

# 采用 3mm x 3mm DFN 封装、 内置 300mA 同步降压型转换器的 500mA 独立型锂离子电池充电器

## 特点

- 采用 3mm × 3mm DFN 封装、内置降压型转换器的完整线性电池充电器
- 电池充电器：
- 恒定电流/恒定电压操作，热反馈功能使充电速度最大化并且无过热风险
- 用于充电终止的内部 4.5 小时安全定时器
- 5% 准确度的可编程充电电流 (高达 500mA)
- C/10 充电电流检测输出
/li>
- 待机模式中的电源电流为 5 $\mu$ A
- 开关稳压器：
- 高效同步降压型转换器
- 300mA 输出电流
- 2.7V 至 4.5V 输入范围 (从 BAT 引脚受电)
- 0.8V 至  $V_{BAT}$  输出范围
- MODE 引脚可选择固定 (2.25MHz) 恒定频率 PWM 模式或低  $I_{CC}$  (23 $\mu$ A) 突发模式 (Burst Mode<sup>®</sup>) 操作
- 待机模式中的 BAT 电流为 2 $\mu$ A

## 应用

- 无线头戴式耳机
- 蓝牙应用
- 便携式 MP3 播放器
- 多功能腕表

## 描述

LTC4080 是一款用于给单节 4.2V 锂离子电池充电的完整恒定电流/恒定电压线性电池充电器，内置一个 300mA 同步降压型转换器。3mm × 3mm DFN 封装和低外部元件数目使得 LTC4080 特别适合于便携式应用。而且，LTC4080 还是专门为在 USB 电源规范内工作而设计的。

当充电电流降至其编程值的 10% (C/10) 时，CHRG 引脚将发出指示信号。一个内部 4.5 小时定时器负责终止充电周期。全功能 LTC4080 电池充电器还包括涓流充电、自动再充电和软起动功能 (用于限制涌入电流)。

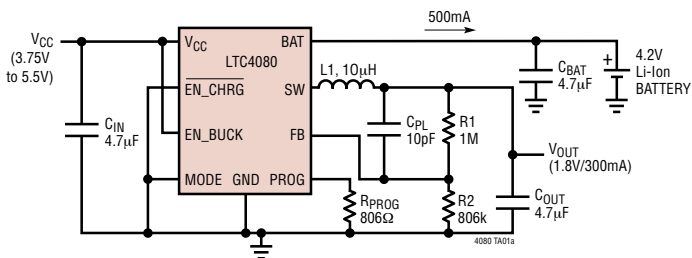
LTC4080 集成了一个由 BAT 引脚供电的同步降压型转换器。它具有一个可调输出电压，并能够提供高达 300mA 的负载电流。该降压型转换器还具有低电流高效突发模式操作功能，可由 MODE 引脚来选择。

LTC4080 采用 10 引脚、扁平 (高度仅 0.75mm) 3mm × 3mm DFN 封装。

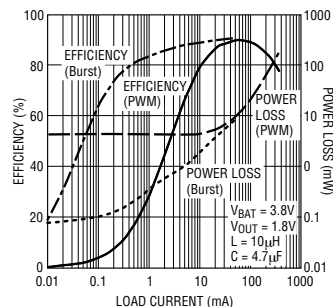
LT、LT<sup>®</sup>、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。Burst Mode 是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。受包括第 6522118 号美国专利的保护。

## 典型应用

具有 1.8V 降压型稳压器的锂离子电池充电器



降压效率与负载电流的关系曲线  
( $V_{OUT} = 1.8V$ )



绝对最大额定值 (注1)

|                                                    |                          |
|----------------------------------------------------|--------------------------|
| $V_{CC}$ , $t < 1\text{ms}$ 和占空比 $< 1\%$           | -0.3V 至 7V               |
| $V_{CC}$ 稳态                                        | -0.3V 至 6V               |
| $BAT$ , $\overline{CHRG}$                          | -0.3V 至 6V               |
| $\overline{EN\_CHRG}$ , $PROG$ , $\overline{ACPR}$ | -0.3V 至 $V_{CC} + 0.3V$  |
| $MODE$ , $EN\_BUCK$                                | -0.3V 至 $V_{BAT} + 0.3V$ |
| $FB$                                               | -0.3V 至 2V               |
| $BAT$ 短路持续时间                                       | 连续                       |
| $BAT$ 引脚电流                                         | 800mA                    |
| $PROG$ 引脚电流                                        | 2mA                      |
| 结温                                                 | 125°C                    |
| 工作温度范围 (注2)                                        | -40°C 至 85°C             |
| 贮存温度范围                                             | -65°C 至 125°C            |

封装/订购信息

TOP VIEW

DD PACKAGE  
10-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN

$T_{JMAX} = 110^{\circ}\text{C}$ ,  $\theta_{JA} = 43^{\circ}\text{C/W}$  (NOTE 3)  
EXPOSED PAD (PIN 11) IS GND, MUST BE CONNECTED TO PCB

|            |         |
|------------|---------|
| 产品型号       | DD 器件标记 |
| LTC4080EDD | LBXD    |

**订购选项** 卷带：加 #TR  
无铅型：加 #PBF 无铅型卷带：加 #TRPBF  
无铅型器件标记：<http://www.linear.com/leadfree/>

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌力尔特公司。

**电特性** 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5V$ ,  $V_{BAT} = 3.8V$ ,  $V_{\overline{EN\_CHRG}} = 0V$ ,  $V_{EN\_BUCK} = V_{BAT}$ ,  $V_{MODE} = 0V$ 。(注2)

| 符号               | 参数                          | 条件                                                                                                                                                               | 最小值              | 典型值        | 最大值            | 单位                             |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|--------------------------------|
| $V_{CC}$         | 电源电压                        | (注4)                                                                                                                                                             | ● 3.75           | 5          | 5.5            | V                              |
| $V_{BAT}$        | 开关稳压器的输入电压                  | (注5)                                                                                                                                                             | ● 2.7            | 3.8        | 4.5            | V                              |
| $I_{CC}$         | 静态电源电流 (充电器接通，开关稳压器关断)      | $V_{BAT} = 4.5V$ (强制 $I_{BAT}$ 和 $I_{PROG} = 0$ )， $V_{EN\_BUCK} = 0$                                                                                            | ●                | 110        | 300            | $\mu\text{A}$                  |
| $I_{CC\_SD}$     | 待机模式中的电源电流 (电池充电器和开关稳压器均关断) | $V_{\overline{EN\_CHRG}} = 5V$ , $V_{EN\_BUCK} = 0$ , $V_{CC} > V_{BAT}$<br>$V_{\overline{EN\_CHRG}} = 4V$ , $V_{EN\_BUCK} = 0$ , $V_{CC} (3.5V) < V_{BAT} (4V)$ | ●                | 3.9<br>2   | 10             | $\mu\text{A}$<br>$\mu\text{A}$ |
| $I_{BAT\_SD}$    | 待机模式中的电池电流 (电池充电器和开关稳压器均关断) | $V_{\overline{EN\_CHRG}} = 5V$ , $V_{EN\_BUCK} = 0$ , $V_{CC} > V_{BAT}$<br>$V_{\overline{EN\_CHRG}} = 4V$ , $V_{EN\_BUCK} = 0$ , $V_{CC} (3.5V) < V_{BAT} (4V)$ | ●                | 0.6<br>2   | 5              | $\mu\text{A}$<br>$\mu\text{A}$ |
| <b>电池充电器</b>     |                             |                                                                                                                                                                  |                  |            |                |                                |
| $V_{FLOAT}$      | $V_{BAT}$ 已调输出电压            | $I_{BAT} = 2\text{mA}$<br>$I_{BAT} = 2\text{mA}$ , $4.3V < V_{CC} < 5.5V$                                                                                        | ● 4.179<br>4.158 | 4.2<br>4.2 | 4.221<br>4.242 | V<br>V                         |
| $I_{BAT}$        | 电流模式充电电流                    | $R_{PROG} = 4k$ ; 电流模式; $V_{EN\_BUCK} = 0$<br>$R_{PROG} = 0.8k$ ; 电流模式; $V_{EN\_BUCK} = 0$                                                                       | ● 90<br>● 475    | 100<br>500 | 110<br>525     | mA<br>mA                       |
| $V_{UVLO\_CHRG}$ | $V_{CC}$ 欠压闭锁电压             | $V_{CC}$ 上升<br>$V_{CC}$ 下降                                                                                                                                       | ● 3.5<br>● 2.8   | 3.6<br>3.0 | 3.7<br>3.2     | V<br>V                         |
| $V_{PROG}$       | $PROG$ 引脚伺服电压               | $0.8k \leq R_{PROG} \leq 4k$                                                                                                                                     | ● 0.98           | 1.0        | 1.02           | V                              |

