

概述

TP4056是一款单节锂离子电池恒流/恒压线性充电器,采用底部带散热片的SOP8封装以及简单的外部应用电路,非常适合便携式设备应用,适合USB电源和适配器电源工作,内部采用防倒充电路,不需要外部隔离二极管。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。

TP4056充电截止电压为4.2V,充电电流可通过外部电阻进行设置。当充电电流降至设定值的1/10时,TP4056将自动结束充电过程。

当输入电压被移掉后,TP4056自动进入超低功耗待机状态,将待机电流降至1uA以下。TP4056在有输入电源时也可置于停机模式,从而将工作电流降至40uA。

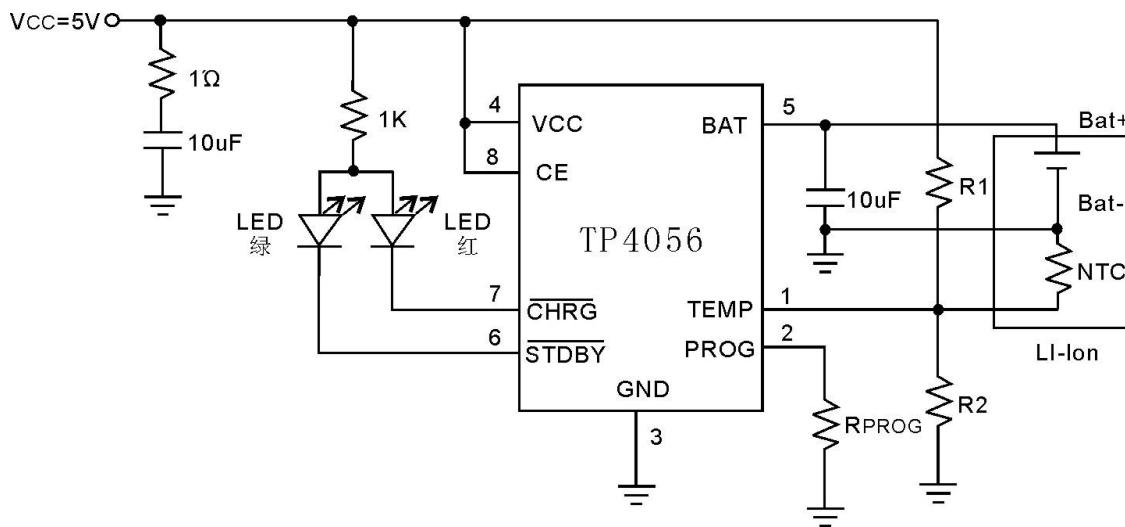
特点

- 最大充电电流: 1A
- 无需 MOSFET、检测电阻器和隔离二极管
- 智能热调节功能可实现充电速率最大化
- 智能再充电功能
- 预充电压: 4.2V
- C/10 充电终止
- 待机电流 40uA
- BAT 超低自耗电 1uA
- 2.9V 涓流充电阈值
- 单独的充电、结束指示灯控制信号
- 封装形式: SOP8(带散热底座)

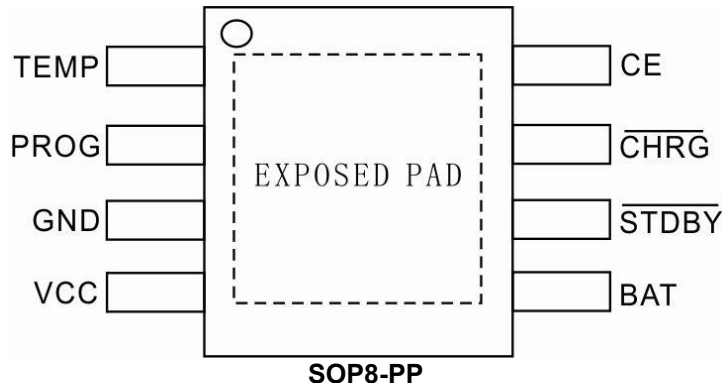
应用

- 手机、PDA、MP3/MP4
- 蓝牙耳机、GPS、电子词典
- 移动电源、充电座
- 数码相机、Mini 音响等便携式设备

典型应用电路



管脚



订购信息

| | | | |
|---------|--------|---------------|--------|
| 封装 | 订购型号 | 包装形式 | 产品正印 |
| SOP8-PP | TP4056 | Tape and Reel | TP4056 |

