

## 用于 PIC<sup>®</sup> 单片机的低电压输入升压稳压器

### 特性:

- 典型效率最高可达 96%
- 425 mA 典型峰值输入电流限制:
  - $I_{OUT} > 50 \text{ mA @ } 1.2\text{V } V_{IN}, 3.3\text{V } V_{OUT}$
  - $I_{OUT} > 175 \text{ mA @ } 2.4\text{V } V_{IN}, 3.3\text{V } V_{OUT}$
  - $I_{OUT} > 175 \text{ mA @ } 3.3\text{V } V_{IN}, 5.0\text{V } V_{OUT}$
- 低启动电压: 0.65V, 典型输出 3.3V  $V_{OUT @ 1 \text{ mA}}$
- 低输入工作电压: 0.35V, 典型输出 3.3V  $V_{OUT @ 1 \text{ mA}}$
- 可调节输出电压范围: 2.0V 至 5.5V
- 最大输入电压  $\leq V_{OUT} < 5.5\text{V}$
- 自动 PFM/PWM 操作 (MCP1624)
- 仅 PWM 操作 (MCP1623)
- PWM 频率为 500 kHz
- 低器件静态电流: 19  $\mu\text{A}$  (典型 PFM 模式)
- 内部同步整流器
- 内部补偿
- 浪涌限流和内部软启动
- 真正负载断路
- 关断电流 (所有状态):  $< 1 \mu\text{A}$
- 低噪声、抗振铃控制
- 过温保护
- SOT-23-6 和 2 x 3 DFN-8 封装

### 应用:

- 使用一节、两节或三节碱性电池和镍氢 / 镍镉电池的低功耗 PIC<sup>®</sup> 单片机应用

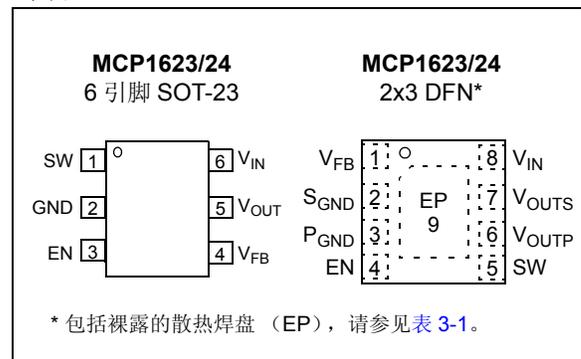
### 概述:

MCP1623/24 是一款紧凑的高效率固定频率的同步升直 / 直流转换器。它为通过一节、两节或三节碱性电池、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 PIC 单片机应用提供一种易用的电源解决方案。

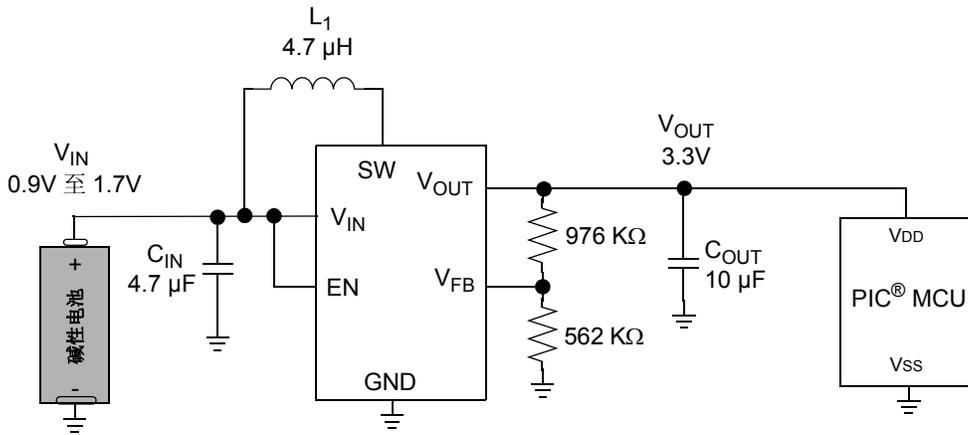
稳压器采用了低电压技术，支持以 0.65V 低电压输入启动，不会产生高浪涌电流或输出电压过冲现象。器件通过集成低电阻 N 沟道升压开关和同步 P 沟道开关来实现高效率。集成了所有补偿和保护电路，以最大程度减少外部元件。对于待机应用，在无负载工作时，MCP1624 仅消耗 19  $\mu\text{A}$  的电流。MCP1623 器件还提供了仅在 PWM 模式下工作的选项。

在禁止 (EN = GND) 时，通过去除从输入到输出的正常升压稳压器二极管路径，“真正”负载断路模式会将输入与输出隔离。该模式消耗的输入电流小于 1  $\mu\text{A}$ 。输出电压通过一个小的外部电阻分压器进行设置。

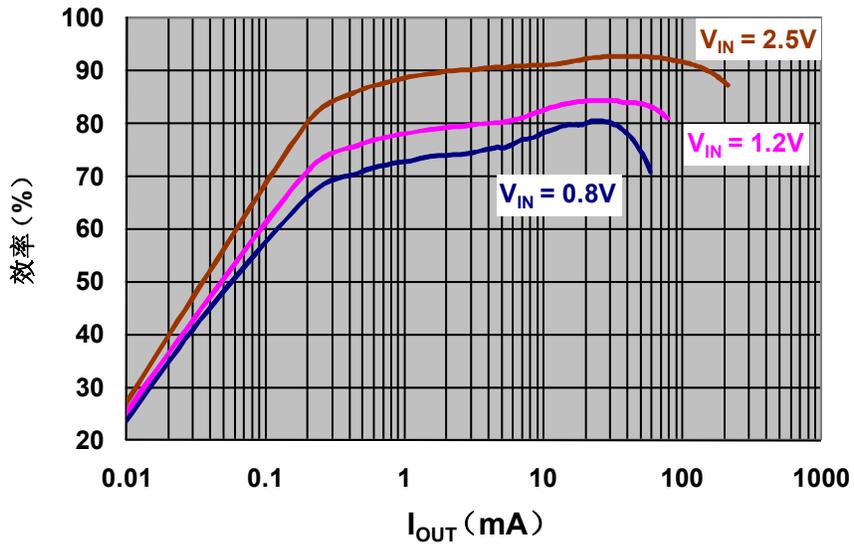
### 封装



# MCP1623/24



MCP1623/24 典型应用电路



MCP1624 效率— $I_{OUT}$  关系曲线 ( $V_{OUT} = 3.3V$ )

图 1: 典型应用

## 1.0 电气特性

### 绝对最大额定值 †

EN、FB、 $V_{IN}$ 、 $V_{SW}$ 和 $V_{OUT} - GND$ .....	+6.5V
EN 和 FB .... $< V_{OUT}$ 和 $V_{IN}$ 的较大者 > (GND - 0.3V)	
输出短路电流 .....	连续
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 .....	3 kV
MM .....	300V

†注 如果器件工作条件超过上述“最大额定值”，可能引起器件永久性损坏。这仅是极限参数，我们不建议器件工作在极限值甚至超过上述极限值。器件长时间工作在极限条件下可能会影响其可靠性。

### 直流特性

电气特性: 除非另外说明, 否则  $V_{IN} = 1.2V$ ,  $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ,  $L = 4.7 \mu H$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 15 mA$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。  
粗体数值适用的  $T_A$  范围为  $-40^\circ C$  至  $+85^\circ C$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>输入特性</b>						
最小启动电压	$V_{IN}$	—	0.65	<b>0.8</b>	V	注 1
启动后的最小输入电压	$V_{IN}$	—	0.35	—	V	注 1
输出电压调节范围	$V_{OUT}$	<b>2.0</b>	—	<b>5.5</b>	V	$V_{OUT} \geq V_{IN}$ ; 注 2
最大输出电流	$I_{OUT}$	<b>50</b>	—	—	mA	1.5V $V_{IN}$ , 3.3V $V_{OUT}$
反馈电压	$V_{FB}$	<b>1.120</b>	1.21	<b>1.299</b>	V	—
反馈输入偏置电流	$I_{VFB}$	—	10	—	pA	—
静态电流——PFM 模式	$I_{QPFM}$	—	19	30	$\mu A$	在 $V_{OUT} = 4.0V$ 时测得; $EN = V_{IN}$ , $I_{OUT} = 0 mA$ ; 注 3
静态电流——PWM 模式	$I_{QPWM}$	—	220	—	$\mu A$	在 $V_{OUT}$ 时测得; $EN = V_{IN}$ , $I_{OUT} = 0 mA$ ; 注 3
静态电流——关断	$I_{QSHDN}$	—	0.7	2.3	$\mu A$	$V_{OUT} = EN = GND$ ; 包括 N 沟道和 P 沟道开关泄漏 电流
NMOS 开关泄漏电流	$I_{NLK}$	—	0.3	1	$\mu A$	$V_{IN} = V_{SW} = 5V$ ; $V_{OUT} = 5.5V$ , $V_{EN} = V_{FB} = GND$
PMOS 开关泄漏电流	$I_{PLK}$	—	0.05	0.2	$\mu A$	$V_{IN} = V_{SW} = GND$ ; $V_{OUT} = 5.5V$
NMOS 开关开启电阻	$R_{DS(ON)N}$	—	0.6	—	$\Omega$	$V_{IN} = 3.3V$ , $I_{SW} = 100 mA$
PMOS 开关开启电阻	$R_{DS(ON)P}$	—	0.9	—	$\Omega$	$V_{IN} = 3.3V$ , $I_{SW} = 100 mA$