**电特性** 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{CC} = 5\text{V}$ ， $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ ， $V_{EN\_CHRG} = 0\text{V}$ ， $V_{EN\_BUCK} = V_{BAT}$ ， $V_{MODE} = 0\text{V}$ 。(注 2)

| 符号                                         | 参数                                       | 条件                                                                                 | 最小值       | 典型值        | 最大值       | 单位               |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------------|
| $V_{ASD}$                                  | 自动停机门限电压                                 | $(V_{CC} - V_{BAT})$ ， $V_{CC}$ 低电平至高电平<br>$(V_{CC} - V_{BAT})$ ， $V_{CC}$ 高电平至低电平 | 60<br>15  | 82<br>32   | 100<br>45 | mV<br>mV         |
| $t_{SS\_CHRG}$                             | 电池充电器软起动时间                               |                                                                                    |           | 180        |           | $\mu\text{s}$    |
| $I_{TRKL}$                                 | 涓流充电电流                                   | $V_{BAT} = 2\text{V}$ ， $R_{PROG} = 0.8\text{k}$                                   | 35        | 50         | 65        | mA               |
| $V_{TRKL}$                                 | 涓流充电门限电压                                 | $V_{BAT}$ 上升                                                                       | ● 2.75    | 2.9        | 3.05      | V                |
| $V_{TRHYS}$                                | 涓流充电门限电压迟滞                               |                                                                                    | 100       | 150        | 350       | mV               |
| $\Delta V_{RECHRG}$                        | 再充电电池门限电压                                | $V_{FLOAT} - V_{BAT}$ ， $0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$                 | 70        | 100        | 130       | mV               |
| $\Delta V_{UVCL1}$ ，<br>$\Delta V_{UVCL2}$ | $(V_{CC} - V_{BAT})$ 欠压电流<br>限值门限电压      | $I_{BAT} = 0.9 I_{CHG}$<br>$I_{BAT} = 0.1 I_{CHG}$                                 | 180<br>90 | 300<br>130 |           | mV<br>mV         |
| $t_{TIMER}$                                | 终止定时器                                    |                                                                                    | ● 3       | 4.5        | 6         | 小时               |
|                                            | 再充电时间                                    |                                                                                    | ● 1.5     | 2.25       | 3         | 小时               |
|                                            | 低电池电量充电时间                                | $V_{BAT} = 2.5\text{V}$                                                            | ● 0.75    | 1.125      | 1.5       | 小时               |
| $I_{C/10}$                                 | 充电结束指示电流水平                               | $R_{PROG} = 2\text{k}$ (注 6)                                                       | ● 0.085   | 0.1        | 0.115     | mA/mA            |
| $T_{LIM}$                                  | 恒定温度模式中的结温                               |                                                                                    |           | 115        |           | $^\circ\text{C}$ |
| $R_{ON\_CHRG}$                             | 功率 FET “接通”电阻<br>(在 $V_{CC}$ 和 $BAT$ 之间) | $I_{BAT} = 350\text{mA}$ ， $V_{CC} = 4\text{V}$                                    |           | 750        |           | $\text{m}\Omega$ |
| $f_{BADBAT}$                               | 失效电池检测 $CHRG$ 脉冲频率                       |                                                                                    |           | 2          |           | Hz               |
| $D_{BADBAT}$                               | 失效电池检测 $CHRG$ 脉冲频率<br>占空比                |                                                                                    |           | 75         |           | %                |

#### 降压转换器

|                   |                   |                                                                                                       |                |            |            |               |
|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------|---------------|
| $V_{FB}$          | FB 伺服电压           |                                                                                                       | ● 0.78         | 0.80       | 0.82       | V             |
| $I_{FB}$          | FB 引脚输入电流         | $V_{FB} = 0.85\text{V}$                                                                               | -50            |            | 50         | nA            |
| $f_{OSC}$         | 开关频率              |                                                                                                       | ● 1.8          | 2.25       | 2.75       | MHz           |
| $I_{BAT\_NL\_CF}$ | 无负载电池电流 (连续频率模式)  | 稳压器无负载， $V_{EN\_CHRG} = 5\text{V}$ ，<br>$L = 10\mu\text{H}$ ， $C = 4.7\mu\text{F}$                    |                | 1.9        |            | mA            |
| $I_{BAT\_NL\_BM}$ | 无负载电池电流 (突发模式操作)  | 稳压器无负载， $V_{EN\_CHRG} = 5\text{V}$ ，<br>$MODE = V_{BAT}$ ， $L = 10\mu\text{H}$ ， $C = 4.7\mu\text{F}$ |                | 23         |            | $\mu\text{A}$ |
| $I_{BAT\_SLP}$    | SLEEP 模式中的电池电流    | $V_{EN\_CHRG} = 5\text{V}$ ， $MODE = V_{BAT}$ ，<br>$V_{OUT} >$ 调节电压                                   | ● 10           | 15         | 20         | $\mu\text{A}$ |
| $V_{UVLO\_BUCK}$  | 降压欠压闭锁            | $V_{BAT}$ 上升<br>$V_{BAT}$ 下降                                                                          | ● 2.6<br>● 2.4 | 2.7<br>2.5 | 2.8<br>2.6 | V<br>V        |
| $R_{ON\_P}$       | PMOS 开关接通电阻       |                                                                                                       |                | 0.95       |            | $\Omega$      |
| $R_{ON\_N}$       | NMOS 开关接通电阻       |                                                                                                       |                | 0.85       |            | $\Omega$      |
| $I_{LIM\_P}$      | PMOS 开关电流限值       |                                                                                                       | 375            | 410        | 550        | mA            |
| $I_{LIM\_N}$      | NMOS 开关电流限值       |                                                                                                       |                | 600        |            | mA            |
| $I_{ZERO\_CF}$    | 正常工作模式中的 NMOS 零电流 |                                                                                                       |                | 15         |            | mA            |
| $I_{PEAK}$        | 突发模式操作中的峰值电流      | $MODE = V_{BAT}$                                                                                      | 50             | 80         | 110        | mA            |
| $I_{ZERO\_BM}$    | 突发模式操作中的零电流       | $MODE = V_{BAT}$                                                                                      | 20             | 35         | 50         | mA            |
| $t_{SS\_BUCK}$    | 降压软起动时间           | 从 $EN\_BUCK$ 的上升沿到降压<br>已调输出的 90%                                                                     |                | 400        |            | $\mu\text{s}$ |

# LTC4080

**电特性** 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC} = 5\text{V}$ ， $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ ， $V_{EN\_CHRG} = 0\text{V}$ ， $V_{EN\_BUCK} = V_{BAT}$ ， $V_{MODE} = 0\text{V}$ 。(注 2)

| 符号                           | 参数                                                            | 条件                                                                            | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------|
| <b>逻辑</b>                    |                                                               |                                                                               |     |     |     |                  |
| $V_{IH}$                     | 输入高电压                                                         | $\overline{\text{EN\_CHRG}}$ ， $\text{EN\_BUCK}$ ， $\text{MODE}$ 引脚低电平至高电平    | ●   |     | 1.2 | V                |
| $V_{IL}$                     | 输入低电压                                                         | $\overline{\text{EN\_CHRG}}$ ， $\text{EN\_BUCK}$ ， $\text{MODE}$ 引脚高电平至低电平    | ●   | 0.4 |     | V                |
| $V_{OL}$                     | 输出低电压 ( $\overline{\text{CHRG}}$ ， $\overline{\text{ACPR}}$ ) | $I_{\text{SINK}} = 5\text{mA}$                                                | ●   | 60  | 105 | mV               |
| $I_{IH}$                     | 输入电流高                                                         | $\text{EN\_BUCK}$ ， $\text{MODE}$ 引脚电压为 $5.5\text{V}$ ， $V_{BAT} = 5\text{V}$ | ●   | -1  | 1   | $\mu\text{A}$    |
| $I_{IL}$                     | 输入电流低                                                         | $\overline{\text{EN\_CHRG}}$ ， $\text{EN\_BUCK}$ ， $\text{MODE}$ 引脚电压 = GND   | ●   | -1  | 1   | $\mu\text{A}$    |
| $R_{\text{EN\_CHRG}}$        | $\overline{\text{EN\_CHRG}}$ 引脚输入电阻                           | $V_{\text{EN\_CHRG}} = 5\text{V}$                                             |     | 1   | 1.7 | $\text{M}\Omega$ |
| $I_{\overline{\text{CHRG}}}$ | $\overline{\text{CHRG}}$ 引脚漏电流                                | $V_{BAT} = 4.5\text{V}$ ， $V_{\overline{\text{CHRG}}} = 5\text{V}$            | ●   |     | 1   | $\mu\text{A}$    |
| $I_{\overline{\text{ACPR}}}$ | $\overline{\text{ACPR}}$ 引脚漏电流                                | $V_{CC} = 3\text{V}$ ， $V_{\overline{\text{CHRG}}} = 5\text{V}$               | ●   |     | 1   | $\mu\text{A}$    |

- 注 1：**高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

**注 2：**LTC4080 保证在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$  的范围内满足规定性能要求。在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$  工作温度范围内的指标通过设计、特性分析和统计过程控制中的相关性来保证。

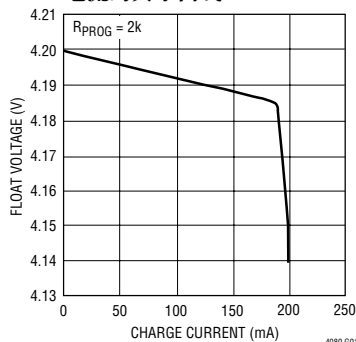
**注 3：**封装的裸露背面与 PC 板接地平面焊接不良将导致热阻远远高于  $43^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。
- 注 4：**虽然 LTC4080 充电器可在  $3.75\text{V}$  的电压条件下正确运作，但是，按照  $\Delta V_{\text{UVCLI}}$  规格，满充电电流需要一个高于期望的最终电池电压的输入电压。

**注 5：**在应用最小  $V_{BAT}$  规格之前，必须首先超过  $2.8\text{V}$  的最大降压欠压闭锁 ( $V_{\text{UVLO\_BUCK}}$ ) 退出门限。

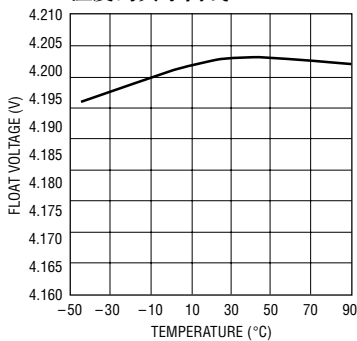
**注 6：** $I_{C/10}$  被表示为在采用所示 PROG 电阻器的情况下所测得的满充电电流的一个分数。