极限参数 (注 1)

| 符号 | 参数 | 额定值 | 单位 |
|----------------------|-------------|----------|----|
| VCC | 输入电源电压 | -0.3~7 | V |
| PROG | PROG 脚电压 | -0.3~0.3 | V |
| BAT | BAT 脚电压 | -0.3~7 | V |
| CHRG | CHRG 脚电压 | -0.3~7 | V |
| STDBY | STDBY 脚电压 | -0.3~7 | V |
| TEMP | TEMP 脚电压 | -0.3~7 | V |
| CE | CE 脚电压 | -0.3~7 | V |
| T _{BAT_SHT} | BAT 脚短路持续时间 | 连续 | - |
| I _{BAT} | BAT 脚电流 | 1200 | mA |
| I _{PROG} | PROG 脚电流 | 1200 | uA |
| T _{OP} | 工作环境温度 | -40~85 | °C |
| T _{STG} | 储存温度 | -65~125 | °C |
| ESD | HBM | 2000 | V |
| | MM | 200 | V |

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。

电气参数 (注 2, 3)

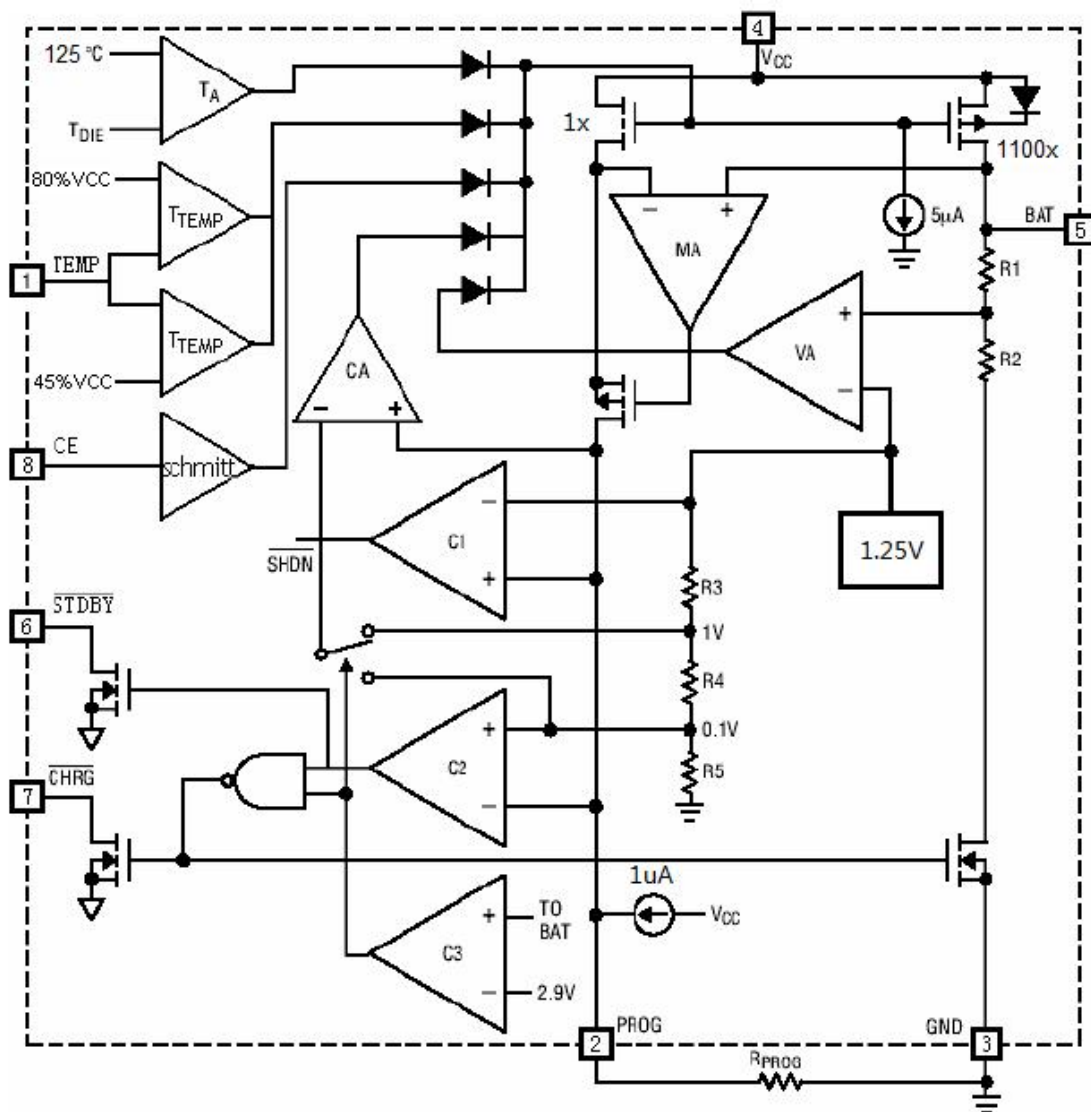
如无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $T_a=25^{\circ}C$

