

## 20mA-600mA 线性锂电池充电管理芯片

### 1. 描述

TP4057 一款完整的单节锂离子电池充电器。其 SOT23-6 的封装与较少的外部元件数使得 TP4057 成为便携式应用的理想选择。

采用了内部 PMOSFET 架构，加上防倒充电路，不需要外部检测电阻器和隔离二极管。热反馈可对充电电流进行自动调节，以便在大功率操作或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。充满电压固定于 4.2V，充电电流通过一个电阻器进行外部设置。当电池达到 4.2V 之后，充电电流降至设定值 15%，TP4057 将自动终止充电。

当输入电压（交流适配器或 USB 电源）被掉电时，TP4057 自动进入一个低电流状态，电池端漏电流在 0.1 $\mu$ A 以下。TP4057 的其他特点包括充电电流监控器、欠压闭锁、自动再充电和两个用于指示充电的状态引脚。

### 2. 特性

- 兼容 20mA-600mA 的可编程充电电流
  - 电池反接保护，支持无电源下反接电池
  - 恒定电流/恒定电压操作，有温度自适应可实现充电速率最大化
  - VIN=0V，BAT 端漏电流 < 0.1 $\mu$ A
  - 精度达到  $\pm 1\%$  的 4.2V 预设充电电压
- 自动再充电  
2 个充电状态开漏输出引脚，红绿灯指示  
0.15C 充电终止  
待机模式下的供电电流为 30 $\mu$ A  
2.8V 涓流充电  
软启动限制了浪涌电流  
采用 6 引脚 SOT-23 封装

### 3. 应用

锂电池充电设备  
蓝牙应用设备，充电座  
微型电池应用  
电子烟

### 6. 封装/订购信息

| 订单型号             | BAT 电压点 | 封装形式    | 包装/数量      |
|------------------|---------|---------|------------|
| TP4057-42-SOT236 | 4.2V    | SOT23-6 | 盘装/3000pcs |

### 4. 绝对最大额定值

- 输入电源电压 (V<sub>CC</sub>): 0V~9V
- PROG: -0.3V~V<sub>CC</sub>+0.3V
- BAT: -4.2V~7V
- CHRG: -0.3V~9V
- STDBY: -0.3V~9V
- BAT 短路持续时间: 连续
- BAT 引脚电流: 600mA

PROG 引脚电流: 800 $\mu$ A

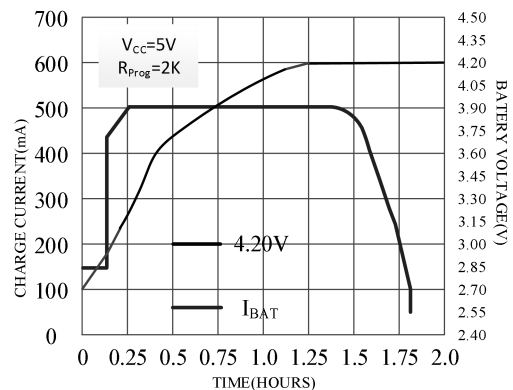
最大结温: 145 $^{\circ}$ C

工作环境温度范围: -40 $^{\circ}$ C~85 $^{\circ}$ C

贮存温度范围: -65 $^{\circ}$ C~125 $^{\circ}$ C

引脚温度 (焊接时间 10 秒): 260 $^{\circ}$ C

### 5. 500mA 电流完整充电循环



## 7. 引脚功能/信息

**CHRG (引脚 1):** 漏极开路输出的充电状态指示端。当充电器向电池充电时, CHRG 管脚被内部开关拉到低电平, 表示充电正在进行; 否则 CHRG 管脚处于高阻态。

**GND (引脚 2):** 地

**BAT (引脚 3):** 充电电流输出。该引脚向电池提供充电电流并将最终浮充电电压调节至 4.2V。该引脚的一个精准内部电阻分压器设定浮充电电压, 在停机模式中, 该内部电阻分压器断开连接。

**Vcc (引脚 4):** 正输入电源电压。该引脚向充电器供电。Vcc 的变化范围在 4V 至 6.5V 之间, 并应通过至少一个 1 $\mu$ F 电容器进行旁路。当 Vcc 降至 BAT 引脚电压的 80mV 以内, TP4057 进入停机模式, 从而使 I<sub>BAT</sub> 降至 0.1 $\mu$ A 以下。