# 典型性能特征 $(T_A = 25^\circ\text{C}, V_{CC} = 5\text{V}, V_{BAT} = 3.8\text{V}$ , 除非特别注明)

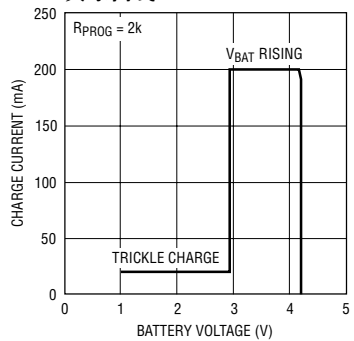
## 电池调节(浮动)电压与充电电流的关系曲线



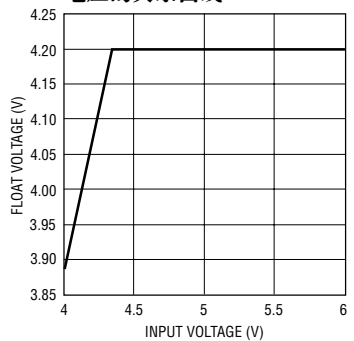
## 电池调节(浮动)电压与温度的关系曲线



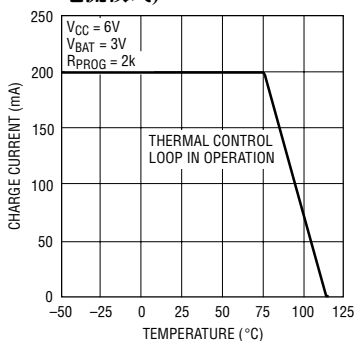
## 充电电流与电池电压的关系曲线



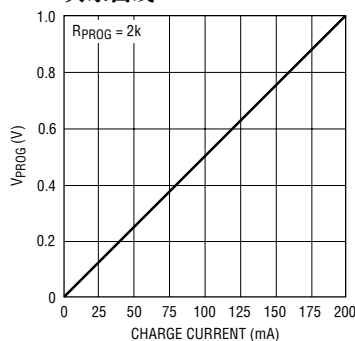
## 电池调节(浮动)电压与电源电压的关系曲线



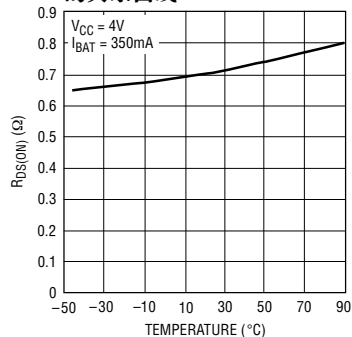
## 采用热调整功能时充电电流与温度的关系曲线(恒定电流模式)



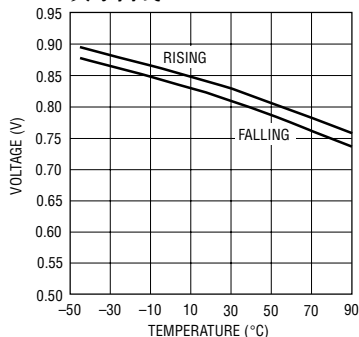
## PROG 引脚电压与充电电流的关系曲线



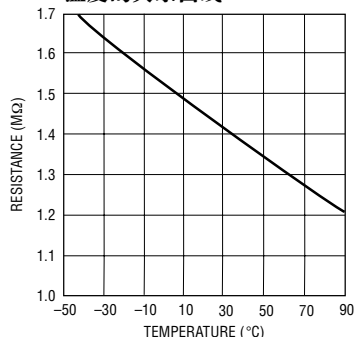
## 充电器 FET 接通电阻与温度的关系曲线



## EN\_CHRG、EN\_BUCK 和 MODE 引脚门限电压与温度的关系曲线



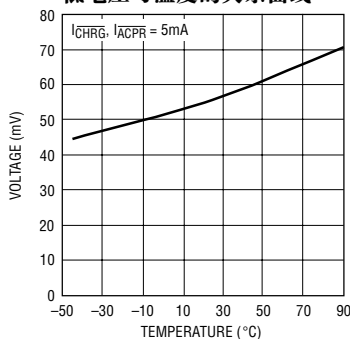
## EN\_CHRG 引脚下拉电阻与温度的关系曲线



# 典型性能特征

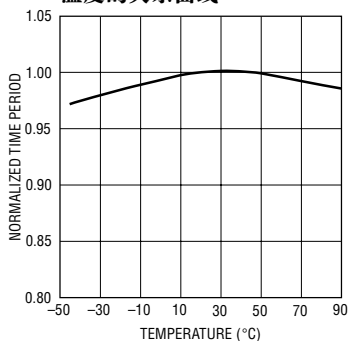
( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5\text{V}$ ,  $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ , 除非特别注明)

CHRG 和 ACPR 引脚输出  
低电压与温度的关系曲线



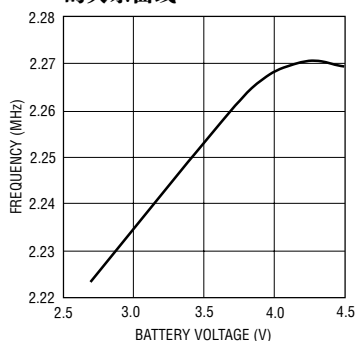
4080 G09

归一化充电器定时器周期与  
温度的关系曲线



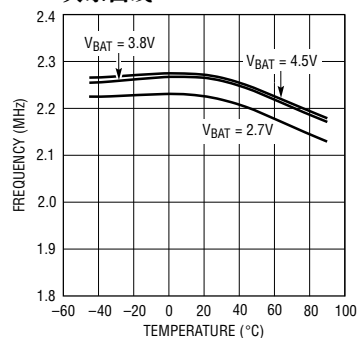
4080 G10

降压振荡器频率与电池电压  
的关系曲线



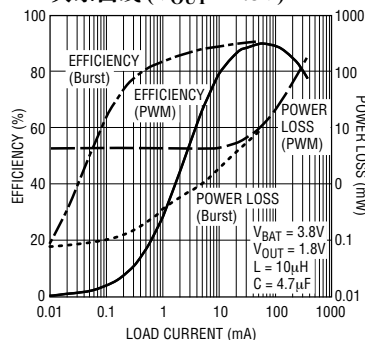
4080 G11

降压振荡器频率与温度的  
关系曲线



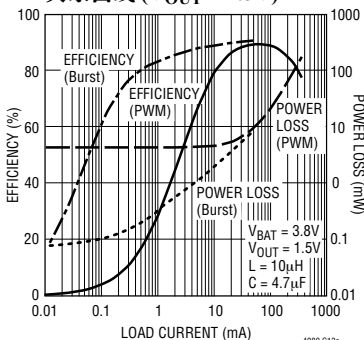
4080 G12

降压效率与负载电流的  
关系曲线 ( $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ )



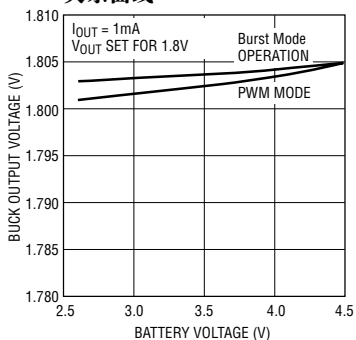
4080 G13

降压效率与负载电流的  
关系曲线 ( $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ )



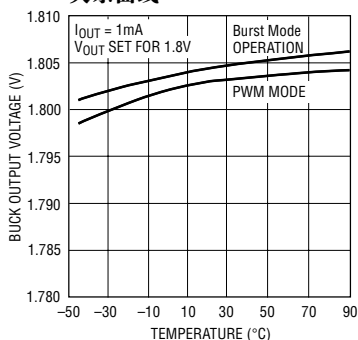
4080 G13a

降压输出电压与电池电压的  
关系曲线



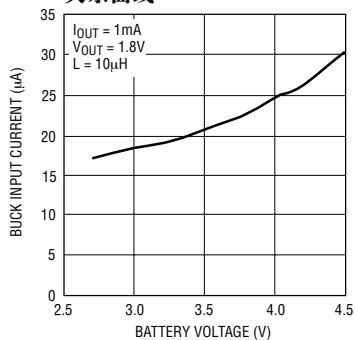
4080 G14

降压输出电压与温度的  
关系曲线



4080 G15

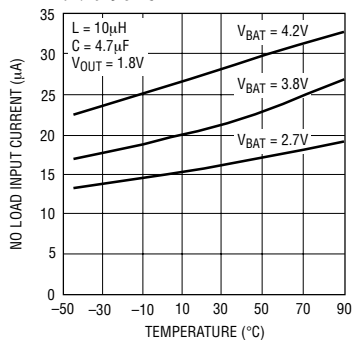
无负载降压输入电流  
(突发模式操作) 与电池电压的  
关系曲线



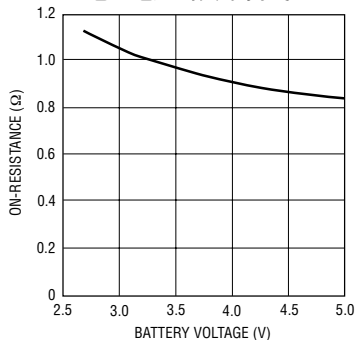
4080 G17

# 典型性能特征 (T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = 5V, V<sub>BAT</sub> = 3.8V, 除非特别注明)

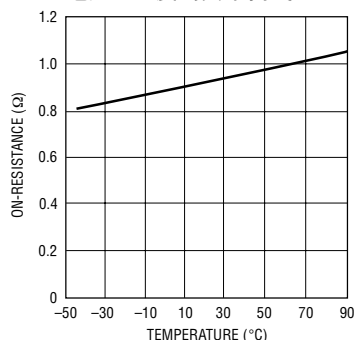
无负载降压输入电流  
(突发模式操作) 与温度的  
关系曲线



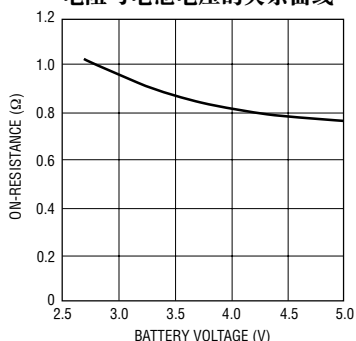
降压主开关 (PMOS) 接通电阻  
与电池电压的关系曲线



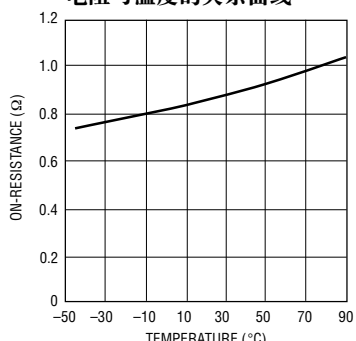
降压主开关 (PMOS) 接通  
电阻与温度的关系曲线



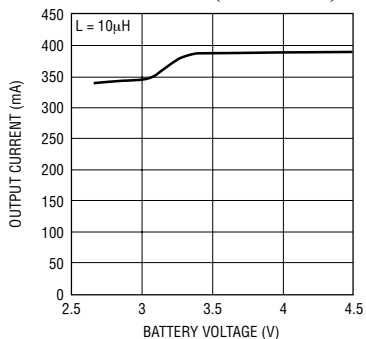
降压同步开关 (NMOS) 接通  
电阻与电池电压的关系曲线



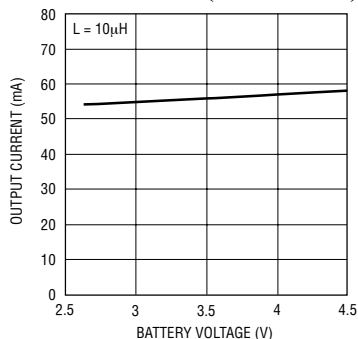
降压同步开关 (NMOS) 接通  
电阻与温度的关系曲线



最大输出电流 (PWM 模式)

