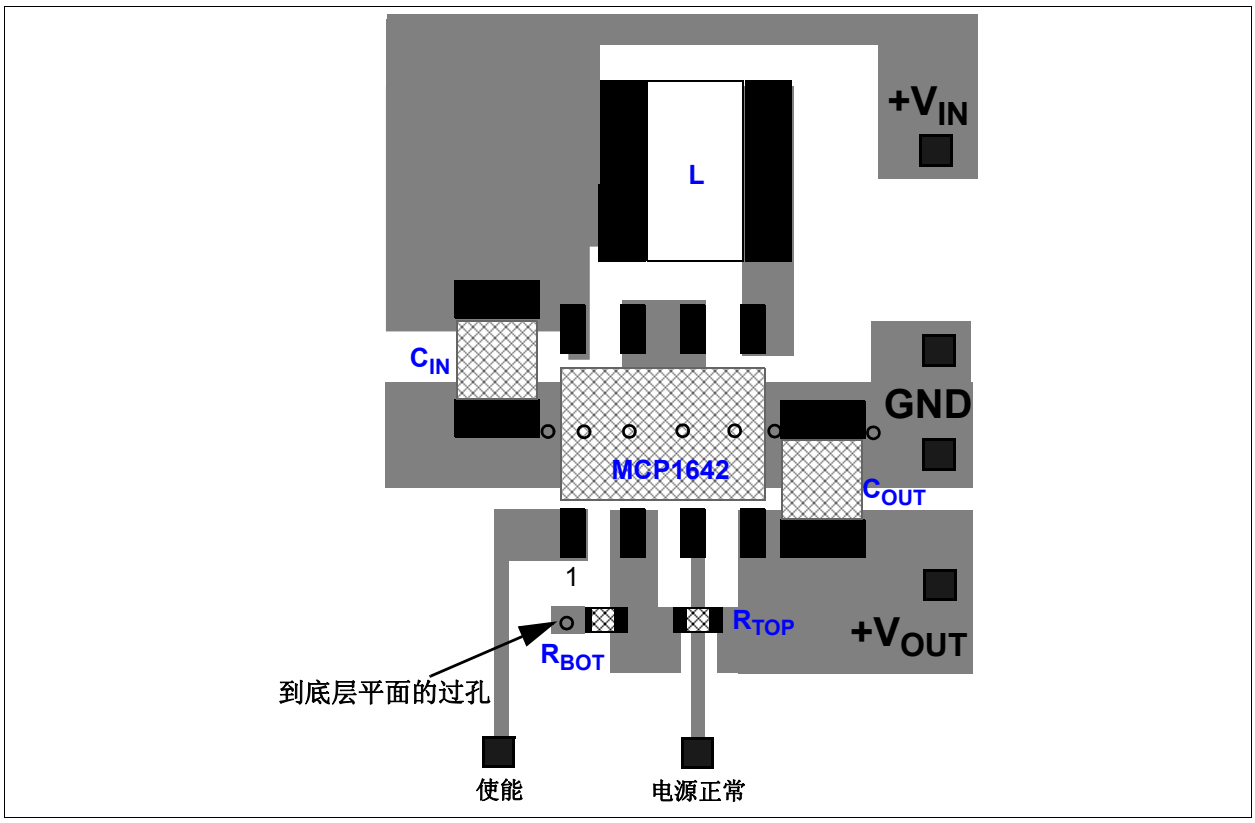


图 5-2：　　MCP1642B/D 建议布板，同时适用于两种封装。

6.0 典型应用电路