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------|-----------------------|---|------|------|------|-------------|
| V_{CC} | 输入电源电压 | | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| I_{CC} | 输入电源电流 | 充电模式, $R_{PROG}=1.2K$ | | 130 | 300 | μA |
| | | 待机模式(充电终止) | | 50 | 100 | μA |
| | | 停机模式(R_{PROG} 未连接, $V_{CC}<V_{BAT}, V_{CC}<V_{UV}, V_{CE}=0V$) | | 40 | 80 | μA |
| V_{FLOAT} | 输出浮充电压 | $0^{\circ}C \leq T_a \leq 85^{\circ}C$ | | 4.2 | | V |
| I_{BAT} | BAT 引脚电流 | $R_{PROG}=2K$, 电流模式 | 500 | 550 | 600 | mA |
| | | $R_{PROG}=1K$, 电流模式 | 1000 | 1100 | 1200 | mA |
| | | 待机模式($V_{CC}=5V, V_{BAT}=4.2V$) | 0 | 2 | 4 | μA |
| | | 停机模式 (R_{PROG} 未连接或 $V_{CE}=0V$) | | 0 | 2 | μA |
| | | 睡眠模式, $V_{CC}=0$ | | 0 | 2 | μA |
| I_{TRIKL} | 涓流充电电流 | $V_{BAT}<V_{TRIKL}, R_{PROG}=1.2K$ | 100 | 120 | 150 | mA |
| V_{TRIKL} | 涓流充电阈值电压 | $R_{PROG}=1K, V_{BAT}$ 上升 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | V |
| V_{TRHYS} | 涓流充电迟滞电压 | $R_{PROG}=1K$ | 60 | 80 | 100 | mV |
| V_{UV} | V_{CC} 欠压保护阈值电压 | V_{CC} 上升 | 3.5 | 3.7 | 3.9 | V |
| V_{UVHYS} | V_{CC} 欠压保护迟滞电压 | V_{CC} 下降 | 0.15 | 0.2 | 0.3 | V |
| V_{ASD} | $V_{CC}-V_{BAT}$ 阈值电压 | V_{CC} 上升 | 60 | 100 | 140 | mV |
| | | V_{CC} 下降 | 5 | 30 | 50 | mV |
| I_{TERM} | C/10 终止电流阈值 | $R_{PROG}=2K$ | 50 | 60 | 80 | mA |
| | | $R_{PROG}=1K$ | 100 | 120 | 150 | mA |
| V_{PROG} | PROG 引脚电压 | $R_{PROG}=1K$, 电流模式 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | V |
| V_{CHRG} | CHRG 引脚输出低电压 | $I_{CHRG}=5mA$ | | 0.3 | 0.6 | V |
| V_{STDBY} | STDBY 引脚输出低电压 | $I_{STDBY}=5mA$ | | 0.3 | 0.6 | V |
| ΔV_{RECHRG} | 再充电电池阈值电压 | $V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$ | 70 | 100 | 150 | mV |
| V_{TEMP-H} | TEMP 引脚高翻转电压 | | | 80 | 82 | $\%V_{CC}$ |
| V_{TEMP-L} | TEMP 引脚低翻转电压 | | 43 | 45 | | $\%V_{CC}$ |
| T_{LIM} | 限定温度模式结温 | | | 125 | | $^{\circ}C$ |
| R_{ON} | 功率 FET 导通电阻 | | | 500 | | m Ω |
| T_{SS} | 软启动时间 | $I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1200V/R_{PROG}$ | | 20 | | μS |
| T_{RECHRG} | 再充电比较器滤波时间 | V_{BAT} 下降 | 1 | 2 | 3 | mS |
| T_{TERM} | 结束比较器滤波时间 | I_{BAT} 降至 C/10 以下 | 1 | 2 | 3 | mS |
| I_{PROG} | PROG 引脚上拉电流 | | | 1 | | μA |
| V_{CE-H} | CE 逻辑使能高电平电压 | | | 0.9 | | V |