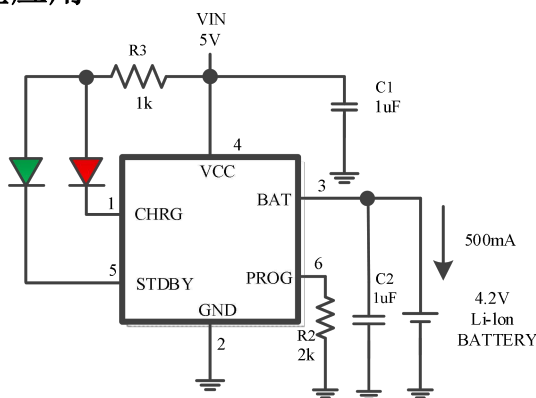
**STDBY (引脚 5):** 电池充电完成指示端。当电池充电完成时, STDBY 管脚被内部开关拉到低电平, 表示充电完成; 除此之外, STDBY 管脚处于高阻态。

**PROG (引脚 6):** 充电电流设定、充电电流监控和停机引脚。在该引脚与地之间连接一个精度为 1% 的电阻器 R<sub>PROG</sub> 可以设定充电电流。当在恒定电流模式下进行充电时, 引脚的电压被维持在 1V。

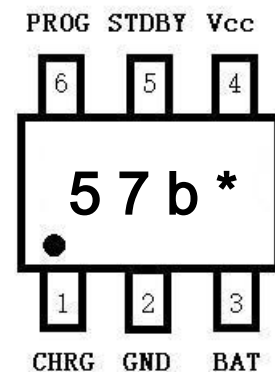
PROG 引脚还可用来关断充电器。将设定电阻器与地断接, 内部一个 2.5 $\mu$ A 电流将 PROG 引脚拉至高电平。当该引脚的电压达到 2.6V 的停机门限电压时, 充电器进入停机模式, 充电停止且输入电源电流降至 30 $\mu$ A。重新将 R<sub>PROG</sub> 与地相连将使充电器恢复正常操作状态。

| SOT23-6 | 引脚名称  | 引脚功能               |
|---------|-------|--------------------|
| 1       | CHRG  | 漏极开路输出的充电状态指示端     |
| 2       | GND   | 地                  |
| 3       | BAT   | 充电电流输出             |
| 4       | Vcc   | 正输入电源电压            |
| 5       | STDBY | 电池充电完成指示端          |
| 6       | PROG  | 充电电流设定、充电电流监控和停机引脚 |