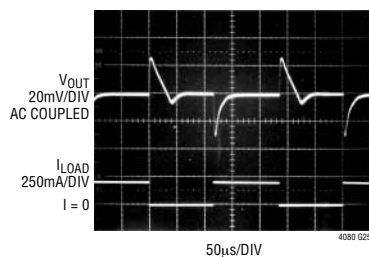


最大输出电流 (突发模式操作)

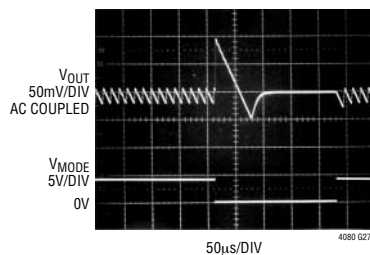


## 典型性能特征 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5\text{V}$ , $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ , 除非特别注明)

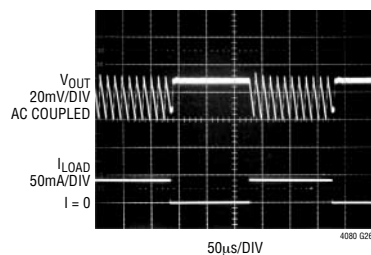
输出电压瞬态阶跃响应  
(PWM 模式)



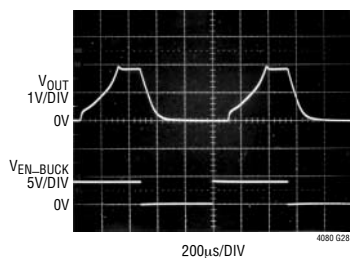
在突发模式和 PWM 模式  
之间切换时的输出电压波形  
( $I_{LOAD} = 10\text{mA}$ )



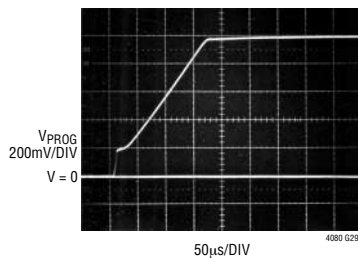
输出电压瞬态阶跃响应  
(突发模式)



降压  $V_{OUT}$  软起动  
( $I_{LOAD} = 50\text{mA}$ )



充电器  $V_{PROG}$  软起动





## 引脚功能

**BAT (引脚 1)：**充电电流输出和降压型转换器输入。负责向电池提供充电电流，并把最终浮动电压调节至 4.2V。从该引脚引出的一个内部精准电阻分压器用于设定浮动电压，并在充电器停机模式中被断接。应通过一个低 ESR 电容器对该引脚进行去耦，以实现低噪声降压操作。

**V<sub>CC</sub> (引脚 2)：**正输入电源电压。该引脚负责向电池充电器供电。V<sub>CC</sub> 可在 3.75V 至 5.5V 的范围内变化。应采用至少一个 1μF 的电容器对该引脚进行旁路。当 V<sub>CC</sub> 高出 BAT 引脚电压的幅度小于 32mV 时，电池充电器将进入停机模式。

**EN\_CHRG (引脚 3)：**用于电池充电器的使能输入引脚。把该引脚的电压拉至手动停机门限 (V<sub>IH</sub>) 以上将把 LTC4080 充电器置于停机模式，从而停止充电周期。在电池充电器停机模式中，如果稳压器不处于运行状态，则 LTC4080 具有小于 10μA 的电源电流和低于 5μA 的电池漏电流。使能为该引脚的缺省状态，但是，不用时应将该引脚连接至 GND。

**PROG (引脚 4)：**充电电流设置和充电电流监视引脚。在该引脚和地之间连接一个 1% 精度电阻器 R<sub>PROG</sub> 可设置充电电流。当在恒定电流模式中充电时，该引脚的电压被维持于 1V。在所有的操作模式中，该引脚上的电压都可被用来测量充电电流，采用的公式如下：

$$V_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \cdot 400$$

**ACPR (引脚 5)：**漏极开路电源状态输出。当 V<sub>CC</sub> 高于欠压闭锁门限 (3.6V) 和高于 V<sub>BAT</sub> + 80mV 时，ACPR 引脚将被拉至地；否则该引脚将呈高阻抗。

**CHRG (引脚 6)：**漏极开路充电状态输出。充电状态指示引脚具有三种状态：下拉、高阻抗状态和 2Hz 脉动。该输出可被用作一个逻辑接口或一个 LED 驱动器。当对电池进行充电时，由一个内部 N 沟道 MOSFET 将 CHRG 引脚拉至低电平。当充电电流降至全标度电流的 10% 时，CHRG 引脚被强制为高阻抗状态。如果电池电压处于 2.9V 以下的持续时间达到完整充电时间的四分之一时，则认为电池失效，而且 CHRG 引脚将以 2Hz 的频率脉动 (占空比为 75%)。

**FB (引脚 7)：**用于降压型稳压器的反馈引脚。一个连接在稳压器输出端和 FB 引脚之间的电阻分压器负责设置输出电压。该引脚电压的伺服值为 0.8V。

**MODE (引脚 8)：**突发模式使能引脚。把该引脚连接至高电平将强制 LTC4080 稳压器在所有负载条件下进入突发模式操作状态。把该引脚连接至低电平将强制在所有负载条件下执行恒定频率模式操作。不要把该引脚浮置。

**EN\_BUCK (引脚 9)：**用于开关稳压器的使能输入引脚。把该引脚拉至高电平将使能稳压器，而把该引脚拉至低电平将停用稳压器。不要把该引脚浮置。

**SW (引脚 10)：**用于降压稳压器的开关引脚。最大限度地缩短与该引脚相连的金属印制线的长度。应把电感器布设在尽可能靠近该引脚的地方。

**GND (引脚 11)：**地。该引脚是裸露衬垫封装的背部，且必须焊接至 PCB，以实现电连接和额定热性能。

## 方框图

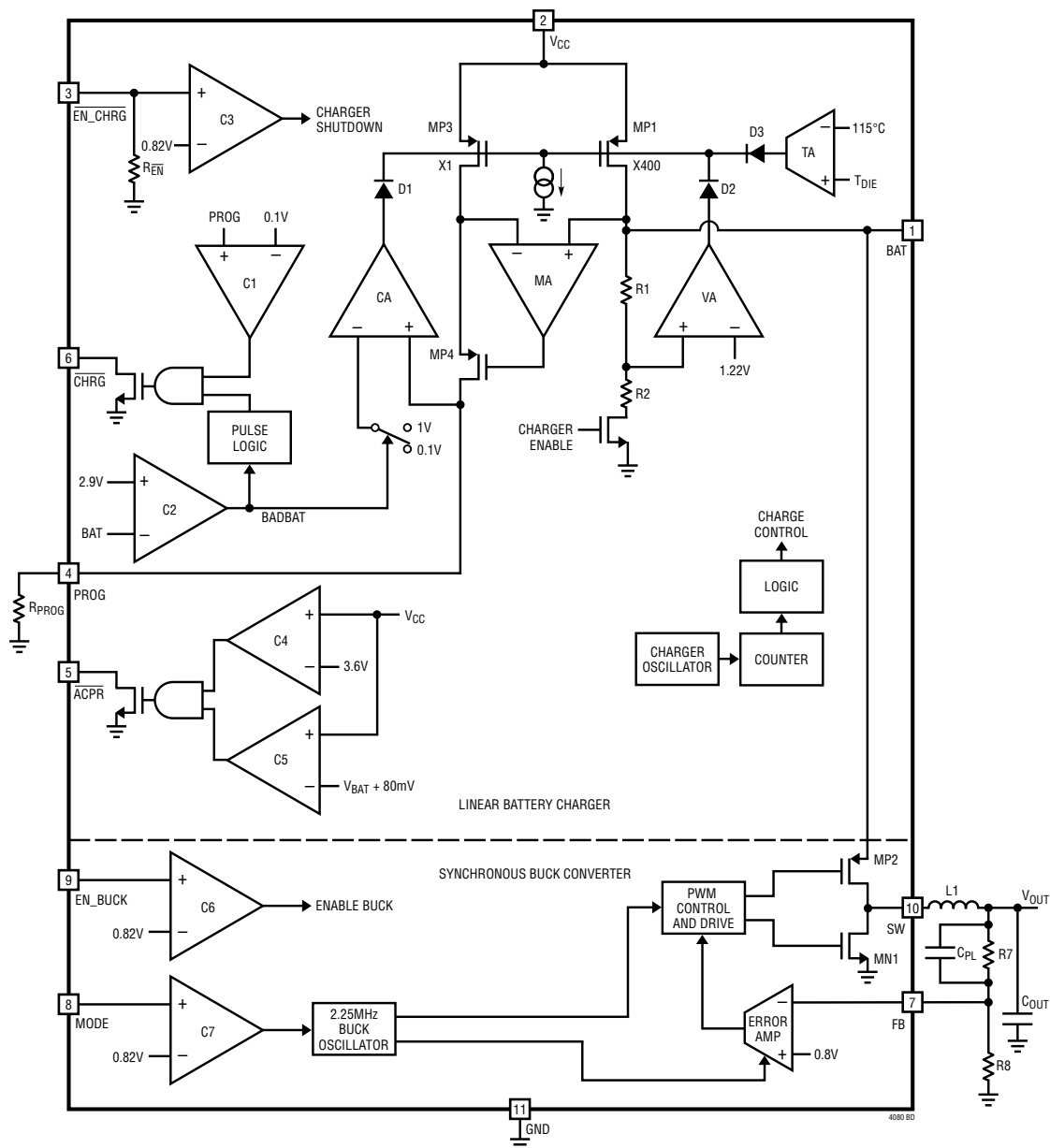


图1：LTC4080 方框图

## 工作原理

LTC4080 是一款内置同步降压型转换器的全功能线性电池充电器，主要是为手持式应用而设计的。该电池充电器能够给单节 4.2V 锂离子电池充电。降压型转换器由 BAT 引脚来供电，并具有一个可编程输出电压，可提供一个 300mA 的最大负载电流。转换器和电池充电器能同时或彼此独立地运行。