注 2: 典型参数值为 $25^{\circ}C$ 条件下测得的标准参数值。

注 3: 规格书的最小、最大规范范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。

内部框图



工作原理

TP4056是专门为一节锂离子或锂聚合物电池而设计的线性充电器，芯片集成功率晶体管，充电电流可以用外部电阻设定，最大持续充电电流可达1A，不需要另加阻流二极管和电流检测电阻。TP4056包含两个漏极开路输出的状态指示端，充电状态指示输出端CHRG和充电完成指示输出端STDBY。充电时管脚CHRG输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于2.9V，TP4056用小电流对电池进行预充电。当电池电压超过2.9V时，采用恒流模式对电池充电，充电电流由PROG管脚和GND之间的电阻 R_{PROG} 确定。当电池电压接近4.2V电压时，充电电流逐渐减小，TP4056进入恒压充电模式。当充电电流减小到充电结束阈值时，充电周期结束，CHRG端输出高阻态，STDBY端输出低电位。充电结束阈值是恒流充电电流的10%。

当电池电压降到再充电阈值4.1V以下时，TP4056自动开

始新的充电周期。芯片内部的高精度电压基准源、误差放大器和电阻分压网络确保电池端调制电压的精度在1%以内，满足锂离子电池和锂聚合物电池的要求。当输入电压低于欠压锁定阈值电压或者输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的睡眠模式，此时电池端消耗的电流小于2 μ A。

TP4056内部的智能温度控制电路在芯片的结温超过125 $^{\circ}$ C时自动降低充电电流，这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的功率处理能力，不用担心因为过热而损坏芯片或者外部元器件。这样，用户在设计充电电流时，可以不用考虑最坏情况，而只是根据典型情况进行设计因为在最坏情况下，TP4056会自动减小充电电流。如果将使能输入端CE接低电平，充电器停止充电。

引脚功能

TEMP(PIN1): 电池温度检测输入端

将TEMP管脚接电池的NTC传感器的输出端。如果TEMP管脚的电压小于输入电压的45%或者大于输入电压的80%，意味着电池温度过低或过高，则充电被终止。如果不需要电池温度检测功能，则可以将TEMP直接接GND，电池温度检测功能无效，但其他充电功能正常。

PROG(PIN2): 恒流充电电流设置端

从PROG管脚连接一个电阻到GND可以对充电电流进行设定。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{PROG} = 1100V / I_{BAT}$$