## 8. 典型应用



600mA 单节锂离子电池充电器



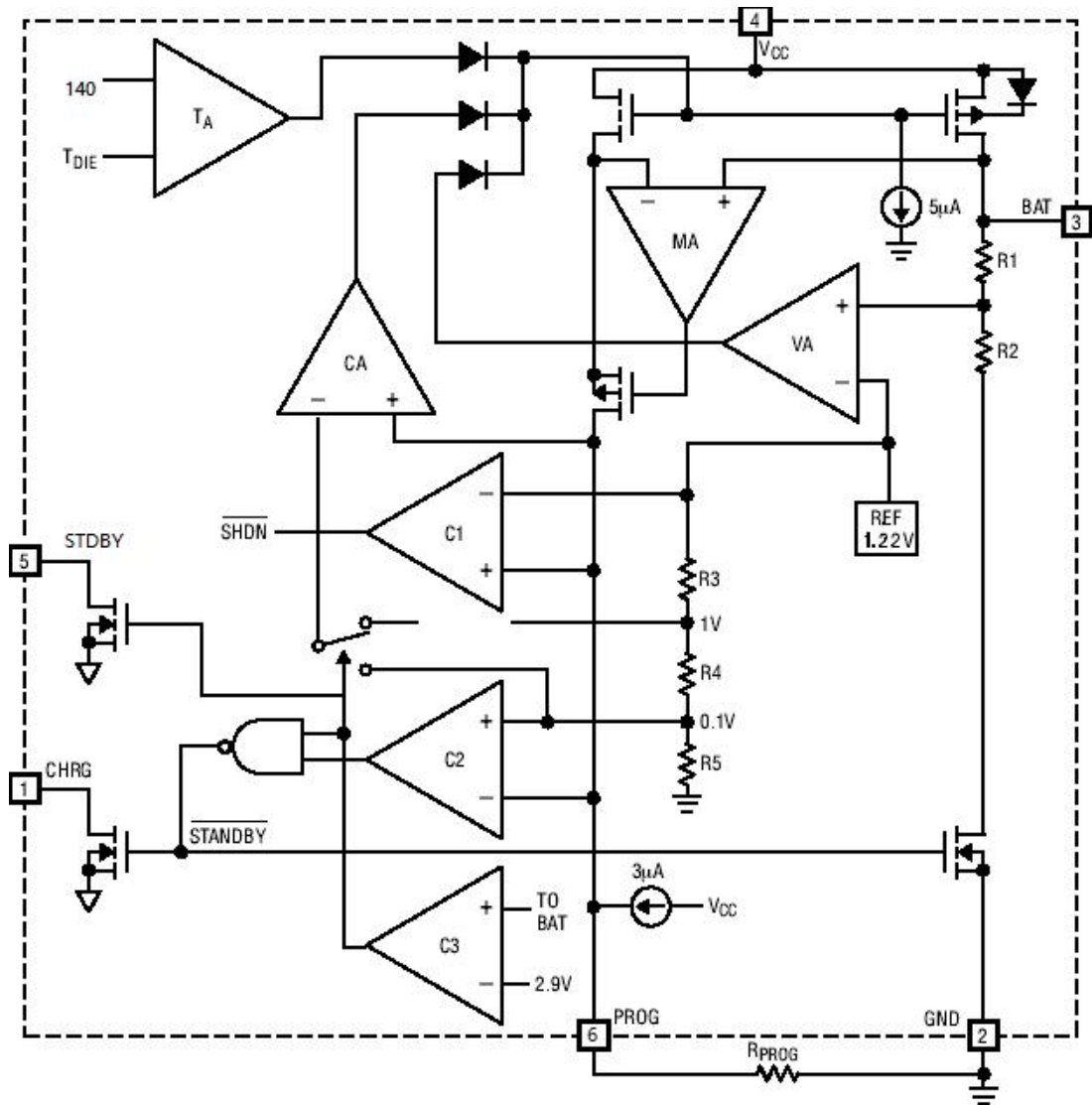
SOT23-6

## 9. 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  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=5\text{V}$ ，除非特别注明。