### 电池充电器操作

该电池充电器具有一个内部 P 沟道功率 MOSFET (MP1)，采用一种恒定电流/恒定电压充电算法和可编程电流。可设置高达 500mA 的充电电流并具有一个  $4.2V \pm 0.5\%$  的最终浮动电压。 $\overline{\text{CHRG}}$  漏极开路状态输出将在达到 C/10 时发出指示信号。无需隔离二极管或外部检测电阻器；因此，基本的充电器电路只需要两个外部元件。如果  $V_{CC}$  输入电压以及  $V_{CC}$  与 BAT 之间的电压差足以进行充电，则  $\overline{\text{ACPR}}$  漏极开路输出将发出指示信号。内部充电终止定时器遵循电池制造商的安全指导准则。不仅如此，LTC4080 电池充电器还能够从一个 USB 电源获得工作电源。

当下列条件得到满足时，充电周期开始： $V_{CC}$  引脚上的电压升至 3.6V 以上且约比 BAT 引脚电压高出 80mV、在 PROG 引脚和地之间接入了一个 1% 精度的设置电阻器和  $\overline{\text{EN\_CHRG}}$  引脚电压被拉至停机门限 ( $V_{IL}$ ) 以下。如果电池电压低于 2.9V，则充电器将开始以 1/10 的编程充电电流来对电池进行涓流充电。

当 BAT 引脚电压接近最终浮动电压 (4.2V) 时，电池充电器将进入恒定电压模式且充电电流开始减小。当电流降至全标度充电电流的 10% 时，一个内部比较器将关断驱动  $\overline{\text{CHRG}}$  引脚的 N 沟道 MOSFET，而且，该引脚将呈高阻抗状态。

如果芯片温度试图升至约 115°C 的预设值以上，则一个内部热限制电路将减小编程充电电流。该功能可防止 LTC4080 过热，并允许用户提升给定电路

板的功率处理能力极限而没有损坏 LTC4080 或外部元件的风险。热限制电路的另一个优点是能够在保证充电器将在最坏情况条件下自动减小电流的前提下根据某一给定应用的典型 (而不是最坏情况) 环境温度来设定充电电流。

一个内部定时器负责设定总充电时间  $t_{\text{TIMER}}$  (通常为 4.5 小时)。当这段时间结束时，充电周期终止， $\overline{\text{CHRG}}$  引脚呈高阻抗状态 (即使尚未达到 C/10 也是如此)。如欲重新启动充电周期，可取消输入电压并重新施加，或短暂地强制  $\overline{\text{EN\_CHRG}}$  引脚电压高于  $V_{IH}$ 。如果 BAT 引脚电压降至  $V_{\text{RECHRG}}$  (典型值为 4.1V) 以下，则将自动重新启动一个新的充电周期。

### 恒定电流 / 恒定电压 / 恒定温度

LTC4080 电池充电器采用一种独特的架构来对电池进行恒定电流、恒定电压、恒定温度形式的充电。图 1 示出了 LTC4080 的简化框图。图中所示的三个放大器反馈环路用于控制恒定电流 (CA)、恒定电压 (VA) 和恒定温度 (TA) 模式。第四个放大器反馈环路 (MA) 被用来增加电流源对 (MP1 和 MP3) 的输出阻抗 (请注意：MP1 为内部 P 沟道功率 MOSFET)。它确保了 MP1 的漏极电流恰好是 MP3 的漏极电流的 400 倍。

放大器 CA 和 VA 被用在独立的反馈环路中，分别用来强制充电器进入恒定电流或恒定电压模式。二极管 D1 和 D2 提供优先权给最需要减小充电电流的环路，既可以是恒定电流环路，也可以是恒定电压环路。另一个放大器的输出以饱和的方式输出低电平，这样可以有效地将其反馈环路与系统分离。在恒定电流模式中，CA 将 PROG 引脚电压维持于精确的 1V。在恒定电压模式中，VA 将其同相输入维持于 1.22V，并且，由 R1 和 R2 所组成的内部电阻分压器可确保电池电压被维持于 4.2V。如“应用信息”部分中的“设置充电电流”部分所述，PROG 引脚电压可以在充电周期中随时指示充电电流值。

## 工作原理

如果芯片温度由于内部功耗的原因而开始爬升至 115°C 以上，则跨导放大器 TA 将通过减小充电电流来把芯片温度限制于 115°C 左右。二极管 D3 可确保 TA 不会在芯片温度低于 115°C 时对充电电流有任何的影响。在热调整过程中，PROG 引脚电压将继续指示充电电流值。

在典型的工作方式中，充电周期始于恒定电流模式，并向电池输送大小为  $400V/R_{\text{PROG}}$  的电流。如果 LTC4080 的功率耗散导致结温升到 115°C，则放大器 (TA) 将开始减小充电电流以把芯片温度限制于 115°C 左右。随著电池电压的上升，LTC4080 要么返回恒定电流模式，要么直接从恒定温度模式进入恒定电压模式。

### 电池充电器欠压闭锁 (UVLO)

一个内部欠压闭锁电路负责监视输入电压，并在  $V_{\text{CC}}$  升至 3.6V 以上且比 BAT 引脚电压高出约 80mV 之前使电池充电器保持在关断状态。该 3.6V UVLO 电路具有一个约 0.6V 的内置迟滞，而且 80mV 的自动停机门限具有一个约 50mV 的内置迟滞。在欠压闭锁状态下，最大电池漏电流为 5 $\mu$ A，而最大电源电流为 10 $\mu$ A。

### 欠压充电电流限制 (UVCL)

LTC4080 中的电池充电器包括欠压充电电流限制功能，可防止满充电电流，直至输入电源电压达到电池电压以上约 300mV ( $\Delta V_{\text{UVCL1}}$ ) 为止。如果 LTC4080 是由一个电源通过长电线 (或任何较高的输出阻抗) 来供电的，则该功能尤其有用。更多细节请见“应用信息”部分。

### 涓流充电和电池失效检测

在充电周期开始时，如果电池电压低于 2.9V，则电池充电器进入涓流充电模式，充电电流减小至编程电流的 10%。如果这种低电池电压状态的持续时间达到总充电时间的 1/4 (1.125 小时)，则认为电池

损坏，充电周期被终止， $\overline{\text{CHRG}}$  引脚输出将以一个 2Hz 的频率脉动，并且具有一个 75% 的占空比。如果由于任何原因导致电池电压升至 2.9V 以上，则充电周期将被重新启动。如欲重新启动充电周期 (即：当用一个电压低于 2.9V 的放电电池来替代失效电池时)，则必须拿掉输入电压并重新施加或短暂地把  $\overline{\text{EN\_CHRG}}$  引脚电压拉至停机门限以上来使充电器复位。

### 电池充电器停机模式

可通过把  $\overline{\text{EN\_CHRG}}$  引脚电压拉至停机门限 ( $V_{\text{TH}}$ ) 以上来停用 LTC4080 的电池充电器。在停机模式中，电池漏电流被减小至 2 $\mu$ A 以下，而  $V_{\text{CC}}$  电源电流则被减小至约 5 $\mu$ A (前提是稳压器处于关断状态)。当未接入输入电压时，电池充电器处于停机模式，而且电池漏电流小于 5 $\mu$ A。

### 电源状态指示器 ( $\overline{\text{ACPR}}$ )

电源状态输出具有两种状态：下拉和高阻抗。下拉状态表示  $V_{\text{CC}}$  高于欠压闭锁门限且至少比 BAT 电压高 80mV (见“欠压闭锁”)。当这些条件未得到满足时， $\overline{\text{ACPR}}$  引脚呈高阻抗，表示 LTC4080 不能对电池实施充电。

### $\overline{\text{CHRG}}$ 状态输出引脚

充电状态指示器引脚具有三种状态：下拉、2Hz 脉动 (见“电池失效检测”) 和高阻抗。下拉状态指示 LTC4080 处于充电周期中。高阻抗状态表示充电电流已降至全标度电流的 10% 以下或者电池充电器被停用。当定时器终止操作时 (4.5 小时)， $\overline{\text{CHRG}}$  引脚也被强制为高阻抗状态。当由 UVCL 强制充电电流降至全标度电流的 10% 以下时，如果电池充电器不处于恒定电压模式，则  $\overline{\text{CHRG}}$  将保持于强下拉状态中。

## 工作原理

### 充电电流软起动和软停止

LTC4080 的电池充电器具有一个软起动电路，用于最大限度地减小充电周期开始时的涌入电流。当启动一个充电周期时，充电电流将在约  $180\mu\text{s}$  的时间里从零斜坡上升至全标度电流。同样地，当充电器被关断或自动终止时，内部电路将使充电电流从全标度值缓慢地斜坡下降至零。这起到了最大限度地减小启动和充电终止期间电源上的瞬变电流负载的作用。