- 注 1: 3.3 k $\Omega$  阻性负载, 3.3V  $V_{OUT}$  (1 mA)。  
 2: 对于  $V_{IN} > V_{OUT}$ ,  $V_{OUT}$  不会保持稳压。  
 3:  $I_Q$  从  $V_{OUT}$  测量得到;  $V_{IN}$  静态电流将随升压比率而改变。  $V_{IN}$  静态电流可以通过以下公式估算:  
 ( $I_{QPFM} * (V_{OUT}/V_{IN})$ ) 和 ( $I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN})$ )。  
 4: 220 $\Omega$  阻性负载, 3.3V  $V_{OUT}$  (15 mA)。  
 5: 峰值电流限制由特性决定, 未经生产测试。

# MCP1623/24

## 直流特性 (续)

电气特性: 除非另外说明, 否则  $V_{IN} = 1.2V$ ,  $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ,  $L = 4.7 \mu H$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 15 mA$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。  
粗体数值适用的  $T_A$  范围为  $-40^\circ C$  至  $+85^\circ C$ 。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
NMOS 峰值开关电流极限	$I_{N(MAX)}$	300	425	—	mA	注 5
$V_{OUT}$ 精度	$V_{OUT\%}$	-7.4	—	+7.4	%	包括线路和负载稳定度; $V_{IN} = 1.5V$ , $I_{OUT} = 50 mA$
线路稳定度	$ \Delta V_{OUT}/V_{OUT}  / \Delta V_{IN}$	—	0.01	—	%/V	$V_{IN} = 1.5V$ 至 $3V$ $I_{OUT} = 25 mA$
负载稳定度	$ \Delta V_{OUT}/V_{OUT} $	—	0.01	—	%	$I_{OUT} = 25 mA$ 至 $50 mA$ ; $V_{IN} = 1.5V$
最大占空比	$DC_{MAX}$	—	90	—	%	
开关频率	$f_{SW}$	370	500	630	kHz	
EN 输入逻辑高电平	$V_{IH}$	90	—	—	$V_{IN}$ 的 %	$I_{OUT} = 1 mA$
EN 输入逻辑低电平	$V_{IL}$	—	—	20	$V_{IN}$ 的 %	$I_{OUT} = 1 mA$
EN 输入泄漏电流	$I_{ENLK}$	—	0.005	—	$\mu A$	$V_{EN} = 5V$
软启动时间	$t_{SS}$	—	750	—	$\mu S$	EN 低电平至高电平, $V_{OUT}$ 的 90%; 注 4
热关断裸片温度	$T_{SD}$	—	150	—	$^\circ C$	
裸片温度滞后	$T_{SDHYS}$	—	10	—	$^\circ C$	

- 注 1: 3.3 k $\Omega$  阻性负载, 3.3V  $V_{OUT}$  (1 mA)。  
 注 2: 对于  $V_{IN} > V_{OUT}$ ,  $V_{OUT}$  不会保持稳压。  
 注 3:  $I_Q$  从  $V_{OUT}$  测量得到;  $V_{IN}$  静态电流将随升压比率而改变。  $V_{IN}$  静态电流可以通过以下公式估算:  
 ( $I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN})$ ) 和 ( $I_{QPWM} * (V_{OUT}/V_{IN})$ )。  
 注 4: 220 $\Omega$  阻性负载, 3.3V  $V_{OUT}$  (15 mA)。  
 注 5: 峰值电流限制由特性决定, 未经生产测试。

## 温度规范

电气规范:						
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
<b>温度范围</b>						
工作结温范围	$T_J$	-40	—	+125	$^\circ C$	稳定状态
储存温度范围	$T_A$	-65	—	+150	$^\circ C$	
最高结温	$T_J$	—	—	+150	$^\circ C$	瞬态
<b>封装热阻</b>						
热阻, 5 引脚 TSOT23	$\theta_{JA}$	—	192	—	$^\circ C/W$	EIA/JESD51-3 标准

## 2.0 典型性能曲线

注：以下图表来自有限数量样本的统计结果，仅供参考。此处列出的性能特性未经测试，我公司不做任何保证。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  $V_{IN} = EN = 1.2V$ ,  $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ,  $L = 4.7 \mu H$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{LOAD} = 15 mA$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

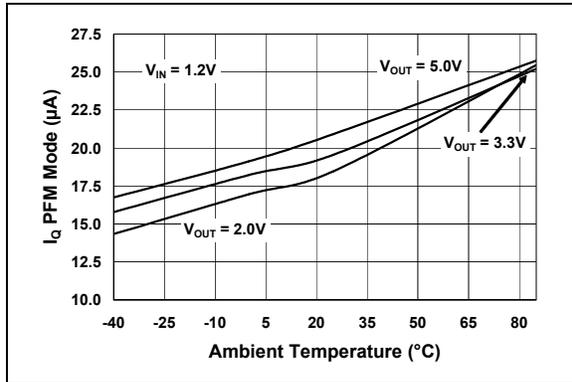


图 2-1: PFM 模式下的  $V_{OUT} I_Q$ —环境  
温度关系曲线

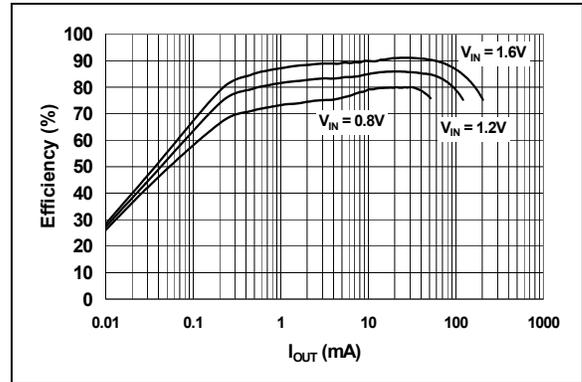


图 2-4: MCP1624 效率— $I_{OUT}$  关系曲线  
( $V_{OUT} = 2.0V$ )

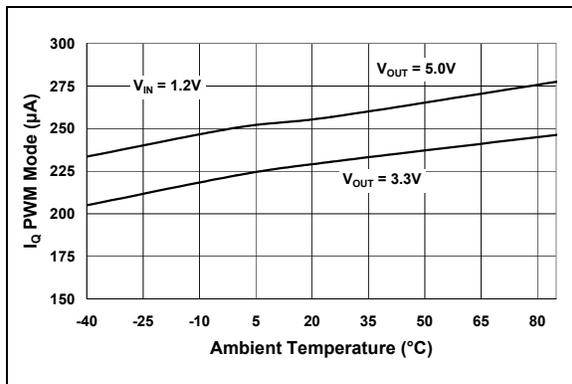


图 2-2: PWM 模式下的  $V_{OUT} I_Q$ —环境  
温度关系曲线

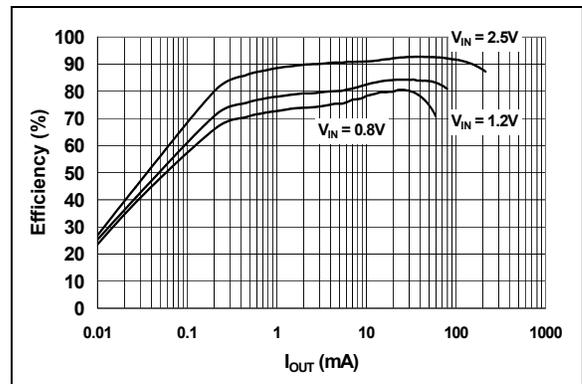


图 2-5: MCP1624 效率— $I_{OUT}$  关系曲线  
( $V_{OUT} = 3.3V$ )