| 符号                  | 参数  | 条件  |             | 最小值       | 典型值             | 最大值               | 单位  |
|---------------------|---|---|-------------|-----------|-----------------|-------------------|---|
| $V_{CC}$            | 输入电源电压                                    |   | ●           | 4.0       | 5               | 7                 | V   |
| $I_{CC}$            | 输入电源电流                                    | 充电模式, $R_{PROG}=10\text{K}$<br>待机模式 (充电终止)<br>停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连,<br>$V_{CC}<V_{BAT}$ , 或 $V_{CC}<V_{UV}$ )                                   | ●<br>●<br>● |           | 150<br>30<br>30 | 500<br>100<br>100 | $\mu\text{A}$<br>$\mu\text{A}$<br>$\mu\text{A}$                             |
| $V_{FLOAL}$         | 稳定输出 (浮充) 电压                              | $0^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$ , $I_{BAT}=40\text{mA}$  |             | 4.158     | 4.2             | 4.242             | V   |
| $I_{BAT}$           | BAT 引脚电流<br>(除说明外 $V_{BAT}=4.0\text{V}$ ) | $R_{PROG}=10\text{K}$ , 电流模式<br>$R_{PROG}=2\text{K}$ , 电流模式<br>待机模式, $V_{BAT}=4.2\text{V}$<br>停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连)<br>睡眠模式, $V_{CC}=0\text{V}$ | ●<br>●<br>● | 90<br>470 | 100<br>500      | 110<br>530        | $\text{mA}$<br>$\text{mA}$<br>$\text{mA}$<br>$\mu\text{A}$<br>$\mu\text{A}$ |
| $I_{TRIKL}$         | 涓流充电电流                                    | $V_{BAT}<V_{TRIKL}$ , $R_{PROG}=10\text{K}$   | ●           | 27        | 35              | 40                | $\text{mA}$   |
| $V_{TRIKL}$         | 涓流充电门限电压                                  | $R_{PROG}=10\text{K}$ , $V_{BAT}$ 上升  |             | 2.8       | 2.9             | 3.0               | V   |
| $V_{TRHYS}$         | 涓流充电迟滞电压                                  | $R_{PROG}=10\text{K}$   |             |           | 80              |                   | mV  |
| $V_{UV}$            | $V_{CC}$ 欠压闭锁门限                           | 从 $V_{CC}$ 低至至高   | ●           | 3.6       | 3.8             | 4.0               | V   |
| $V_{UVHYS}$         | $V_{CC}$ 欠压闭锁迟滞                           |   | ●           | 150       | 200             | 300               | mV  |
| $V_{MSD}$           | 手动停机门限电压                                  | PROG 引脚电平上升   | ●           |           | 2.6             |                   | V   |
| $V_{ASD}$           | $V_{CC}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压                   | $V_{CC}$ 从低到高<br>$V_{CC}$ 从高到低  |             |           | 120<br>80       |                   | $\text{mV}$<br>$\text{mV}$  |
| $I_{TERM}$          | 0.15C 终止电流门限                              | $R_{PROG}=10\text{K}$<br>$R_{PROG}=2\text{K}$   | ●<br>●      |           | 15<br>75        |                   | $\text{mA}$<br>$\text{mA}$  |
| $V_{PROG}$          | PROG 引脚电压                                 | $R_{PROG}=10\text{K}$ , 电流模式  | ●           | 0.9       | 1.0             | 1.1               | V   |
| $V_{CHRG}$          | CHRG 引脚输出低电压                              | $I_{CHRG}=5\text{mA}$   |             |           | 0.3             | 0.6               | V   |
| $V_{STDBY}$         | STDBY 引脚输出低电压                             | $I_{STDBY}=5\text{mA}$  |             |           | 0.3             | 0.6               | V   |
| $\Delta V_{RECHRG}$ | 再充电电池门限电压                                 | $V_{FLOAL}-V_{RECHRG}$  |             | 80        | 100             | 120               | mV  |
| $T_{LIM}$           | 限定温度模式中的结温                                |   |             |           | 145             |                   | $^{\circ}\text{C}$  |
| $R_{ON}$            | 功率 FET“导通”电阻<br>(在 $V_{CC}$ 与 BAT 之间)     |   |             |           | 700             |                   | $\text{m}\Omega$  |
| $t_{ss}$            | 软启动时间                                     | $I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1000\text{V}/R_{PROG}$   |             |           | 20              |                   | ms  |
| $t_{RECHARGE}$      | 再充电比较器滤波时间                                | $V_{BAT}$ 高至低   |             | 0.8       | 2               | 4                 | ms  |
| $t_{TERM}$          | 终止比较器滤波时间                                 | $I_{BAT}$ 降至 $I_{CHG}/10$ 以下  |             | 0.8       | 2               | 4                 | ms  |
| $I_{PROG}$          | PROG 引脚上拉电流                               |   |             |           | 2.0             |                   | $\mu\text{A}$   |