### 定时器和再充电

LTC4080 的电池充电器具有一个内部充电终止定时器，当输入电压高于欠压闭锁门限且至少比 BAT 引脚电压高  $80\text{mV}$  时，该终止定时器将起动，而且电池充电器将逐渐脱离停机模式。

在上电或退出停机模式时，充电时间被设定为 4.5 小时。一旦充电周期终止，电池充电器将使用一个比较器和一个  $2\text{ms}$  滤波器时间来连续监视 BAT 引脚电压。当平均电池电压降至  $4.1\text{V}$  (对应于 80% 至 90% 的电池容量) 以下时，将启动一个新的充电周期，一个 2.25 小时定时器开始工作。这就确保了电池被维持在或接近一个满充电状态，并免除了周期性充电周期启动的需要。 $\overline{\text{CHRG}}$  输出在再充电周期中呈强下拉状态，直至达到  $C/10$  或再充电周期终止为止。

### 开关稳压器操作：

可通过把 EN\_BUCK 引脚拉至  $V_{\text{IH}}$  以上来接通 LTC4080 中的开关稳压器。它具有两种用户可选模式，即：恒定频率 (PWM) 模式和突发模式操作。恒定频率模式操作可提供低噪声 (但牺牲了效率)，而突发模式操作则可在轻负载条件下提升效率 (代价是噪声和输出电压纹波有所增加)。下面将详细介绍不同的操作模式以及操作的不同方面。参阅“方框图”可对该器件的工作原理有一个最好的了解。

### 恒定频率 (PWM) 模式操作

当 MODE 引脚电压被拉至  $V_{\text{IL}}$  以下时，开关稳压器将工作于恒定频率 (PWM) 模式。在该模式中，它采用了一种包括一个振荡器、一个误差放大器和一个 PWM 比较器的电流模式架构，以实现卓越的电压和负载调节性能。在每个时钟周期的起点，如果 FB 引脚电压低于  $0.8\text{V}$  基准电压，则主开关 MP2 (P 沟道 MOSFET) 将接通，以对电感器进行充电。流入电感器 (和负载) 的电流将增加，直至其达到误差放大器所要求的峰值电流为止。在该点上，主开关断开，同步开关 MN1 (N 沟道 MOSFET) 接通，因而允许电感器电流从地流至负载，直到下一个周期开始或电流减小至零电流 ( $I_{\text{ZERO}}$ ) 水平为止。

**振荡器：** 在恒定频率模式中，开关稳压器采用了一个以  $2.25\text{MHz}$  的固定频率运行的专用振荡器。选择该频率的目的是为了最大限度地减轻与 AM 波段可能的相互干扰。

**误差放大器：** 误差放大器是一个内部补偿跨导 ( $g_m$ ) 放大器 ( $g_m = 65\mu\text{mhos}$ )。将内部  $0.8\text{V}$  基准电压与 FB 引脚上的电压进行比较，以在误差放大器的输出端上生成一个电流信号。该电流信号随后被转换为电压信号 ( $I_{\text{TH}}$ )，并且代表了实现稳压所需的峰值电感器电流。

**PWM 比较器：** 无损电流检测把 PMOS 开关电流信号转换成电压，该电压与内部斜率补偿信号相加。PWM 比较器把该信号与  $I_{\text{TH}}$  进行比较，并决定何时断开主开关。在每个时钟周期的起点，开关电流检测被消隐约  $12\text{ns}$ ，以防止开关被误断开。

### 突发模式操作

突发模式操作可通过把 MODE 引脚拉至  $V_{\text{IH}}$  以上来选择。在该模式中，内部振荡器被停用，误差放大器变成了一个用于监视 FB 电压的比较器，而且，电感器电流在一个固定的  $I_{\text{PEAK}}$  (约  $80\text{mA}$ ) 和  $I_{\text{ZERO}}$  ( $35\text{mA}$ ) 之间摆动，这与负载电流无关 (只要 FB



## 工作原理

引脚电压低于或等于 0.8V 的基准电压即可)。一旦  $V_{FB}$  高于 0.8V，控制逻辑将把两个开关以及大部分电路关断，而且稳压器据说将进入 SLEEP 模式。在 SLEEP 模式中，稳压器仅从 BAT 引脚吸收约 20 $\mu$ A 的电流(前提是电池充电器被关断)。当输出电压从其标称值下降了约 1% 时，稳压器将被唤醒，且电感器电流将恢复在  $I_{PEAK}$  和  $I_{ZERO}$  之间摆动。输出电容器被再充电，并在输出负载保持足够轻的情况下使稳压器再次进入 SLEEP 状态。该间歇式突发操作的频度取决于负载电流。就是说，随著负载电流的进一步减小，稳压器接通的频度下降。因此，突发模式操作通过最大限度地降低开关和静态损耗来提高轻负载效率。然而，输出电压纹波增加到了 2% 左右。

为了最大限度地减小输出电压中的纹波，在突发模式操作中，用于两个开关的电流限值被减小至其在恒定频率模式中的数值的 20% 左右。另外，同步开关的零电流被调整至约 35mA，由此来防止发生经由电感器的反向传导。因此，稳压器在突发模式操作中仅能提供约 55mA 的负载电流。任何吸收更大负载电流的企图都将造成输出电压降至调节范围之外。

### 电流限值

为了防止电感器电流失控，在 PMOS 主开关和 NMOS 同步开关上均设有绝对电流限值 ( $I_{LIM}$ )。对于 PWM 模式，在内部把这些限值分别设定为 400mA 和 600mA。如果误差放大器所需的峰值电感器电流在任何时候超过了 PMOS  $I_{LIM}$ ，则误差放大器将被忽略，且电感器电流将被限制为 PMOS  $I_{LIM}$ 。在突发模式操作中，PMOS 电流限值被减小至 80mA，以最大限度地减小输出电压纹波。

### 零电流比较器

零或反向电流比较器负责监视至输出端的电感器电流，并在该电流减小至一个预定值 ( $I_{ZERO}$ ) 时关断同步整流器。在固定频率模式中，这被设定为 -15mA，意味著稳压器允许电感器电流反向流动(从输

出端经由同步整流器流至地) 至一个 15mA 的最大值。这样做旨在确保稳压器能够在负载非常轻的情况下执行稳压操作(而不会跳过任何周期)，从而抑制输出电压纹波和噪声，代价是效率有所下降。

然而，在突发模式操作中， $I_{ZERO}$  被设定为 +35mA，这意味著：当通过电感器流至输出端的电流在放电周期中减小至 35mA 时，同步开关将立即断开。这可以保存输出电容器上的电荷，并提升轻负载条件下的总体效率。

### 软启动

LTC4080 开关稳压器通过对一个内部电容器进行缓慢充电而在两种操作模式中均提供了软启动功能。而该电容器上的电压又将使两个开关的电流限值在约 400 $\mu$ s 的时间里从一个低数值缓慢斜坡上升至其各自的最大值。当稳压器被停用时，软启动电容器将被完全放电。

### 短路保护

如果在输出端或启动期间发生短路，则  $V_{OUT}$  将接近于 0V。由于电感器电流的下降斜坡约为  $V_{OUT}/L$ ，因此，电感器有可能无法获得充分放电的机会来避免失控现象的发生。由于在每个时钟周期的起点对电流检测进行了约 12ns 的消隐，所以电感器电流会在几个周期的时间里增大至一个危险的高水平，即使在主 PMOS 开关上设置了一个严格的电流限值也无济于事。这就是 LTC4080 中的开关稳压器同时还监视流过同步 NMOS 开关的电流并对其施加一个严格限值的原因所在。如果流经 NMOS 开关的电感器电流在放电周期结束时未处于该限值以下，则稳压器将跳过下一个充电周期，由此来防止电感器电流失控。

### 开关稳压器欠压闭锁

当  $V_{BAT}$  低于 2.7V 时，一个欠压闭锁电路将使稳压器处于关断状态，从而防止执行不可靠的操作。

## 工作原理

然而，如果稳压器已经处于运行状态且电池电压不断地下降，则在  $V_{BAT}$  降至 2.5V 以下之前，欠压比较器不会关断稳压器。

### 压降方式操作

当 BAT 引脚电压接近  $V_{OUT}$  时，开关稳压器的占空比将接近 100%。当  $V_{BAT}$  约等于  $V_{OUT}$  时，稳压器据说将处于压降状态。在压降方式中，主开关

(MP2) 连续保持接通状态，且输出电压等于电池电压与主开关和电感器两端的电压降之差。

### 全体热停机

LTC4080 包括一个全体热停机电路，该电路将在芯片温度超过 160°C 的情况下把整个器件 (电池充电器和开关稳压器) 完全关断。一旦芯片温度下降 14°C 左右，LTC4080 将立即恢复正常运作。

## 应用信息

### 电池充电器

#### 设置充电电流

电池充电电流是利用一个连接在 PROG 引脚和地之间的电阻器来设定的。充电电流是 PROG 引脚输出电流的 400 倍。设置电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{PROG} = 400 \cdot \frac{1V}{I_{BAT}}, \quad I_{BAT} = 400 \cdot \frac{1V}{R_{PROG}}$$

从 BAT 引脚输出的充电电流可通过监视 PROG 引脚电压随时确定，采用的公式如下：

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \cdot 400$$

#### 稳定性考虑

LTC4080 电池充电器包含两个控制环路：恒定电压和恒定电流。当采用低阻抗引线来连接电池时，恒定电压环路能够在未采用任何补偿的情况下保持稳定。然而，如果引线过长，则有可能增加足够的串联电感，从而要求在 BAT 和 GND 之间布设一个数值至少为 1  $\mu$ F 的旁路电容器。此外，在电池断接时，为了抑制纹波电压，需要在 BAT 和 GND 之间布设一个 4.7  $\mu$ F 电容器和一个 0.2  $\Omega$  至 1  $\Omega$  的串联电阻器。