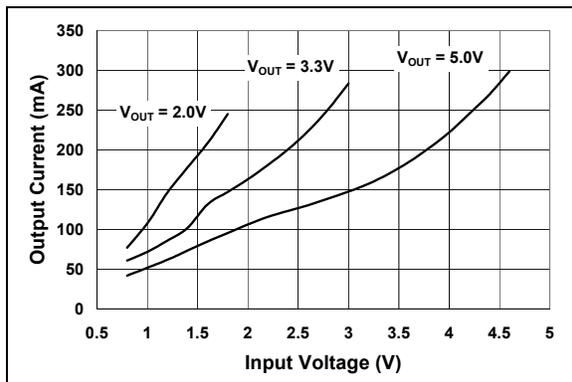


图 2-3: MCP1623/24  $I_{OUTMAX}$ — $V_{OUT}$   
关系曲线

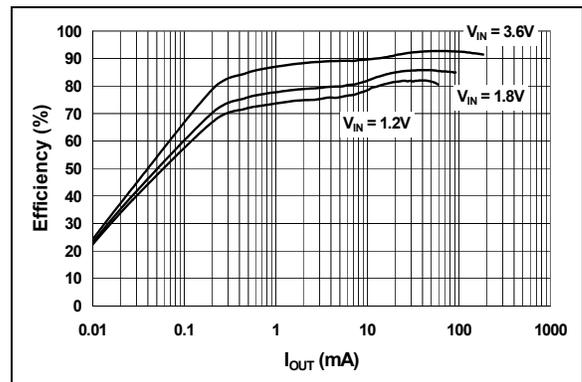


图 2-6: MCP1624 效率— $I_{OUT}$  关系曲线  
( $V_{OUT} = 5.0V$ )

# MCP1623/24

注：除非另外说明，否则  $V_{IN} = EN = 1.2V$ ,  $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ,  $L = 4.7 \mu H$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{LOAD} = 15 mA$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

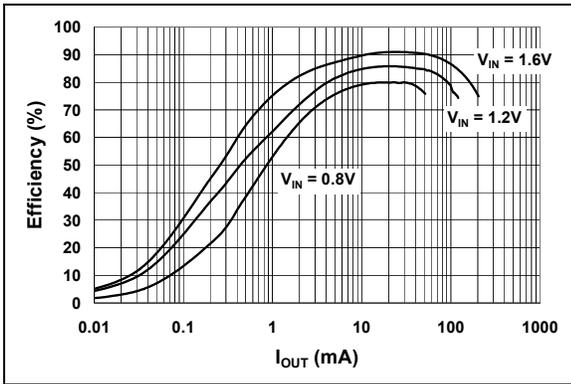


图 2-7: MCP1623 效率— $I_{OUT}$  关系曲线 ( $V_{OUT} = 2.0V$ )

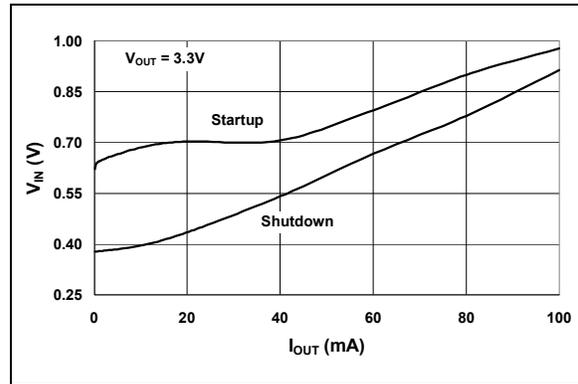


图 2-10: 进入阻性负载的最小启动和关断  $V_{IN}$ — $I_{OUT}$  关系曲线

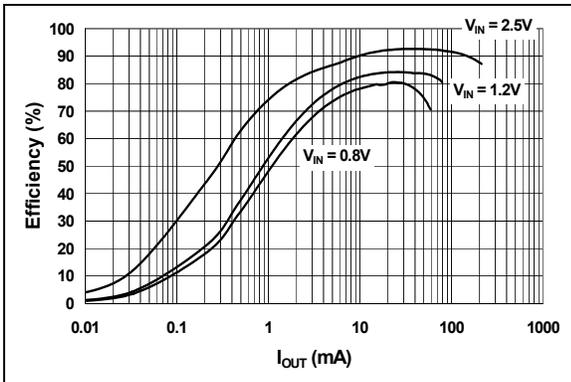


图 2-8: MCP1623 效率— $I_{OUT}$  关系曲线 ( $V_{OUT} = 3.3V$ )

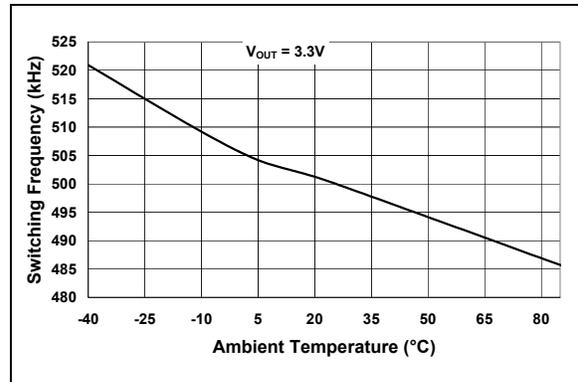


图 2-11:  $F_{OSC}$ —环境温度关系曲线

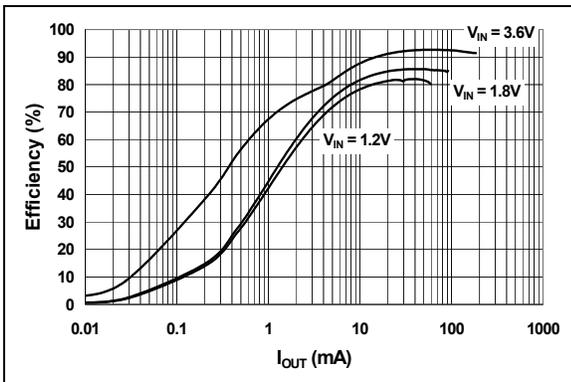


图 2-9: MCP1623 效率— $I_{OUT}$  关系曲线 ( $V_{OUT} = 5.0V$ )

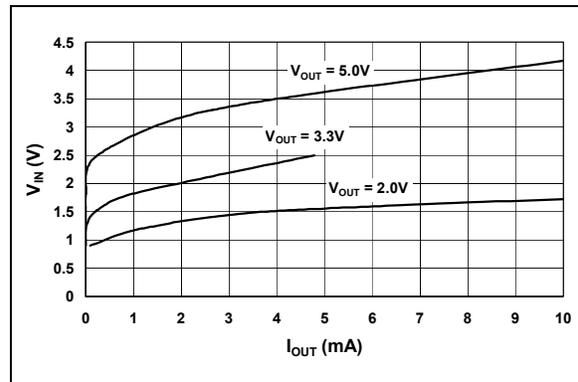


图 2-12: MCP1623 PWM 脉冲跳过模式阈值— $I_{OUT}$  关系曲线

注：除非另外说明，否则  $V_{IN} = EN = 1.2V$ ,  $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ,  $L = 4.7 \mu H$ ,  $V_{OUT} = 3.3V$ ,  $I_{LOAD} = 15 mA$ ,  $T_A = +25^\circ C$ 。