10. 方框图



## 11. 工作原理

TP4057是一款采用恒定电流/恒定电压算法的单节锂离子电池充电器。它能够提供600mA的充电电流（借助一个热设计良好的PCB布局）和一个内部P沟道功率MOSFET和热调节电路，无需隔离二极管或外部电流检测电阻器。因此，基本充电器电路仅需要两个外部元件。不仅如此，TP4057还能够从一个USB电源获得工作电源。

### 11.1 正常充电循环

当Vcc引脚电压升至UVLO门限电平以上且在PROG引脚与地之间连接了一个精度为1%的设定电阻器或当一个电池与充电器输出端相连时，一个充电循环开始。如果BAT引脚电平低于2.9V，则充电器进入涓流充电模式。在该模式中，TP4057提供约30%的设定充电电流，以便将电池电压提升至一个安全的电平，从而实现满电流充电。

当BAT引脚电压升至2.9V以上时，充电器进入恒定电流模式，此时向电池提供恒定的充电电流。当BAT引脚电压达到最终浮充电压（4.2V）时，TP4057进入恒定电压模式，且充电电流开始减小。当充电电流降至设定值的15%，充电循环结束。

### 11.2 充电电流的设定

充电电流是采用一个连接在PROG引脚与地之间的电阻器来设定的。设定电阻器和充电电流比例关系可参考下表：

| 设定电阻和充电电流计算公式                         | R <sub>PROG</sub> | I <sub>BAT</sub> (mA) |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 公式： $R_{prog} = \frac{1000}{I_{BAT}}$ | 47K               | 20                    |
|                                       | 30K               | 30                    |
|                                       | 10K               | 100                   |
|                                       | 5K                | 200                   |
|                                       | 3K                | 350                   |
|                                       | 2K                | 520                   |
|                                       | 1.6K              | 600                   |

电流精度可达正负10%，上表电流为参考取整数临近值，具有参考指导意义。建议根据采用的PROG电阻值的实际测试电流，对应实际充电电流。

### 11.3 充电终止

当BAT电压在达到最终浮充电压之后充电电流降至设定值的15%时，充电循环被终止。该条件是通过采用一个内部滤波比较器对PROG引脚进行监控来检测的。当PROG引脚电压降至150mV以下的时间超过 $t_{TERM}$ （一般为2ms）时，充电被终止。充电电流被锁断，TP4057进入待机模式，此时输入电源电流降至30μA。

充电时，BAT引脚上的瞬变负载会使PROG引脚电压在充电电流降至设定值的15%之间短暂地降至150mV以下。终止比较器上的2ms滤波时间（ $t_{TERM}$ ）确保这种性质的瞬变负载不会导致充电循环过早终止。一旦平均充电电流降至设定值的15%以下，TP4057即终止充电循环并停止通过BAT引脚提供任何电流。在这种状态下，BAT引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

### 11.4 充电状态指示器（CHRG STDBY）

TP4057有两个漏极开路状态指示输出端。当充电器处于充电状态时，CHRG被拉到低电平，在其它状态，CHRG处于高阻态。当电池没有接到充电器时，CHRG输出脉冲信号表示没有安装电池。当电池连接端BAT管脚的外接电容为10μF时，CHRG闪烁周期约1-2秒。

当不用状态指示功能时，将状态指示输出端接到地。

| 充电状态            | 红灯CHRG    | 绿灯STDBY |
|-----------------|-----------|---------|
| 正在充电状态          | 亮         | 灭       |
| 电池充满状态          | 灭         | 亮       |
| BAT端接10uF电容，无电池 | 闪烁T=1-2 S | 亮       |

### 11.5 热限制

如果芯片温度试图升至约 145°C 的预设值以上，则一个内部热反馈环路将减小设定的充电电流。该功能可防止 TP4057 过热，并允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而没有损坏 TP4057 的风险。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，可根据典型（而不是最坏情况）环境温度来设定充电电流。