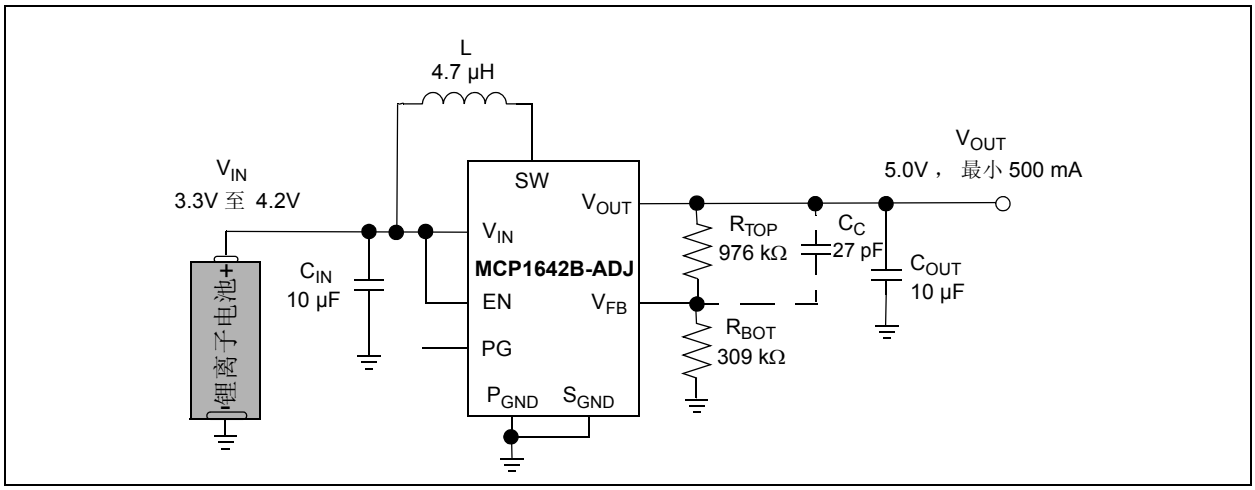
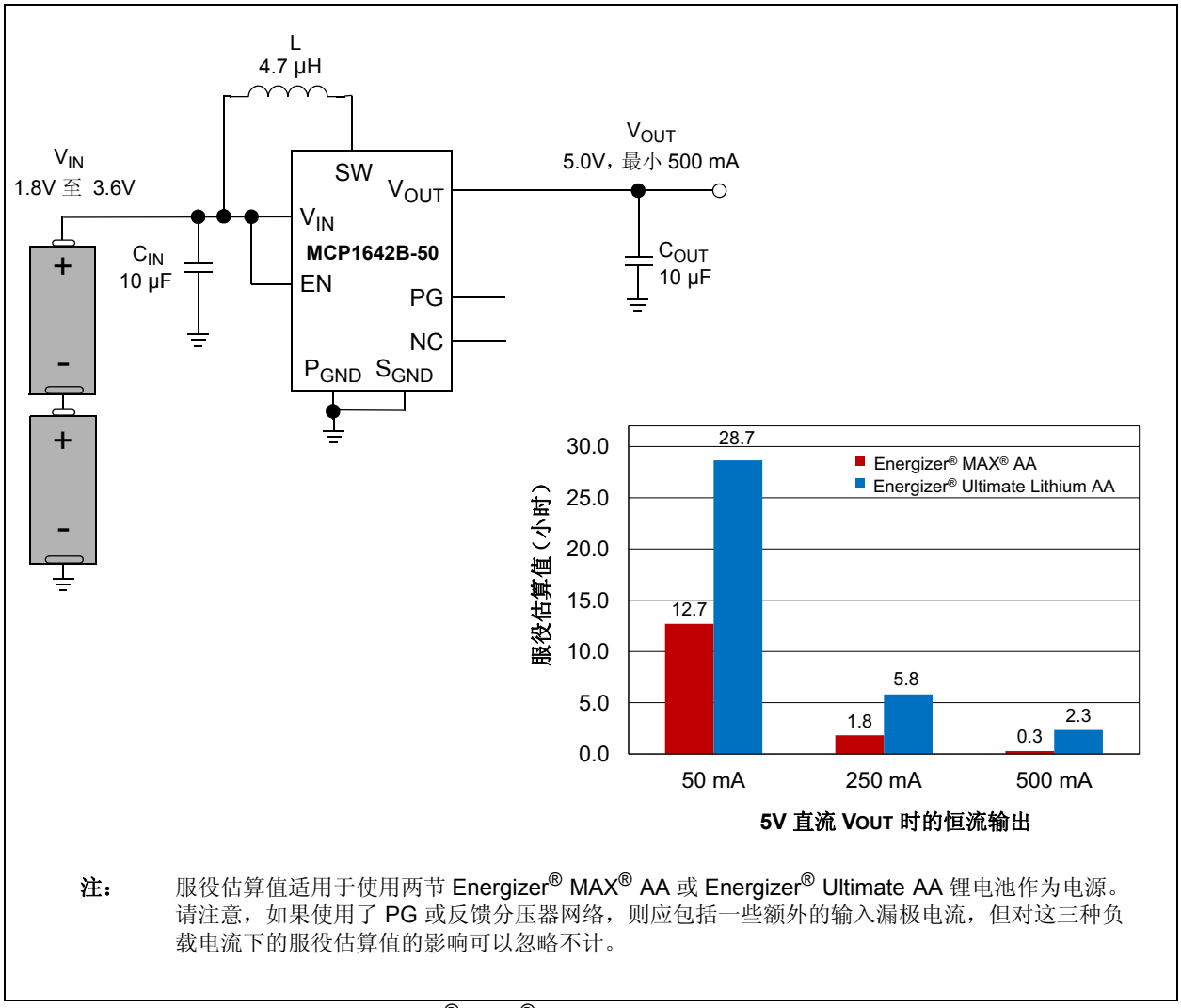