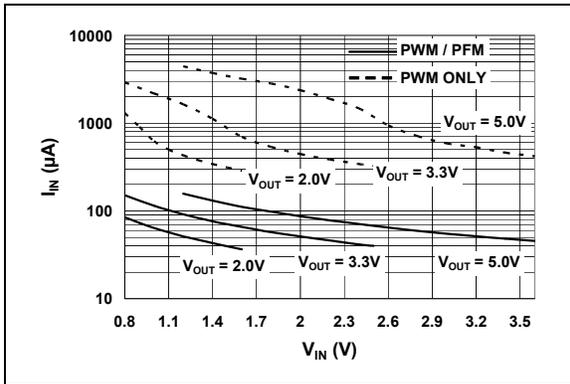


图 2-13: 输入无负载电流— $V_{IN}$  关系曲线

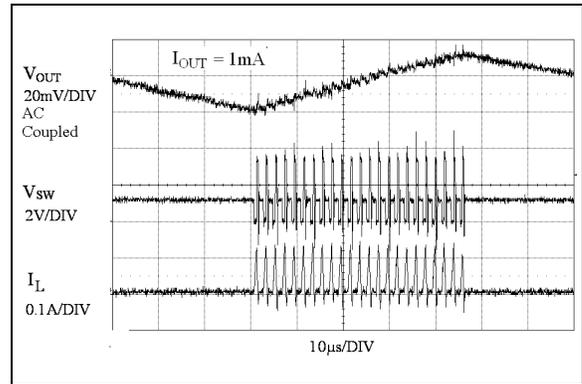


图 2-16: MCP1624 3.3V  $V_{OUT}$  PFM 模式波形

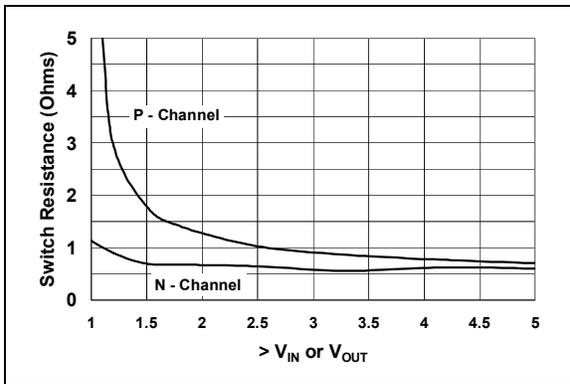


图 2-14: N 沟道和 P 沟道  $R_{DS(on)}$ — $V_{IN}$  和  $V_{OUT}$  的较大者关系曲线

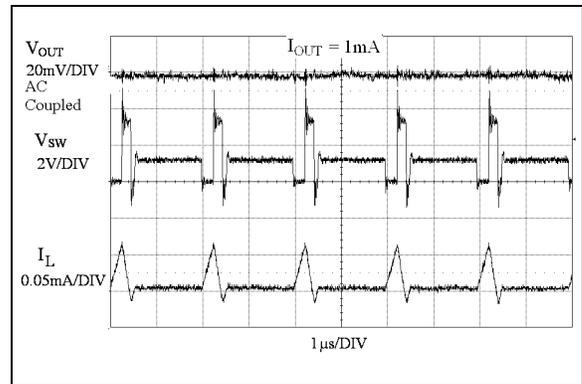


图 2-17: MCP1623 3.3V  $V_{OUT}$  PWM 模式波形

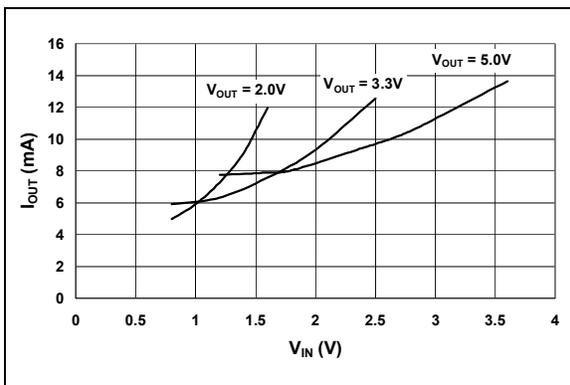


图 2-15: PFM / PWM 阈值电流— $V_{IN}$  关系曲线

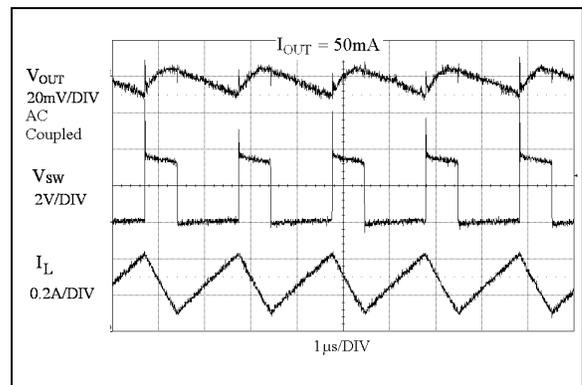


图 2-18: MCP1623/24 高负载波形

# MCP1623/24

注：除非另外说明，否则  $V_{IN} = EN = 1.2V$ ， $C_{OUT} = C_{IN} = 10 \mu F$ ， $L = 4.7 \mu H$ ， $V_{OUT} = 3.3V$ ， $I_{LOAD} = 15 mA$ ， $T_A = +25^\circ C$ 。

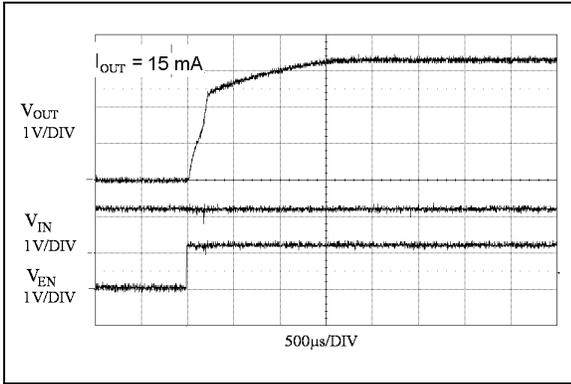


图 2-19: 使能之后 3.3V 启动曲线

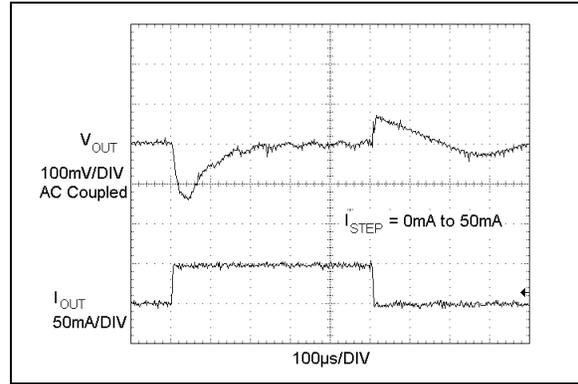


图 2-22: MCP1623 3.3V  $V_{OUT}$  负载瞬态波形

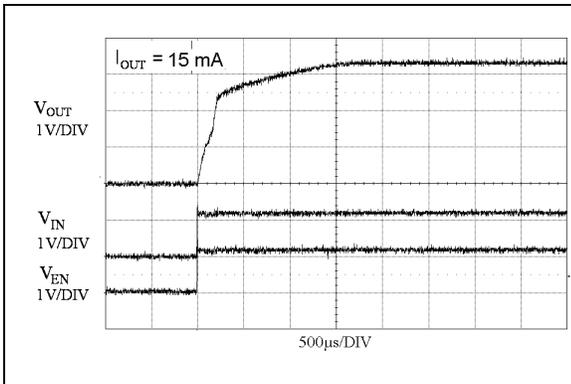


图 2-20:  $V_{IN} = V_{ENABLE}$  时 3.3V 启动曲线

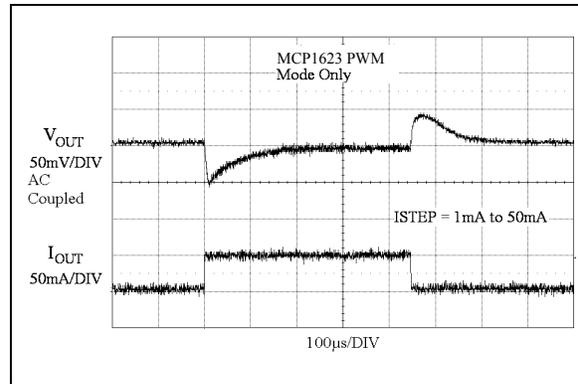


图 2-23: MCP1623 2.0V  $V_{OUT}$  负载瞬态波形

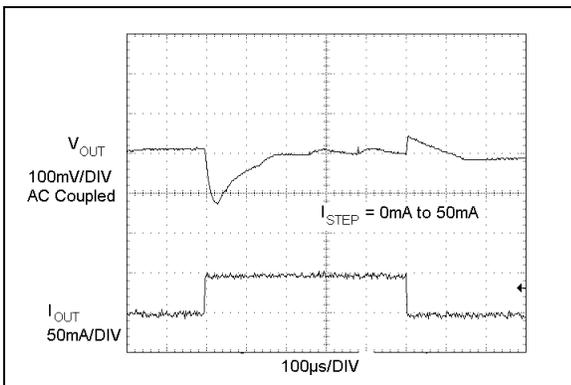


图 2-21: MCP1624 3.3V  $V_{OUT}$  负载瞬态波形

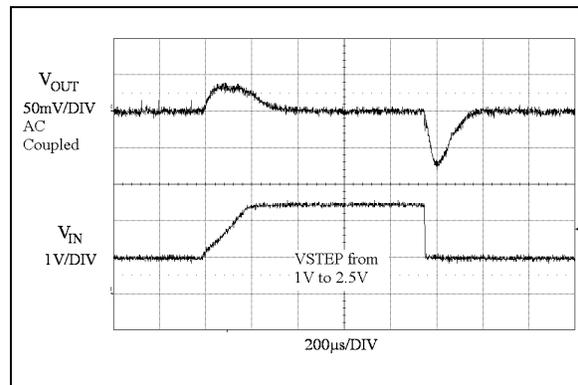


图 2-24: 3.3V  $V_{OUT}$  线路瞬态波形

### 3.0 引脚说明

表 3-1 列出了引脚说明。

表 3-1: 引脚功能表

引脚编号	MCP1623/24 SOT23		说明
	SOT23	2x3 DFN	
SW	1	5	开关节点、升压电感器输入引脚
GND	2	—	接地引脚
EN	3	4	使能控制输入引脚
FB	4	1	反馈电压引脚
V <sub>OUT</sub>	5	—	输出电压引脚
V <sub>IN</sub>	6	8	输入电压引脚
S <sub>GND</sub>	—	2	信号接地引脚
P <sub>GND</sub>	—	3	电源接地引脚
V <sub>OUTS</sub>	—	7	输出电压感应引脚
V <sub>OUTP</sub>	—	6	输出电压电源引脚
EP	—	9	裸露的散热焊盘 (EP)；必须连接到 V <sub>SS</sub>