在恒定电流模式中，位于反馈环路中的是 PROG 引脚，而不是电池电压。由于 PROG 引脚电容所产生的附加极点的缘故，该引脚上的电容必须尽可能地小。当 PROG 引脚上没有附加电容时，电池充电器能够在采用阻值高达 25k 的设置电阻器阻值的情况下保持稳定。然而，该节点上的附加电容会减小设置电阻器的最大容许阻值。PROG 引脚上的极点频率应保持在 100kHz 以上。于是，如果 PROG 引脚加载了一个电容  $C_{PROG}$ ，则应采用下式来计算  $R_{PROG}$  的最大电阻值：

$$R_{PROG} \leq \frac{1}{2\pi \cdot 10^5 \cdot C_{PROG}}$$

对用户来说，他们更感兴趣的可能是平均电池电流，而不是瞬时电池电流。例如，如果一个运行在低电流模式的开关稳压器与电池并联，则从 BAT 引脚获得的平均电流通常比瞬时电流脉冲更加让人感兴趣。在这种场合，可在 PROG 引脚上采用一个简单的 RC 滤波器来测量平均电池电流 (如图 2 所示)。在 PROG 引脚和滤波电容器之间增设了一个 10k 电阻器，旨在确保稳定性。

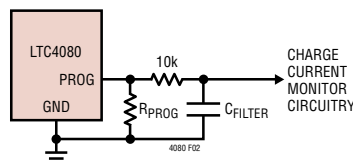


图 2：隔离 PROG 引脚上的容性负载和滤波电路

## 应用信息

## 欠压充电电流限制 (UVCL)

USB 供电型系统往往具有非常不稳定的源阻抗 (主要是因电缆的质量和长度所致)。一个瞬变负载加上这样的阻抗将会轻易地使 UVLO 门限发生跳变并关断电池充电器, 除非实现欠压充电电流限制功能。

假设一种 LTC4080 工作于正常条件下且输入电源电压开始下降 (例如: 一个外部负载将输入电源电压拉低) 的情形。如果输入电压达到  $V_{UVCL}$  (大约比电池电压高 300mV,  $\Delta V_{UVCL}$ ), 则欠压充电电流限制电路将开始减小充电电流, 以试图在  $V_{CC}$  和 BAT 之间维持  $\Delta V_{UVCL}$ 。LTC4080 将继续在这种减小的充电电流条件下运作, 直到输入电源电压上升或恒定电压模式进一步减小充电电流为止。

## 从电流限制的交流适配器获取工作电源

通过采用一个电流限制的交流适配器作为输入电源, 对于编程充电电流高于电源限值的情况, LTC4080 的功耗要比采用非电流限制型电源时低得多。

假设这样一种情形: 某项应用需要一个 200mA 的充电电流 (对于一个放电的 800mAh 锂离子电池)。如果采用一个典型的 5V (非电流限制型) 输入电源, 则器件内部的峰值功耗可能会超过 300mW。

现在考虑一下相同的情形, 但此时采用的是一个具有 200mA 电流限值的 5V 输入电源。为了利用该电流限制型电源, 需要把 LTC4080 设置成以大于 200mA 的电流进行充电。假设 LTC4080 是针对 300mA 电流进行设置的 (即:  $R_{PROG} = 1.33k\Omega$ ), 以确保器件的容限能够维持一个高于 200mA 的编程电流。由于电池充电器将需要一个高于输入电源电流限值的充电电流, 因此电源电压将骤降至电池电压 + 200mA • 内部 PFET 的“接通”电阻。当采用一个 5V 电源时, 电池充电器功率器件的接通电阻约为  $0.75\Omega$ 。由于输入电源将骤降至 5V 以下这一事实, 实际的接通电阻因而将略高。该充电期的功耗约为

30mW。与采用非电流限制型电源时相比, 功耗下降了 10 倍。

## USB 和交流适配器电源

虽然 LTC4080 允许从一个 USB 端口进行充电, 但也可采用一个交流适配器来给锂离子电池充电。图 3 示出了交流适配器与 USB 电源输入组合方式的一个实例。一个 P 沟道 MOSFET (MP1) 被用于防止交流适配器接入时电流反向流入 USB 端口, 而肖特基二极管 (D1) 则被用于防止 USB 功率在经过 1k 下拉电阻器时产生损耗。

一般来说, 交流适配器能提供比电流限制的 USB 端口大得多的电流。因此, 当交流适配器接入时, 可采用一个 N 沟道 MOSFET (MN1) 和一个附加的设置电阻器来增加充电电流。

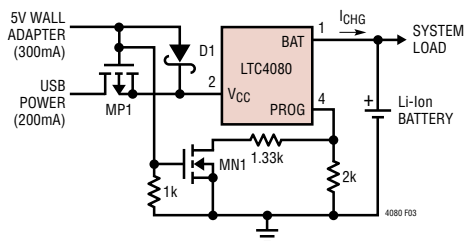


图 3：交流适配器与 USB 电源的组合

## 功率损耗

导致 LTC4080 电池充电器通过热反馈来减小充电电流的条件可通过 IC 中的功率损耗来估算。对于高充电电流, LTC4080 的功耗可由下式近似求出:

$$P_D = (V_{CC} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} + P_{D\_BUCK}$$

式中的  $P_D$  为 IC 内部的总耗散功率,  $V_{CC}$  为输入电源电压,  $V_{BAT}$  为电池电压,  $I_{BAT}$  为充电电流,  $P_{D\_BUCK}$  为稳压器产生的功耗。 $P_{D\_BUCK}$  可由下式来计算:

$$P_{D\_BUCK} = V_{OUT} \cdot I_{OUT} \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right)$$



## 应用信息

式中的  $V_{OUT}$  为开关稳压器的稳压输出,  $I_{OUT}$  为稳压器负载,  $\eta$  为该特定负载条件下的效率。

由于 LTC4080 将自动减小充电电流以维持约  $115^{\circ}\text{C}$  的芯片温度, 因此无需针对最坏情况功耗情形进行设计。然而, 当热反馈开始对 IC 提供保护时, 环境温度近似为:

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - P_{D\theta JA}$$

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - (V_{CC} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} \cdot \theta_{JA} \text{ (如果稳压器处于关闭状态)}。$$

实例: 假设一种极端情况, 即: LTC4080 从一个 6V 电源获得工作电源, 并向一个 3V 锂离子电池提供 250mA 电流 (且稳压器处于关闭状态)。当 LTC4080 开始减小 250mA 充电电流时, 环境温度近似为:

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - (6\text{V} - 3\text{V}) \cdot (250\text{mA}) \cdot 43^{\circ}\text{C/W}$$

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - 0.75\text{W} \cdot 43^{\circ}\text{C/W} = 115^{\circ}\text{C} - 32.25^{\circ}\text{C}$$

$$T_A = 82.75^{\circ}\text{C}$$

如果由于稳压器的原因而产生了更多的功耗, 则热反馈电路将在一个略低于该温度的条件下开始生效。在上面的境况中, LTC4080 可在  $82.75^{\circ}\text{C}$  以上的温度条件下使用, 但充电电流将从 250mA 下降。对于一个给定的环境温度, 充电电流可由下式近似求出:

$$I_{BAT} = \frac{115^{\circ}\text{C} - T_A}{(V_{CC} - V_{BAT}) \cdot \theta_{JA}}$$

再以  $85^{\circ}\text{C}$  的环境温度来考虑前面的例子。充电电流将被大约减小至:

$$I_{BAT} = \frac{115^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}}{(6\text{V} - 3\text{V}) \cdot 43^{\circ}\text{C/W}} = \frac{30^{\circ}\text{C}}{129^{\circ}\text{C/A}} \\ = 232.6\text{mA}$$

注:  $1\text{V} = 1\text{J/C} = 1\text{W/A}$

而且, 正如“设置充电电流”部分所讨论的那样, PROG 引脚上的电压将随著充电电流的变化成比例地改变。

## $V_{CC}$ 旁路电容器

输入旁路可以使用多种类型的电容器; 然而, 在采用多层陶瓷电容器时必须谨慎。由于有些类型的陶瓷电容器具有自谐振和高 Q 值的特点, 因此, 在某些启动条件下 (比如将充电器输入与一个工作中的电源相连) 有可能产生很高的电压瞬变。增设一个与 X5R 型陶瓷电容器串联的  $1\Omega$  串联电阻器将最大限度地减小启动电压瞬变。如需了解更多信息, 请参阅“应用指南 88 (Application Note 88)”。

## 开关稳压器

### 设定降压转换器输出电压

LTC4080 的稳压器负责比较 FB 引脚电压和一个  $0.8\text{V}$  内部基准, 以在误差放大器的输出端上生成一个误差信号。一个连接在  $V_{OUT}$  和地之间的分压器 (如“方框图”所示) 用于通过 FB 引脚来设置输出电压, 采用的公式如下:

$$V_{OUT} = 0.8\text{V} \cdot \left[ 1 + \frac{R7}{R8} \right]$$

在这些电阻器中保持很低的电流 ( $< 5\mu\text{A}$ ) 可实现效率的最大化, 但如果把电流弄得过低, 则有可能允许杂散电容引发噪声问题并减小误差放大器环路的相位余量。如需改善频率响应, 可采用一个数值约为  $10\text{pF}$  的相位超前电容器 ( $C_{PL}$ )。应非常谨慎地把 FB 线布设得远离噪声源 (例如: 电感器或 SW 线)。

## 电感器的选择

电感值主要决定了电感器中的电流纹波。电感器纹波电流  $\Delta I_L$  随电感的升高而减小, 而随著  $V_{IN}$  或  $V_{OUT}$  的升高而增加:

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{f_0 \cdot L} \cdot \left( 1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right)$$

接受较大的  $\Delta I_L$  值允许采用低电感, 但会导致较高的输出电压纹波、较大的磁芯损耗并降低输出电流能力。设定纹波电流的一个合理的起点为

典型应用

$\Delta I_L = 0.3 \cdot I_{LIM}$ ，式中的  $I_{LIM}$  为峰值开关电流限值。最大纹波电流出现在最大输入电压条件下。为了保证纹波电流处于一个规定的最大值以下，应根据下式来选择电感值：

$$L \geq \frac{V_{OUT}}{f_0 \cdot \Delta I_L} \cdot \left( 1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right)$$