图 6-1： 使用锂离子电池供电的便携式 USB



注： 服役估算值适用于使用两节 Energizer® MAX® AA 或 Energizer® Ultimate AA 锂电池作为电源。请注意，如果使用了 PG 或反馈分压器网络，则应包括一些额外的输入漏极电流，但对这三种负载电流下的服役估算值的影响可以忽略不计。

图 6-2： 通过两节 Energizer® MAX® AA 或 Energizer Ultimate AA 锂电池供电并使用 MCP1642B 的 5.0V 固定选项的便携式 USB。

© 2015 Microchip Technology Inc.

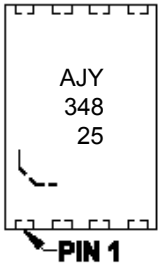
7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

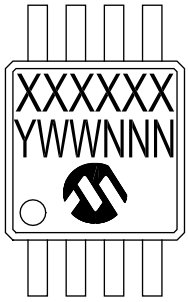
8 引脚 DFN（2x3x0.9 mm）

部件编号	代码
MCP1642B-18I/MC	AJY
MCP1642BT-18I/MC	AJY
MCP1642B-30I/MC	AJU
MCP1642BT-30I/MC	AJU
MCP1642B-33I/MC	AJQ
MCP1642BT-33I/MC	AJQ
MCP1642B-50I/MC	AJL
MCP1642BT-50I/MC	AJL
MCP1642B-ADJI/MC	AKC
MCP1642BT-ADJI/MC	AKC
MCP1642D-18I/MC	AKA
MCP1642DT-18I/MC	AKA
MCP1642D-30I/MC	AJW
MCP1642DT-30I/MC	AJW
MCP1642D-33I/MC	AJS
MCP1642DT-33I/MC	AJS
MCP1642D-50I/MC	AJN
MCP1642DT-50I/MC	AJN
MCP1642D-ADJI/MC	AKE
MCP1642DT-ADJI/MC	AKE