#### 3.1 开关节点引脚 (SW)

将电感器的输入电压与 SW 引脚连接。SW 引脚承载电感器电流，峰值电流最高可达 425 mA。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。

#### 3.2 接地引脚 (GND)

接地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 引脚的走线长度应尽可能短，以最大程度降低 GND 引脚上的噪声。

#### 3.3 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 90%) 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。

#### 3.4 反馈电压引脚 (FB)

FB 引脚用于通过使用电阻分压器来进行输出稳压。在输出电压进行稳压时，FB 电压将为 1.21V (典型值)。

#### 3.5 输出电压引脚 (V<sub>OUT</sub>)

输出电压引脚将集成的 P 沟道 MOSFET 与输出电容连接。FB 分压器也与 V<sub>OUT</sub> 引脚连接，以进行输出稳压。

#### 3.6 电源输入电压引脚 (V<sub>IN</sub>)

将输入电压源与 V<sub>IN</sub> 连接。输入源应当使用最小 4.7  $\mu$ F 的电容与 GND 去耦。

#### 3.7 信号接地引脚 (S<sub>GND</sub>)

信号接地引脚用于作为集成的 V<sub>REF</sub> 和误差信号放大器的回路引脚。在 2x3 DFN 封装中，S<sub>GND</sub> 引脚和电源接地 (P<sub>GND</sub>) 引脚通过外部连接。

#### 3.8 电源接地引脚 (P<sub>GND</sub>)

电源接地引脚用于作为高电流 N 沟道开关的回路。在 2x3 DFN 封装中，P<sub>GND</sub> 引脚和信号接地 (S<sub>GND</sub>) 引脚通过外部连接。

#### 3.9 输出电压感应引脚 (V<sub>OUTS</sub>)

输出电压感应引脚将稳压后的输出电压连接到内部偏置电路。在 2x3 DFN 封装中，V<sub>OUTS</sub> 和 V<sub>OUTP</sub> 通过外部连接。

#### 3.10 输出电压电源引脚 (V<sub>OUTP</sub>)

输出电压电源引脚将输出电压连接到开关节点。高电流从集成的 P 沟道流入，通过该引脚流向输出电容和输出引脚。在 2x3 DFN 封装中，V<sub>OUTS</sub> 和 V<sub>OUTP</sub> 通过外部连接。

#### 3.11 裸露的散热焊盘 (EP)

内部电气连接裸露的散热焊盘 (EP) 和 V<sub>SS</sub> 引脚；它们必须连接在印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 相同的电位上。

# MCP1623/24

## 4.0 详细说明

### 4.1 器件选项概述

MCP1623/24 系列器件能够以低电压启动，并且在宽泛的负载范围内对单节、双节和三节碱性电池、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。器件具有以下特性：低启动电压、可调节输出电压、PWM/PFM 模式操作、低  $I_Q$ 、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。MCP1623/24 系列具有两个功能选项之一：PWM/PFM 模式或仅 PWM 模式。

#### 4.1.1 PWM/PFM 模式选项

对于低负载条件，MCP1624 器件可以自动从 PWM 切换为 PFM 模式，在宽泛的输出电流范围内最大程度地提高效率。在 PFM 模式期间，器件使用较高的峰值电流将输出推升到阈值限制点。以 PFM 或 PWM 模式工作时，P 沟道开关用作同步整流器，它会在电感器电流达到 0 mA 时关断，以最大程度提高效率。在 PFM 模式下，比较器用于在输出电压达到阈值上限时终止开关切换。终止开关切换之后，输出电压将衰减或下降。在此期间，从器件和输入源消耗的  $I_Q$  极低，这可以在低负载时保持高电源效率。PWM/PFM 模式的缺点是输出纹波电压较高和 PFM 模式频率可变。PFM 模式频率是输入电压、输出电压和负载的函数。处于 PFM 模式时，升压转换器会以 500 kHz 的开关频率推升输出。

#### 4.1.2 仅 PWM 模式选项

MCP1623 器件会禁止 PFM 模式开关切换，在整个负载范围仅以 PWM 模式工作。在低负载工作期间，MCP1623 会继续以 500 kHz 的恒定开关频率工作，使输出纹波电压保持低于 PFM 模式。在仅 PWM 模式期间，MCP1623 P 沟道开关用作同步整流器，通过关断来防止逆向电流从输出电容回流到输入中以保持高效率。为了防止噪声干扰，N 沟道 MOSFET 电流检测会停止大约 100 ns。在低负载条件下，MCP1623 会使用对应于 100 ns 的典型最小占空比，继续以恒定频率进行开关切换。图 2-12 给出了仅 PWM 模式下脉冲跳过阈值的输入电压和负载电流关系曲线。在负载较低时，MCP1623 器件会开始跳过一些脉冲。

表 4-1: 部件编号选择

部件编号	PWM/PFM	PWM
MCP1624	X	
MCP1623		X

## 4.2 功能说明

MCP1623/24 是一款紧凑的高效率固定频率的步升直流 / 直流转换器，为通过一节、两节或三节碱性电池、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 PIC 单片机应用提供了易用的电源解决方案。

图 4-1 给出了 MCP1623/24 的功能框图。

### 4.2.1 低启动电压

MCP1623/24 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输入电压的电压值。在此期间，会对整流开关进行限流。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。如果输入电压小于 1.6V，器件会以 70% 的固定占空比开环运行，直到输

出达到 1.6V。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 1.6V 之后，将启动正常的闭环 PWM 操作。

MCP1623/24 会使用极弱的电流源对内部电容进行充电。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。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。

MCP1623/24 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。对于典型的电池应用，在电池深度放电情况下，这可能导致发生“摩托艇噪声”（即系统进入重复开 / 关状态）。