对于采用  $V_{OUT} = 1.8V$  的应用，由上式可知：应采用一个至少  $6.8\mu H$  的电感器，以确保进行正确的操作。

许多制造商提供了尺寸和形状各异的诸多电感器。为了实现效率的最大化，应选择一个具有低 DC 电阻的电感器。请谨记，大多数非常薄或体积非常小的电感器往往都具有高得多的磁芯和 DCR 损耗，而且将无法提供最佳的效率。此外，应选择一个额定 DC 电流至少为峰值电感器电流限值 1.5 倍的电感器，以确保在正常操作期间电感器不会发生饱和现象。为了最大限度地降低辐射噪声，应采用铁氧体或坡莫合金材料的环形芯或屏蔽罐形磁芯电感器。表 1 列出了几家电感器制造商。

表 1：推荐的表面贴装型电感器制造商

|           |                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| Coilcraft | <a href="http://www.coilcraft.com">www.coilcraft.com</a> |
| Sumida    | <a href="http://www.sumida.com">www.sumida.com</a>       |
| Murata    | <a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>       |
| Toko      | <a href="http://www.tokoam.com">www.tokoam.com</a>       |

输入和输出电容器的选择

由于至降压型转换器的输入电流波形是一个正弦波，因此它包含高频分量。强烈建议您采用一个低等效串联电阻 (ESR) 多层陶瓷电容器，以对 BAT 引脚 (它是转换器的输入) 进行旁路。由于钽电容器和铝电容器的 ESR 很高，因此建议您不要使用。对于给定的负载电流，BAT 引脚上的电容器数值直接控制著输入电压纹波的大小。增大该电容器的数值将减小输入纹波。

为了防止在瞬变负载条件下发生很大的  $V_{OUT}$  电压阶跃，还建议您采用一个陶瓷电容器来对  $V_{OUT}$  进行旁路。该电容器的典型值为  $4.7\mu F$ 。

多层陶瓷片式电容器 (MLCC) 通常具有出色的 ESR 性能。MLCC 与具有一个完整接地平面的精心布局电路板相组合，将获得非常好的性能和低 EMI 辐射。

有几种特性迥异的陶瓷电容器。Y5V 和 X5R 陶瓷电容器的封装密度明显较高，但在其额定电压或温度范围内的性能欠佳。在给定的电压和温度条件下，应直接按照外壳尺寸 (而不是用于一个期望最小电容的规定值) 来比较 Y5V、X5R 和 X7R 陶瓷电容器。有些制造商在其网站上提供了有关可实现电容的优异数据。表 2 罗列了几家陶瓷电容器制造商。

表 2：推荐的陶瓷电容器制造商

|             |                                                      |
|-------------|------------------------------------------------------|
| Taiyo Yuden | <a href="http://www.t-yuden.com">www.t-yuden.com</a> |
| AVX         | <a href="http://www.avxcorp.com">www.avxcorp.com</a> |
| Murata      | <a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>   |
| TDK         | <a href="http://www.tdk.com">www.tdk.com</a>         |

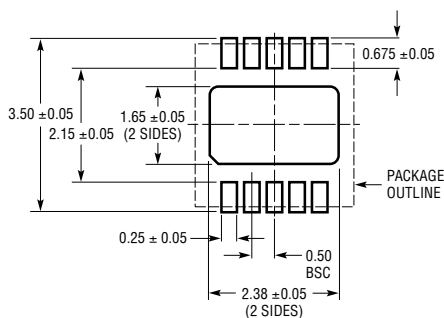
电路板布局考虑

为了在所有条件下都能够提供最大充电电流，LTC4080 封装背部上的裸露金属衬垫应具有至 PC 板地的上佳热接触，这一点至关重要。如能正确地焊接在一块  $2500mm^2$  的双面 1 盎司铜板上，则 LTC4080 将具有约  $43^\circ C/W$  的热阻。如果在封装背面的裸露衬垫与敷铜板之间没有热接触，则将导致热阻远远大于  $43^\circ C/W$ 。

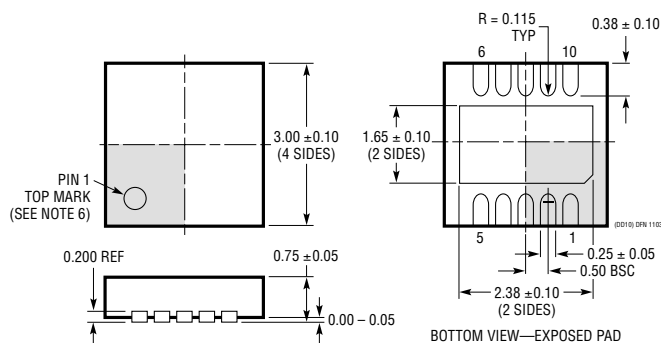
而且，由于其高频开关电路的原因，输入电容器、BAT 引脚电容器、电感器和输出电容器必需尽可能地靠近 LTC4080，并在 LTC4080 及其所有高频元件的下方布设一个完整的接地平面。

## 封装描述

**DD 封装**  
**10 引脚塑料 DFN (3mm × 3mm)**  
 (参考 LTC DWG # 05-08-1699)



## RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS

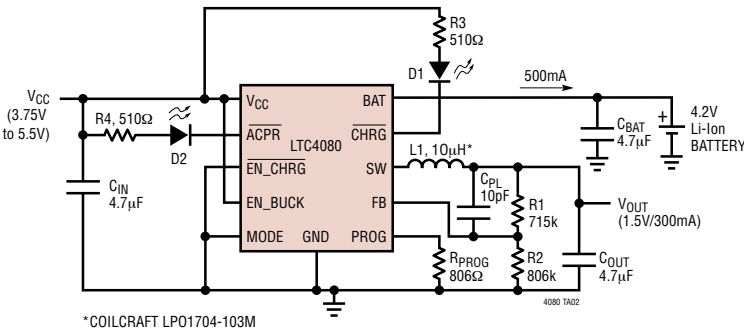


## NOTE:

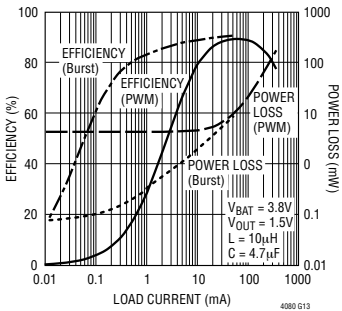
1. DRAWING TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE M0-229 VARIATION OF (WEED -2). CHECK THE LTC WEBSITE DATA SHEET FOR CURRENT STATUS OF VARIATION ASSIGNMENT
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

典型应用

具有 1.5V 降压转换器的锂离子电池充电器



降压效率与负载电流的关系曲线 (VOUT = 1.5V)



相关器件

| 器件型号                 | 描述                                         | 备注                                                                 |
|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>电池充电器</b>         |                                            |                                                                    |
| LTC3550              | 具有可调输出 600mA 降压型转换器的双输入 USB/AC 适配器锂离子电池充电器 | 同步降压型转换器，效率：93%，可调输出：600mA，充电电流：950mA 可编程，USB 兼容，输入电源自动检测和选择       |
| LTC3550-1            | 具有 600mA 降压型转换器的双输入 USB/AC 适配器锂离子电池充电器     | 同步降压型转换器，效率：93%，输出：1.875V/600mA，充电电流：950mA 可编程，USB 兼容，输入电源自动检测和选择  |
| LTC4053              | 与 USB 兼容的单片式锂离子电池充电器                       | 具有可设置定时器的独立充电器，充电电流高达 1.25A                                        |
| LTC4054              | 采用 ThinSOT 封装并具有集成调整晶体管的独立线性锂离子电池充电器       | 热调整功能可防止发生过热现象，C/10 终止                                             |
| LTC4061              | 具有热敏电阻接口的独立锂离子电池充电器                        | 4.2V，±0.35% 浮动电压，充电电流高达 1A，3mm × 3mm DFN 封装                        |
| LTC4061-4.4          | 具有热敏电阻接口的独立锂离子电池充电器                        | 4.4V (最大值)，±0.4% 浮动电压，充电电流高达 1A，3mm × 3mm DFN 封装                   |
| LTC4062              | 具有微功率比较器的独立线性锂离子电池充电器                      | 充电电流高达 1A，从 USB 端口充电，热调整功能，3mm × 3mm DFN 封装                        |
| LTC4063              | 具有线性稳压器的锂离子电池充电器                           | 充电电流高达 1A，100mA，125mV LDO，3mm × 3mm DFN 封装                         |
| <b>电源管理</b>          |                                            |                                                                    |
| LTC3405/<br>LTC3405A | 300mA (IOUT)，1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器        | 效率达 95%，VIN：2.7V 至 6V，VOUT = 0.8V，IQ = 20μA，ISD < 1μA，ThinSOT 封装   |
| LTC3406/<br>LTC3406A | 600mA (IOUT)，1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器        | 效率达 95%，VIN：2.5V 至 5.5V，VOUT = 0.6V，IQ = 20μA，ISD < 1μA，ThinSOT 封装 |
| LTC3411              | 1.25A (IOUT)，4MHz 同步降压型 DC/DC 转换器          | 效率达 95%，VIN：2.5V 至 5.5V，VOUT = 0.8V，IQ = 60μA，ISD < 1μA，MS 封装      |
| LTC3440              | 600mA (IOUT)，2MHz 同步降压-升压型 DC/DC 转换器       | 效率达 95%，VIN：2.5V 至 5.5V，VOUT = 2.5V，IQ = 25μA，ISD < 1μA，MS 封装      |
| LTC4411/<br>LTC4412  | 采用 ThinSOT 封装的低损耗 PowerPath™ 控制器           | 可在 DC 电源之间进行自动切换，具负载均分功能，可替代“或”二极管                                 |
| LTC4413              | 采用 DFN 封装的双通道理想二极管                         | 两通道理想二极管“或”操作，低正向接通电阻，低已调正向电压，2.5V ≤ VIN ≤ 5.5V                    |

ThinSOT 和 PowerPath 是凌特公司的商标。