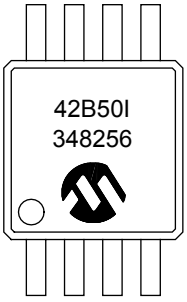
示例



8 引脚 MSOP（3x3 mm）



示例

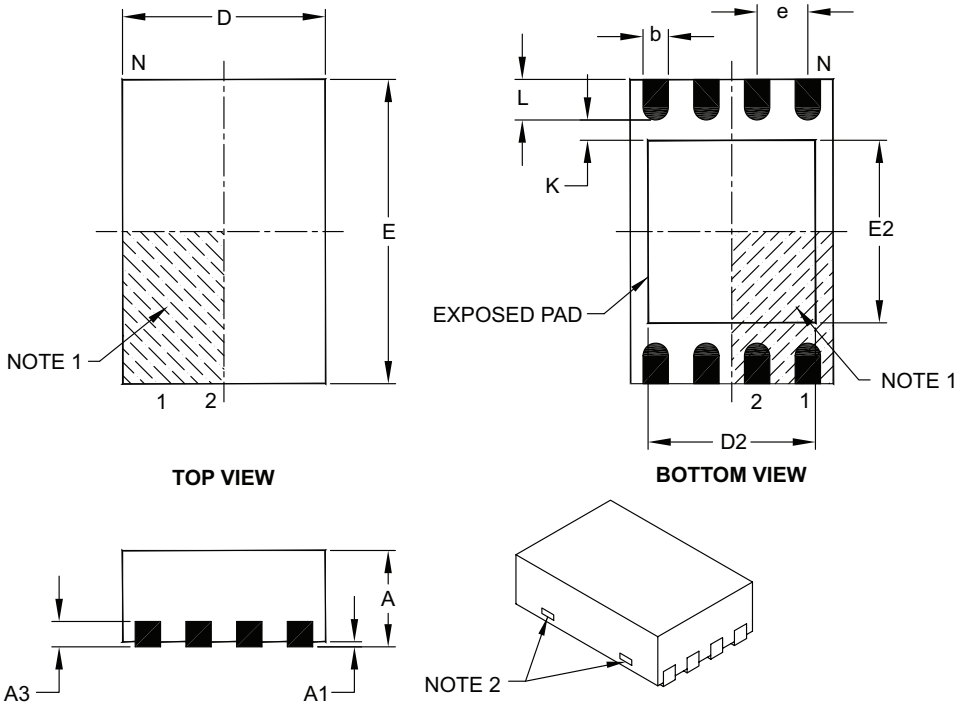


图注：	XX...X	客户指定信息
	Y	年份代码 （日历年的最后一位数字）
	YY	年份代码 （日历年的最后两位数字）
	WW	星期代码 （一月一日的星期代码为 “01”）
	NNN	以字母数字排序的追踪代码
	(e3)	雾锡 （Matte Tin， Sn）的 JEDEC® 无铅标志
	*	表示无铅封装。 JEDEC 无铅标志 （(e3)）标示于此种封装的外包装上。

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。

8 引脚塑封双列扁平无脚封装 （MC）——主体 2x3x0.9 mm [DFN]

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	0.80	0.90	1.00
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	1.30	–	1.55
Exposed Pad Width	E2	1.50	–	1.75
Contact Width	b	0.20	0.25	0.30
Contact Length	L	0.30	0.40	0.50
Contact-to-Exposed Pad	K	0.20	–	–

Notes:

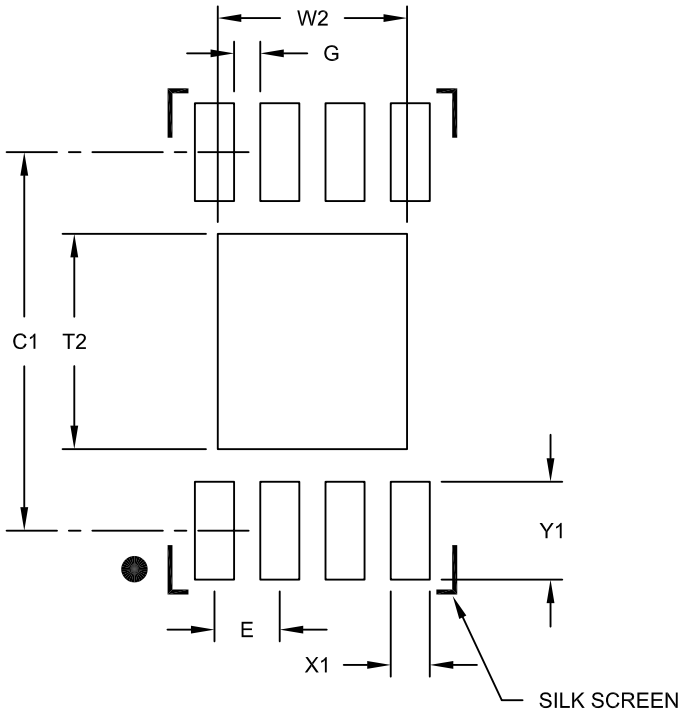
1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package may have one or more exposed tie bars at ends.
3. Package is saw singulated.
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
   REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-123C

© 2015 Microchip Technology Inc.

8 引脚塑封双列扁平无脚封装 （MC）——主体 2x3x0.9 mm [DFN]

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			1.45
Optional Center Pad Length	T2			1.75
Contact Pad Spacing	C1		2.90	
Contact Pad Width (X8)	X1			0.30
Contact Pad Length (X8)	Y1			0.75
Distance Between Pads	G	0.20		

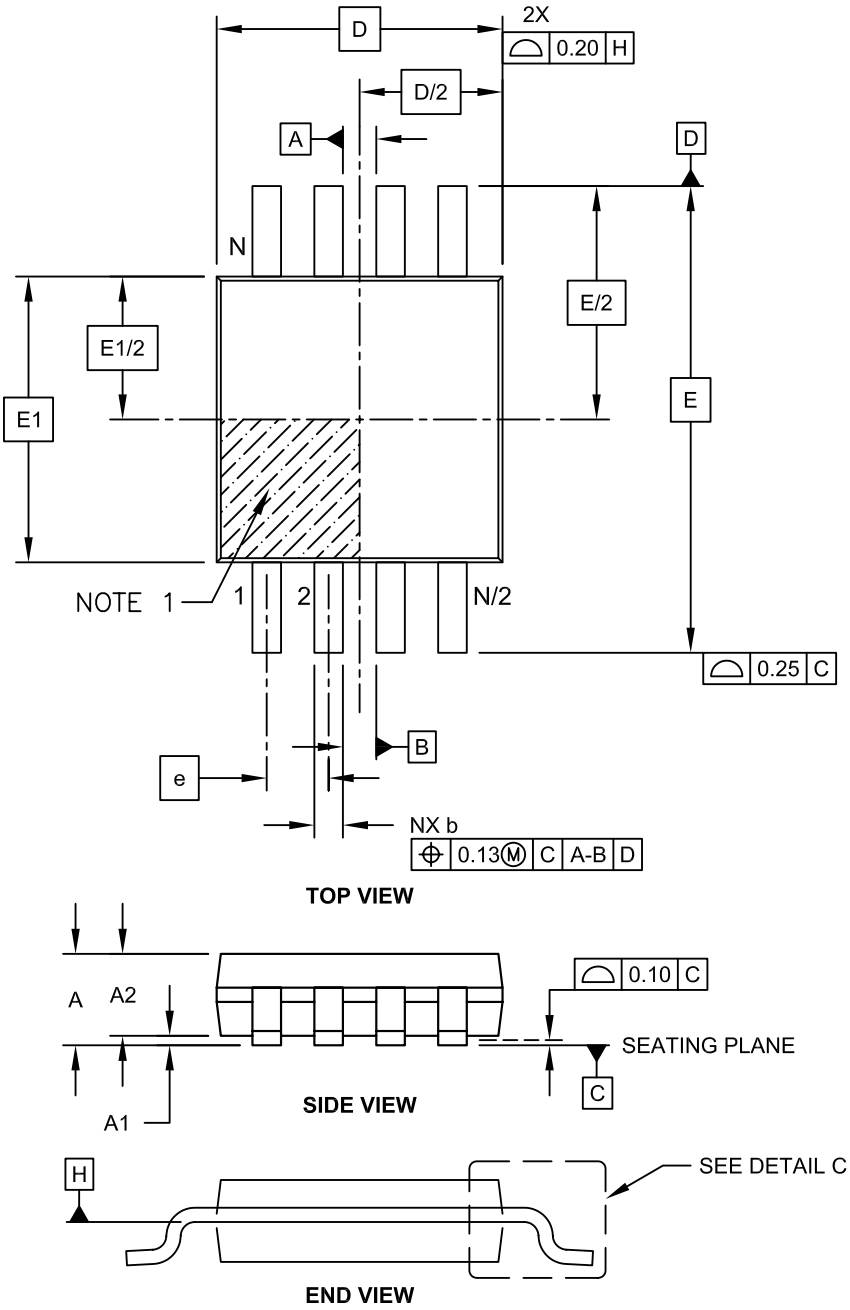
Notes:

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2123B

8 引脚塑封微小外形封装 （MS） [MSOP]

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

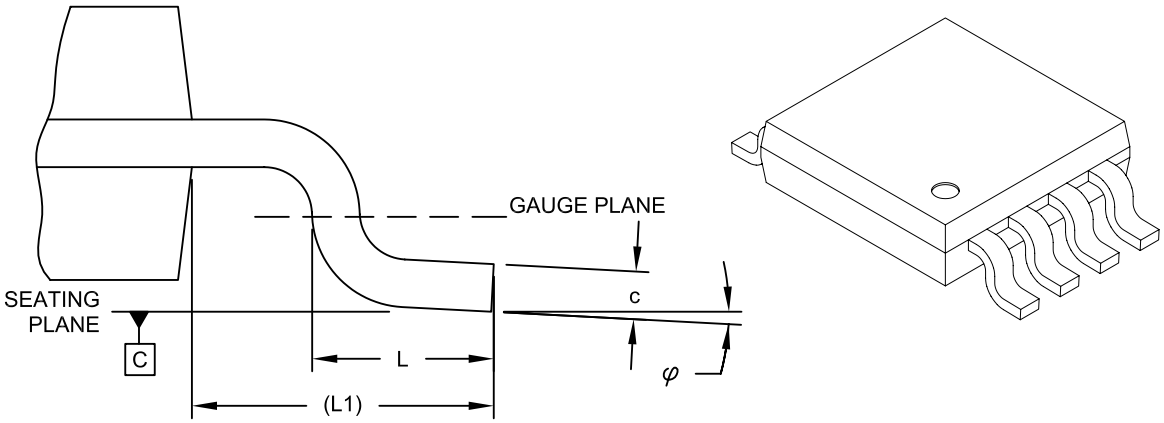


Microchip Technology Drawing C04-111C Sheet 1 of 2

© 2015 Microchip Technology Inc.

8 引脚塑封微小外形封装 （MS） [MSOP]

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



DETAIL C

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N		8	
Pitch	e		0.65 BSC	
Overall Height	A	-	-	1.10
Molded Package Thickness	A2	0.75	0.85	0.95
Standoff	A1	0.00	-	0.15
Overall Width	E		4.90 BSC	
Molded Package Width	E1		3.00 BSC	
Overall Length	D		3.00 BSC	
Foot Length	L	0.40	0.60	0.80
Footprint	L1		0.95 REF	
Foot Angle	φ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.08	-	0.23
Lead Width	b	0.22	-	0.40