### 11.6 欠压闭锁

一个内部欠压闭锁电路对输入电压进行监控，并在 Vcc 升至欠压闭锁门限以上之前使充电器保持在停机模式。UVLO 电路将使充电器保持在停机模式。如果 UVLO 比较器发生跳变，则在 Vcc 升至比电池电压高 120mV 之前充电器将不会退出停机模式。

### 11.7 手动停机

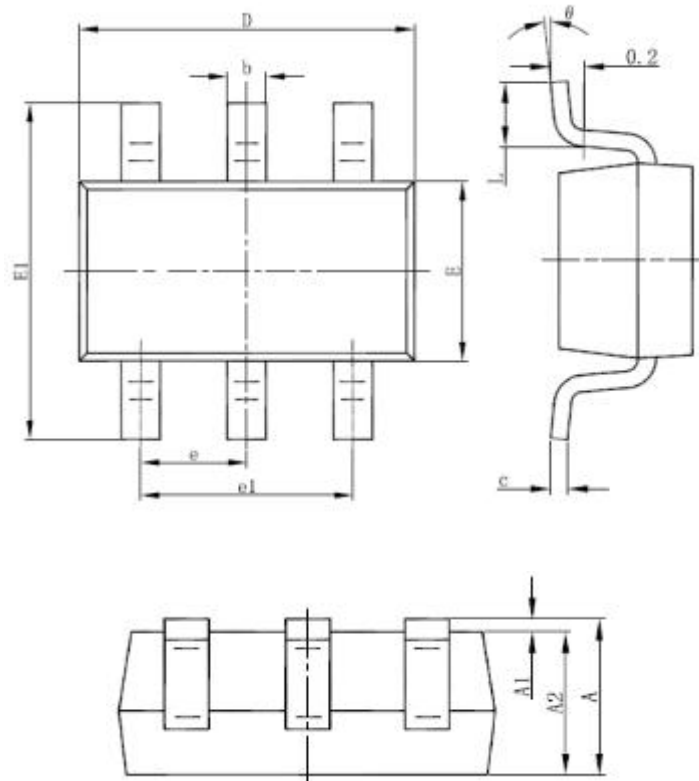
在充电循环中的任何时刻都能通过去掉 R<sub>PROG</sub>（从而使 PROG 引脚浮置）来把 TP4057 置于停机模式。这使得电池漏电流降至 0.1μA 以下，且电源电流降至 30μA 以下。重新连接电阻器可启动新的充电循环。

### 11.8 自动再启动

一旦充电循环被终止，TP4057 立即采用一个具有 2ms 滤波时间 ( $t_{RECHARGE}$ ) 的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至  $V_{RECHRG}$  以下时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持在（或接近）一个满充电状态，并免除了进行周期性充电循环启动的需要。在再充电循环过程中，CHRG 引脚输出重新进入一个强下拉状态。

## 12. 封装描述

### SOT-23-6 封装



| Symbol | Dimensions In Millimeters |       | Dimensions In Inches |       |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
|        | Min                       | Max   | Min                  | Max   |
| A      | 1.050                     | 1.250 | 0.041                | 0.049 |
| A1     | 0.000                     | 0.100 | 0.000                | 0.004 |
| A2     | 1.050                     | 1.150 | 0.041                | 0.045 |
| b      | 0.300                     | 0.500 | 0.012                | 0.020 |
| c      | 0.100                     | 0.200 | 0.004                | 0.008 |
| D      | 2.820                     | 3.020 | 0.111                | 0.119 |
| E      | 1.500                     | 1.700 | 0.059                | 0.067 |
| E1     | 2.650                     | 2.950 | 0.104                | 0.116 |
| e      | 0.950(BSC)                |       | 0.037(BSC)           |       |
| e1     | 1.800                     | 2.000 | 0.071                | 0.079 |
| L      | 0.300                     | 0.600 | 0.012                | 0.024 |
| theta  | 0°                        | 8°    | 0°                   | 8°    |