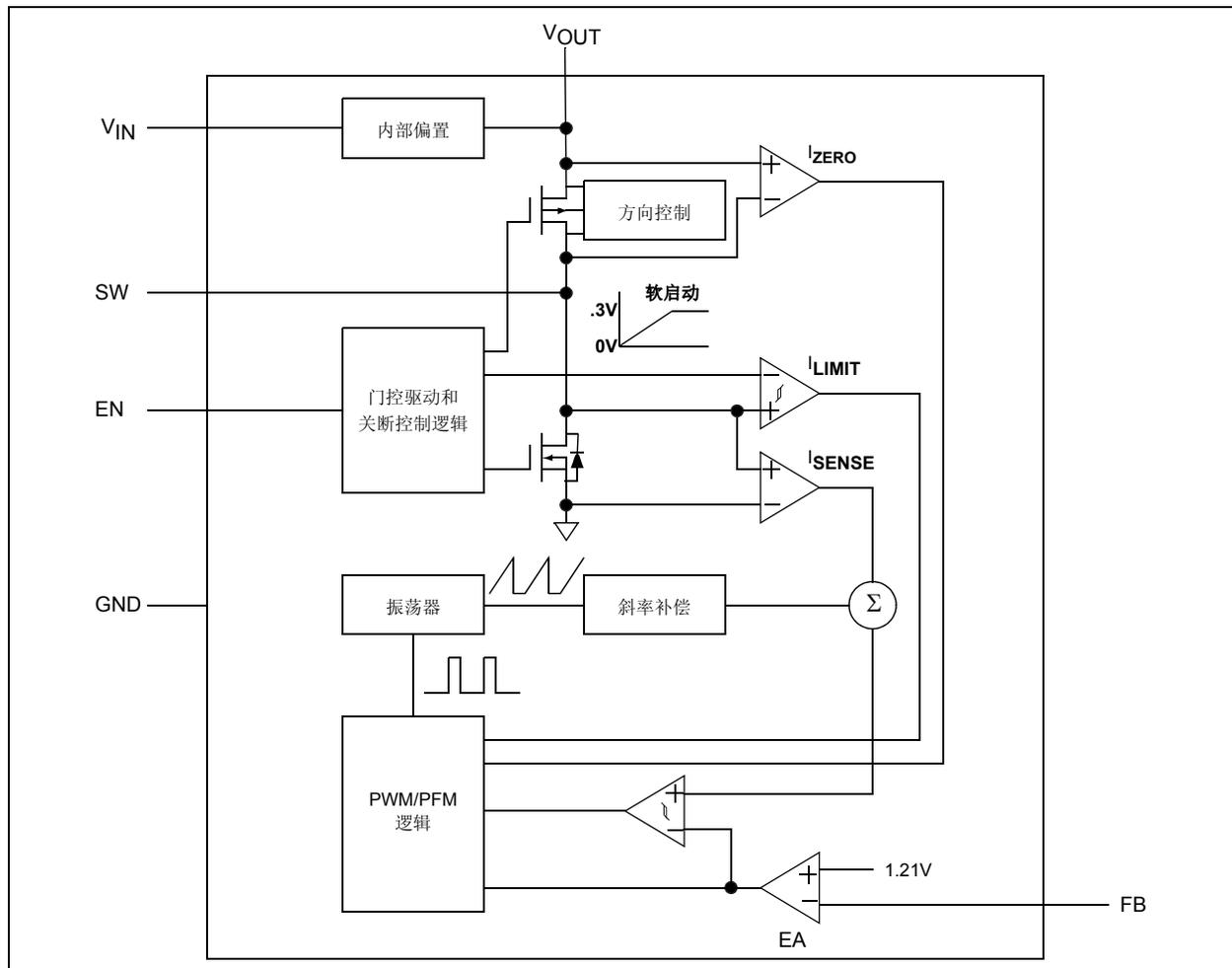


图 4-1: MCP1623/24 框图

# MCP1623/24

## 4.2.2 PWM 模式操作

在正常 PWM 操作中，MCP1623/24 作为固定频率同步升压转换器工作。开关频率在内部使用频率通常设置为 500 kHz 的振荡器维持。即使在低负载工作期间，MCP1623 器件也将以仅 PWM 模式工作。通过以仅 PWM 模式工作，输出波纹可以保持很低且频率恒定。在低负载工作期间，以固定 PWM 模式工作会导致效率较低（与 PFM 模式相比时（MCP1624））。

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确保稳定性，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 425 mA（典型值）。

## 4.2.3 PFM 模式操作

MCP1624 器件能够以正常 PWM 模式和 PFM 模式工作，以在所有负载条件下均维持高效率。在 PFM 模式下，输出波纹具有可变的频率成分，该成分会随输入电压和输出电流而改变。无负载时，从输出汲取的静态电流通常为 19  $\mu$ A。PFM 模式可以在选定的器件选项中禁止。

如果输出负载电流降至低于内部设定的阈值，则会启动 PFM 操作。器件会持续监视输出电压。当输出电压降至低于其标称值时，将会执行一次或多次 PFM 操作，使输出恢复稳定。如果输出负载电流升到高于阈值上限，MCP1624 会平缓地转换为 PWM 模式。

## 4.2.4 可调节输出电压

MCP1623/24 输出电压可通过电阻分压器进行调节，其范围为最小值 2.0V 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。

## 4.2.5 使能 / 输出断路

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 90%。要禁止升压转换器，EN 电压必须小于  $V_{IN}$  电压的 20%。

MCP1623/24 器件具有真正输出断路功能。在 EN 引脚下拉为低电平时，通过关断集成的 P 沟道开关和去除开关体效应二极管连接，MCP1623/24 会将输出与输入隔离或断开。这可以去除升压转换器中典型的直流路径，使输出可以与输入断开。在此模式期间，从输入（电池）消耗的电流小于 1  $\mu$ A。真正输出断路不会对输出进行放电；输出电压通过外部  $C_{OUT}$  电容保持。

## 4.2.6 内部偏置

MCP1623/24 从  $V_{IN}$  获取其启动偏置电压。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。

## 4.2.7 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，以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。

## 4.2.8 短路保护

不同于大多数升压转换器，MCP1623/24 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。

## 4.2.9 低噪声操作

MCP1623/24 集成了低噪声抗振铃开关，它可以抑制在不连续电感器电流模式下工作时，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。

## 4.2.10 过温保护

MCP1623/24 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 10°C 时自动重新启动。在过温条件下，软启动会复位。

## 5.0 应用信息

### 5.1 典型应用

MCP1623/24 同步升压稳压器可以在宽泛的输入电压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，用以说明典型输出电流能力。

### 5.2 可调节输出电压计算

要计算 MCP1623/24 的电阻分压器的阻值，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 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 A:

$$V_{OUT} = 3.3V$$

$$V_{FB} = 1.21V$$

$$R_{BOT} = 309 \text{ k}\Omega$$

$$R_{TOP} = 533.7 \text{ k}\Omega \text{ (标准值} = 536 \text{ k}\Omega)$$

例 B:

$$V_{OUT} = 5.0V$$

$$V_{FB} = 1.21V$$

$$R_{BOT} = 309 \text{ k}\Omega$$

$$R_{TOP} = 967.9 \text{ k}\Omega \text{ (标准值} = 976 \text{ k}\Omega)$$

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，这将明显改变会影响输出电压的电阻分压器。FB 输入泄漏电流也会影响分压器，改变输出电压容差。

### 5.3 输入电容选择

升压输入电流通过升压电感器进行平滑，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，因为它们温度系数低、尺寸小。对于大多数应用，输入处使用 4.7  $\mu\text{F}$  的电容已经足够。对于源阻抗很高或引线很长的高功率应用，建议将电池与 10  $\mu\text{F}$  的输入电容连接。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。

### 5.4 输出电容选择

输出电容有助于在突然发生负载瞬态事件时提供稳定的输出电压，并降低输出电压波纹。与输入电容一样，X5R 和 X7R 陶瓷电容非常适合于此应用。

MCP1623/24 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。

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波纹电压产生显著影响。在  $C_{OUT}$  提供负载电流时，在它的内部 ESR 上也会产生电压降，导致波纹电压。

公式 5-2:

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

其中，dV 代表波纹电压，dt 代表 N 沟道开关的导通时间 ( $D * 1/F_{SW}$ )。

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 $\mu\text{F}$	10 $\mu\text{F}$
最大值	无	100 $\mu\text{F}$

# MCP1623/24

## 5.5 电感器选择

MCP1623/24 设计用来与小型的贴片电感器一起使用；电感值的范围为 2.2  $\mu\text{H}$  至 10  $\mu\text{H}$ 。建议使用值为 4.7  $\mu\text{H}$  的电感，以获得电感器大小、转换器负载瞬态响应和最小噪声之间的良好平衡。

表 5-2: MCP1623/24 建议的电感器

部件编号	值 ( $\mu\text{H}$ )	DCR $\Omega$ (典型值)	$I_{\text{SAT}}$ (A)	尺寸 WxLxH (mm)
<b>Coilcraft®</b>				
ME3220	4.7	0.190	1.5	2.5x3.2x2.0
LPS3015	4.7	0.200	1.2	3.0x3.0x1.5
EPL3012	4.7	0.165	1.0	3.0x3.0x1.3
XPL2010	4.7	0.336	0.75	1.9x2.0x1.0
<b>Coiltronics®</b>				
SD3110	4.7	0.285	0.68	3.1x3.1x1.0
SD3112	4.7	0.246	0.80	3.1x3.1x1.2
SD3114	4.7	0.251	1.14	3.1x3.1x1.4
部件编号	值 ( $\mu\text{H}$ )	DCR $\Omega$ (最大值)	$I_{\text{SAT}}$ (A)	尺寸 WxLxH (mm)
<b>Würth Elektronik®</b>				
WE-TPC Type TH	4.7	0.200	0.8	2.8x2.8x1.35
WE-TPC Type S	4.7	0.105	0.90	3.8x3.8x1.65
WE-TPC Type M	4.7	0.082	1.65	4.8x4.8x1.8
部件编号	值 ( $\mu\text{H}$ )	DCR $\Omega$ (最大值)	$I_{\text{SAT}}$ (A)	尺寸 WxLxH (mm)
<b>Sumida®</b>				
CMH23	4.7	0.537	0.70	2.3x2.3x1.0
CMD4D06	4.7	0.216	0.75	3.5x4.3x0.8
CDRH4D	4.7	0.09	0.800	4.6x4.6x1.5
<b>EPCOS®</b>				
B82462A2 472M000	4.7	0.084	2.00	6.0x6.0x2.5
B82462G4 472M	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器：最大额定电流、饱和电流和铜电阻（ESR）。对于升压转换器，电感器电流可以远高于输出电流。电感器 ESR 越低，转换器的效率就越高，这是常见的尺寸与效率之间的权衡。

峰值电流是最大电流或电流上限，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%。当电感下降时，电感器波纹电流会上升，峰值开关电流也是如此。有一点非常重要，就是需要避免电感下降太多，从而导致开关电流达到峰值限制。

## 5.6 温度计算

通过计算功耗和应用封装热阻 ( $\theta_{\text{JA}}$ )，可以估算得到结温。MCP1623/24 额定的最大连续结温为 +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:

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

第一项（输入功率）和第二项（输送功率）之间的差就是内部 MCP1623/24 功耗。此估算假定大部分功率损失发生在 MCP1623/24 内部，而不是在  $C_{\text{IN}}$ 、 $C_{\text{OUT}}$  和电感器内。在升压电感器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  $I_{\text{INRMS}}^2 \times L_{\text{ESR}}$  功耗。

## 5.7 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，有一点非常重要，就是输入和输出电容的位置应尽可能靠近 MCP1623/24，以最大程度降低环路面积。

反馈电阻和反馈信号的走线应避开关节点和开关电流环路。在可能时，应使用地平面和走线来帮助对反馈信号进行屏蔽保护，并最大程度降低噪声和磁干扰。

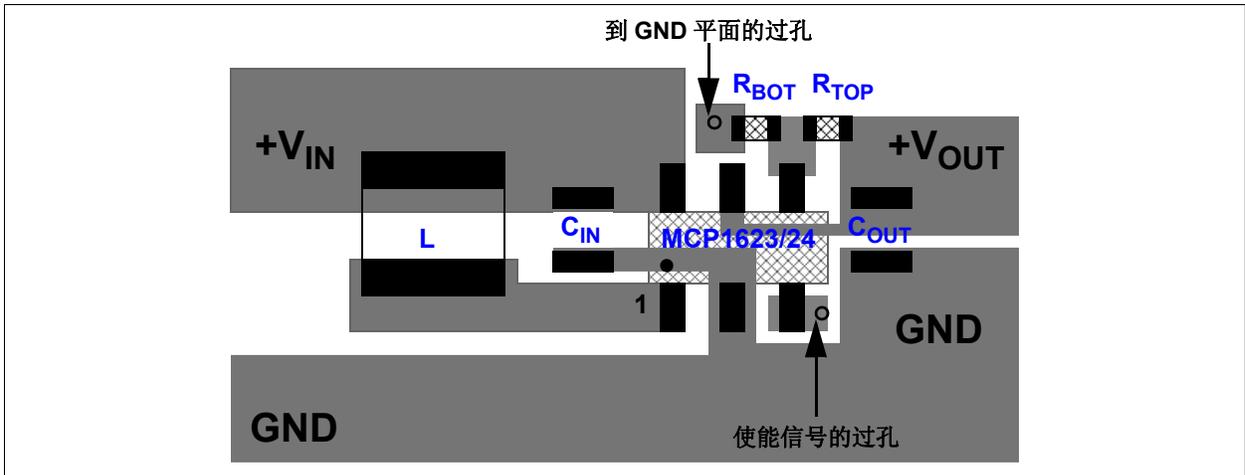


图 5-1: MCP1623/24 SOT-23-6 建议布线

# MCP1623/24

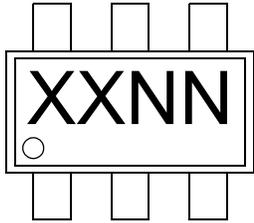
---

注:

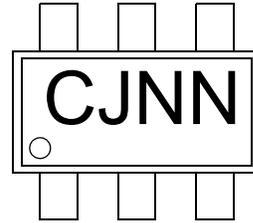
## 6.0 封装信息

### 6.1 封装标识信息（未按比例显示）

6 引脚 SOT-23

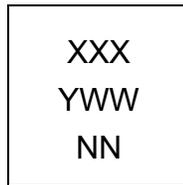


示例

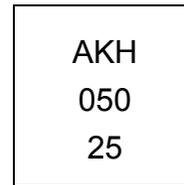


封装标识	
MCP1623	HUNN
MCP1624	CJNN

8 引脚 DFN



示例



封装标识	
MCP1623	AKH
MCP1624	ALH

**图注:**

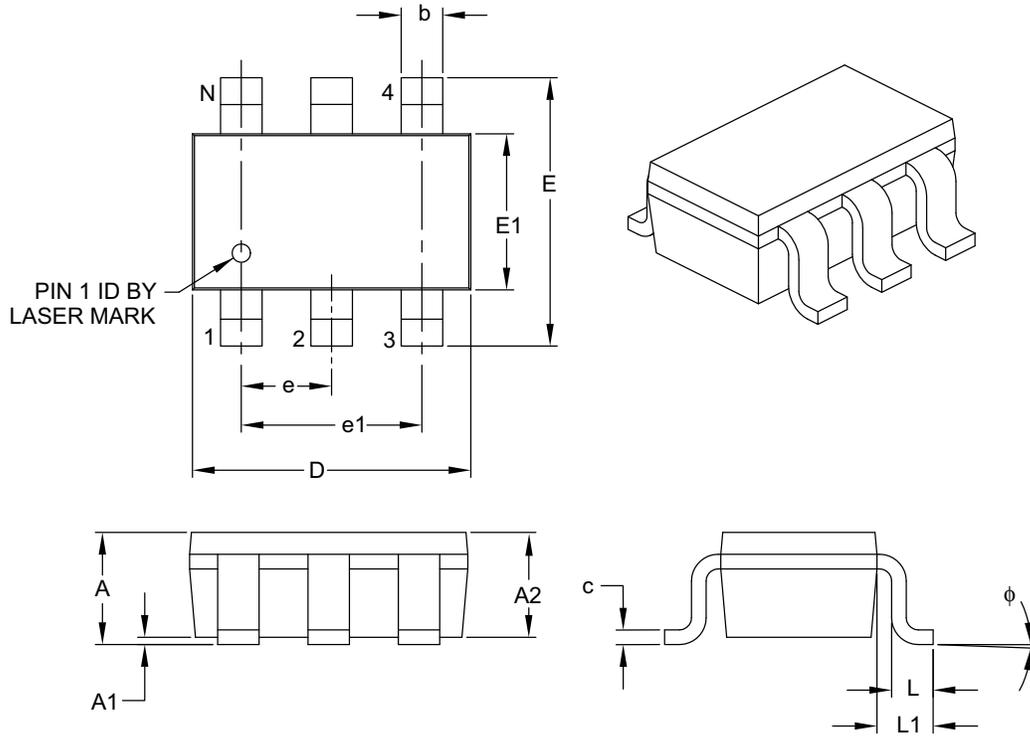
- XX...X 客户信息
- Y 年份代码（日历年的最后一位数字）
- YY 年份代码（日历年的最后两位数字）
- WW 星期代码（一月一日的星期代码为“01”）
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- (e3) 雾锡（Matte Tin, Sn）的 JEDEC 无铅标志
- \* 本封装为无铅封装。JEDEC 无铅标志 ((e3)) 标示于此种封装的外包装上。

**注:** Microchip 元器件编号如果无法在同一行内完整标注，将换行标出，因此会限制表示客户信息的字符数。

# MCP1623/24

## 6 引脚塑封小外形晶体管封装 (CHY) [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	6		
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:

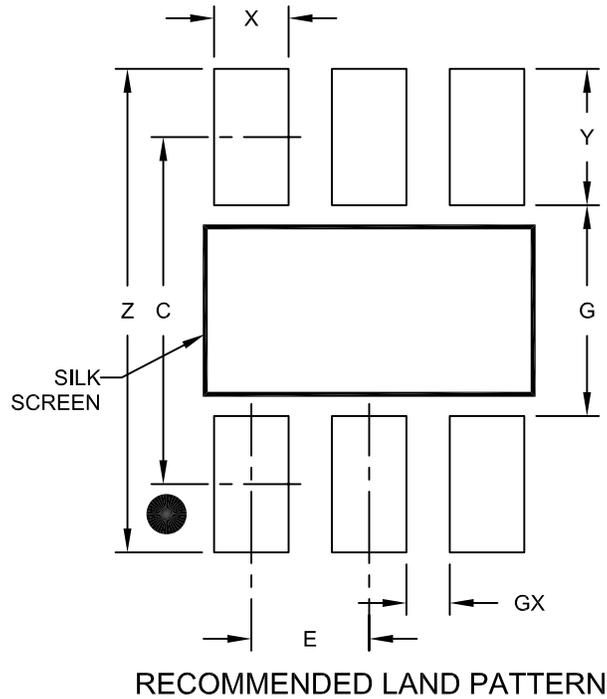
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.127 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

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

Microchip Technology Drawing C04-028B

## 6 引脚塑封小外形晶体管封装 (CHY) [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 (X6)	X			0.60
Contact Pad Length (X6)	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