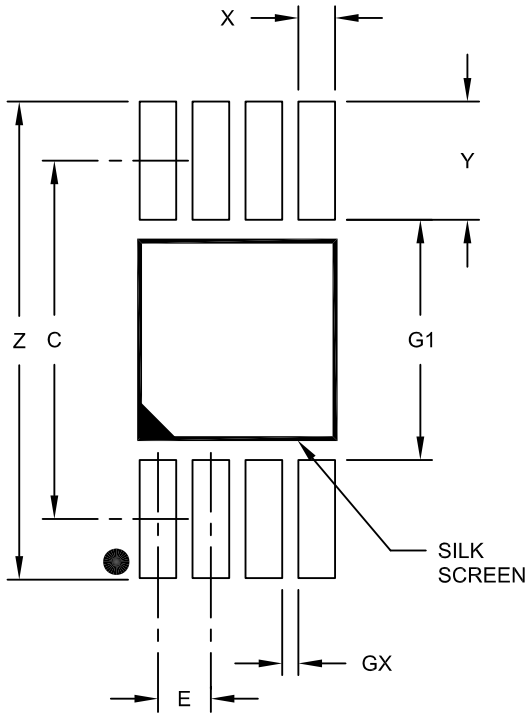
Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
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 C04-111C Sheet 2 of 2

8 引脚塑封微小外形封装 （MS） [MSOP]

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		0.65 BSC	
Contact Pad Spacing	C		4.40	
Overall Width	Z			5.85
Contact Pad Width (X8)	X1			0.45
Contact Pad Length (X8)	Y1			1.45
Distance Between Pads	G1	2.95		
Distance Between Pads	GX	0.20		

Notes:

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

Microchip Technology Drawing No. C04-2111A

© 2015 Microchip Technology Inc.

附录 A: 版本历史

版本 A （2014 年 12 月）

- 本文档的初始版本。

注：

© 2015 Microchip Technology Inc.

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请联系您当地的 Microchip 销售代表或各销售办事处。

部件编号	[X](1)	X	X	/XX
器件	卷带式	输出电压	温度范围	封装

器件：	MCP1642B：	带真正输出断路的 1A、 1 MHz 低启动电压同步升压稳压器	
	MCP1642D：	带输入至输出旁路的 1A、 1 MHz 低启动电压同步升压稳压器	
输出电压：	18	=	1.8V
	30	=	3.0V
	33	=	3.3V
	50	=	5.0V
	ADJ	=	可调输出电压
温度范围：	I	=	-40°C 至 +85°C （工业级）
封装：	MC	=	塑封双列扁平无脚封装——主体 2x3x0.9 mm （DFN）
	MS	=	塑封微小外形封装 （MSOP）

示例：

a) MCP1642B-18I/MC： 工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

b) MCP1642BT-18I/MC： 卷带式，工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

c) MCP1642B-ADJI/MC： 工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

d) MCP1642BT-ADJI/MC：卷带式，工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

e) MCP1642B-18I/MS： 工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

f) MCP1642BT-18I/MS： 卷带式，工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

g) MCP1642B-ADJI/MS： 工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

h) MCP1642BT-ADJI/MS：卷带式，工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

a) MCP1642D-18I/MC： 工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

b) MCP1642DT-18I/MC： 卷带式，工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

c) MCP1642D-ADJI/MC： 工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

d) MCP1642DT-ADJI/MC：卷带式，工业级温度，8 引脚 2x3 DFN 封装

e) MCP1642D-18I/MS： 工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

f) MCP1642DT-18I/MS： 卷带式，工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

g) MCP1642D-ADJI/MS： 工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

h) MCP1642DT-ADJI/MS：卷带式，工业级温度，8 引脚 MSOP 封装

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。关于封装是否提供卷带式选项的信息，请咨询当地的 Microchip 销售办事处。

注：

© 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。除非另外声明，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：978-1-63277-535-1

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.