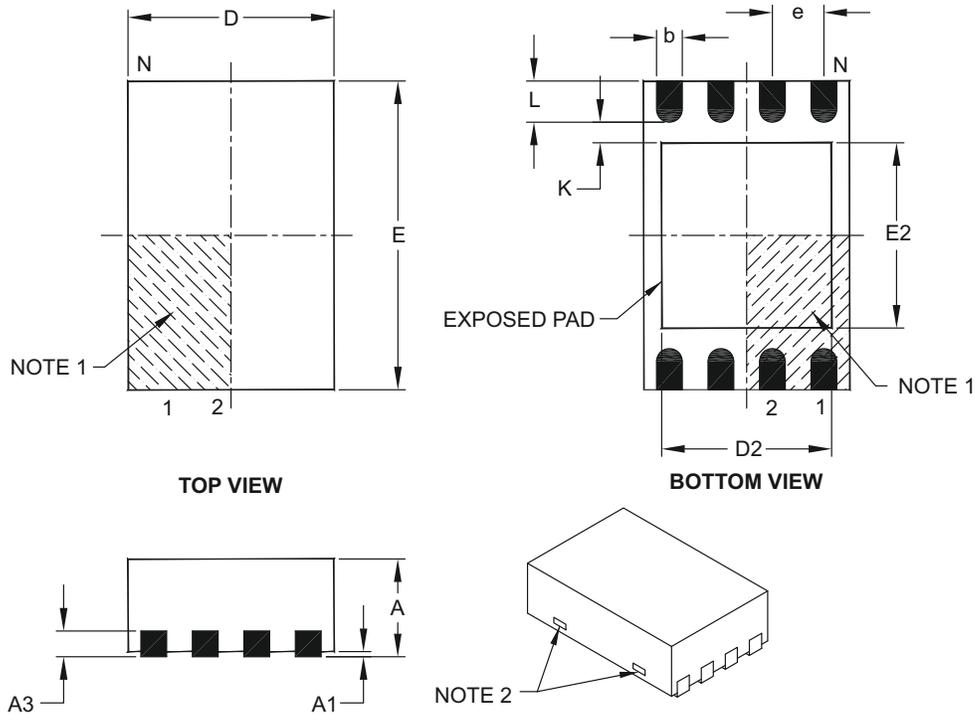
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2028A

# MCP1623/24

## 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。



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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:

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

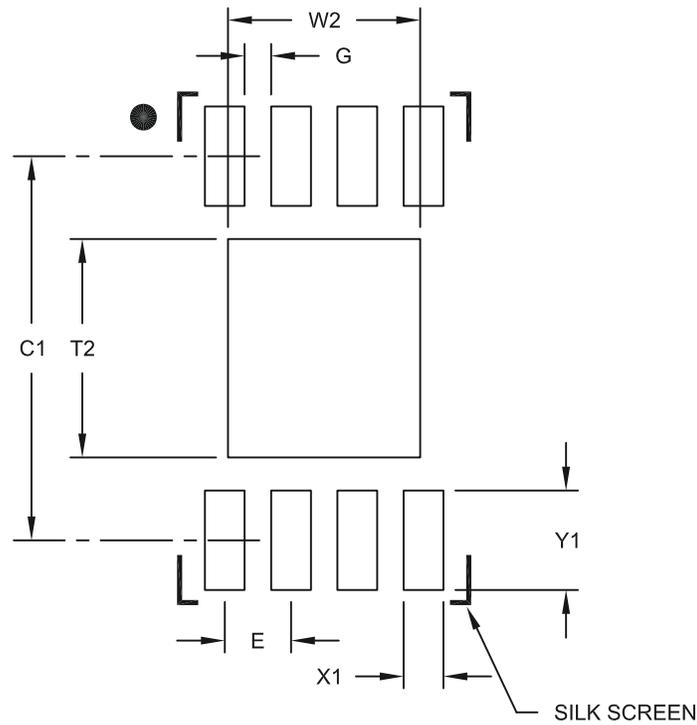
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

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

Microchip Technology Drawing C04-123C

## 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

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		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. C04-2123A

# MCP1623/24

---

注:

## 附录 A: 版本历史

### 版本 C (2011 年 2 月)

进行了以下修改:

1. 增加了 8 引脚 2x3 DFN 封装以及与本文档相关的信息。
2. 更新了封装标识信息和封装图。
3. 更新了产品标识体系。

### 版本 B (2010 年 7 月)

进行了以下修改:

1. 更新了封装规范。

### 版本 A (2010 年 5 月)

- 本文档的初始版本。

# MCP1623/24

---

注:

## 产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	X	X	/XX	
器件	卷带式	温度范围	封装	
<p><b>器件:</b></p> <p>MCP1623: 0.65V, 仅 PWM 真正断路, 同步升压稳压器</p> <p>MCP1623T: 0.65V, 仅 PWM 真正断路, 同步升压稳压器 (卷带式)</p> <p>MCP1624: 0.65V, PWM/PFM 真正断路, 同步升压稳压器</p> <p>MCP1624T: 0.65V, PWM/PFM 真正断路, 同步升压稳压器 (卷带式)</p> <p><b>温度范围:</b></p> <p>I = -40°C 至 +85°C (工业级)</p> <p><b>封装:</b></p> <p>CHY = 塑封小外形晶体管封装 (SOT-23), 6 引脚</p> <p>MC = 塑封双列扁平无脚封装 (DFN 2x3), 8 引脚</p>				<p><b>示例:</b></p> <p>a) MCP1623-I/CHY: 0.65V, 同步稳压器, 6 引脚 SOT-23 封装</p> <p>b) MCP1623T-I/CHY: 卷带式, 0.65V, 同步稳压器, 6 引脚 SOT-23 封装</p> <p>c) MCP1624-I/CHY: 0.65V, 同步稳压器, 6 引脚 SOT-23 封装</p> <p>d) MCP1624T-I/CHY: 卷带式, 0.65V, 同步稳压器, 6 引脚 SOT-23 封装</p> <p>e) MCP1623-I/MC: 0.65V, 同步稳压器, 8 引脚 DFN 封装</p> <p>f) MCP1623T-I/MC: 卷带式, 0.65V, 同步稳压器, 8 引脚 DFN 封装</p> <p>g) MCP1624-I/MC: 0.65V, 同步稳压器, 8 引脚 DFN 封装</p> <p>h) MCP1624T-I/MC: 卷带式, 0.65V, 同步稳压器, 8 引脚 DFN 封装</p>

# MCP1623/24

---

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。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗或以其他方式转让任何许可证。

#### 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC<sup>32</sup> 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2010-2011, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-61341-400-2

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

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器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。



# MICROCHIP

## 全球销售及及服务网点

### 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](http://www.microchip.com)

#### 亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA  
Tel: 1-678-957-9614  
Fax: 1-678-957-1455

#### 波士顿 Boston

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

#### 芝加哥 Chicago

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

#### 克里夫兰 Cleveland

Independence, OH  
Tel: 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

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

#### 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

#### 圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA  
Tel: 1-408-961-6444  
Fax: 1-408-961-6445

#### 加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel: 1-905-673-0699  
Fax: 1-905-673-6509

### 亚太地区

#### 亚太总部 Asia Pacific Office

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

#### 中国 - 北京

Tel: 86-10-8569-7000  
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 - 杭州

Tel: 86-571-2819-3180  
Fax: 86-571-2819-3189

#### 中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

#### 中国 - 南京

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

#### 中国 - 青岛

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

#### 中国 - 上海

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

#### 中国 - 沈阳

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

#### 中国 - 深圳

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

#### 中国 - 武汉

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

#### 中国 - 西安

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

#### 中国 - 厦门

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

#### 中国 - 珠海

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

### 亚太地区

#### 台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-213-7830  
Fax: 886-7-330-9305

#### 台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

#### 台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-3000  
Fax: 886-3-6578-370

#### 澳大利亚 Australia - Sydney

Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

#### 印度 India - Bangalore

Tel: 91-80-3090-4444  
Fax: 91-80-3090-4123

#### 印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631  
Fax: 91-11-4160-8632

#### 印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

#### 日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

#### 韩国 Korea - Daegu

Tel: 82-53-744-4301  
Fax: 82-53-744-4302

#### 韩国 Korea - Seoul

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

#### 马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur

Tel: 60-3-6201-9857  
Fax: 60-3-6201-9859

#### 马来西亚 Malaysia - Penang

Tel: 60-4-227-8870  
Fax: 60-4-227-4068

#### 菲律宾 Philippines - Manila

Tel: 63-2-634-9065  
Fax: 63-2-634-9069

#### 新加坡 Singapore

Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

#### 泰国 Thailand - Bangkok

Tel: 66-2-694-1351  
Fax: 66-2-694-1350

### 欧洲

#### 奥地利 Austria - Wels

Tel: 43-7242-2244-39  
Fax: 43-7242-2244-393

#### 丹麦 Denmark - Copenhagen

Tel: 45-4450-2828  
Fax: 45-4485-2829

#### 法国 France - Paris

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

#### 德国 Germany - Munich

Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

#### 意大利 Italy - Milan

Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

#### 荷兰 Netherlands - Druenen

Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

#### 西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

#### 英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820

05/02/11