根据需要的充电电流 I_{BAT} 来确定电阻器 R_{PROG} 的阻值。在涓流充电阶段，此管脚的电压被调制在 0.1V，在恒流充电阶段，此管脚的电压被固定在1V。

GND(PIN3): 电源地

V_{CC}(PIN4): 输入电压正端

此管脚的电压为内部电路的工作电源。V_{CC}输入电压必须大于欠压锁定阈值且同时大于BAT电压100mV时，充电才会开始。当V_{CC}输入电压低于欠压锁定阈值或V_{CC}与BAT管脚的电压差小于30mV时，TP4056将进入低功耗的停机模式，此时BAT管脚的消耗电流小于2uA。

BAT(PIN5): 电池正连接端

将电池的正端连接到此管脚。在芯片被禁止工作或者睡眠模式，BAT管脚的漏电流小于2uA，BAT管脚向电池提供充电电流和4.2V的限制电压。

STDBY(PIN6): 充电完成指示端

当电池充电完成时，STDBY被内部开关拉到低电平，表示充电完成。除此之外，STDBY管脚将处于高阻态。

CHRG(PIN7): 充电状态指示端

当充电器向电池充电时，CHRG引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。

CE(PIN8): 芯片始能输入端

输入高电平时，TP4056处于正常工作状态；输入低电平时，TP4056处于被禁止充电状态。CE管脚可以被TTL电平或者CMOS电平驱动。

应用说明

充电终止

当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值的1/10时，充电过程结束。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100mV以下的时间超过2ms时，充电终止，TP4056进入待机模式，此时输入电源电流降至50μA。

智能再充电

在待机模式中，TP4056对BAT引脚电压进行监控，只有当BAT引脚电压低于再充电阈值电压4.1V时（对应电池容量80%~90%），才会开始新的充电循环，重新对电池进行充电，这就避免了对电池进行不必要的反复充电，有效延长电池的使用寿命。

充电状态指示器

TP4056有两个漏极开路状态指示输出端，CHRG和STDBY，当充电器处于充电状态时，CHRG被拉到低电平，充电结束后，CHRG为高阻态，STDBY被拉到低电平。

如果不使用状态指示功能时，将不用的状态指示输出端接地。下表示装态指示功能总结：

| 充电状态 | 红灯(CHRG) | 绿灯(STDBY) |
|------------|-----------|-----------|
| 正在充电 | 亮 | 灭 |
| 充电完成 | 灭 | 亮 |
| 欠压、温度过高或过低 | 灭 | 灭 |
| BAT接10uF电容 | 闪烁 (T≈3S) | 亮 |

智能温度控制

TP4056内部集成了智能温度控制功能，当芯片温度高于125℃时，会自动减小充电电流。该功能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TP4056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。

电池温度监测

为了防止温度过高或者过低对电池造成的损害，TP4056内部集成有电池温度监测电路。电池温度监测是通过监测TEMP管脚的电压实现的，TEMP管脚的电压由电池内的NTC热敏电阻和一个电阻分压网络实现，如典型应用电路所示。TP4056将TEMP管脚的电压同芯片内部的两个阈值V_{TEMP-H}和V_{TEMP-L}相比较，以确认电池的温度是否

超出正常范

围。 $V_{TEMP-L}=45\% \times V_{CC}$ ， $V_{TEMP-H}=80\% \times V_{CC}$ 。如果TEMP管脚的电

压 $V_{TEMP} < V_{TEMP-L}$ 或者 $V_{TEMP} > V_{TEMP-H}$ ，则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被终止；如果不需要电池温度监测功能，则须将TEMP管脚接到地。

增加热调节电阻

降低IC的 V_{CC} 与BAT两端的压降能够显著减少IC中的功耗。在热调节时，这具有增加充电电流的作用。实现方

式可以在输入电源与 V_{CC} 之间串联一个 0.3Ω 的功率电阻或正向导通压降小于 $0.5V$ 的二极管，从而将一部分功率耗掉。

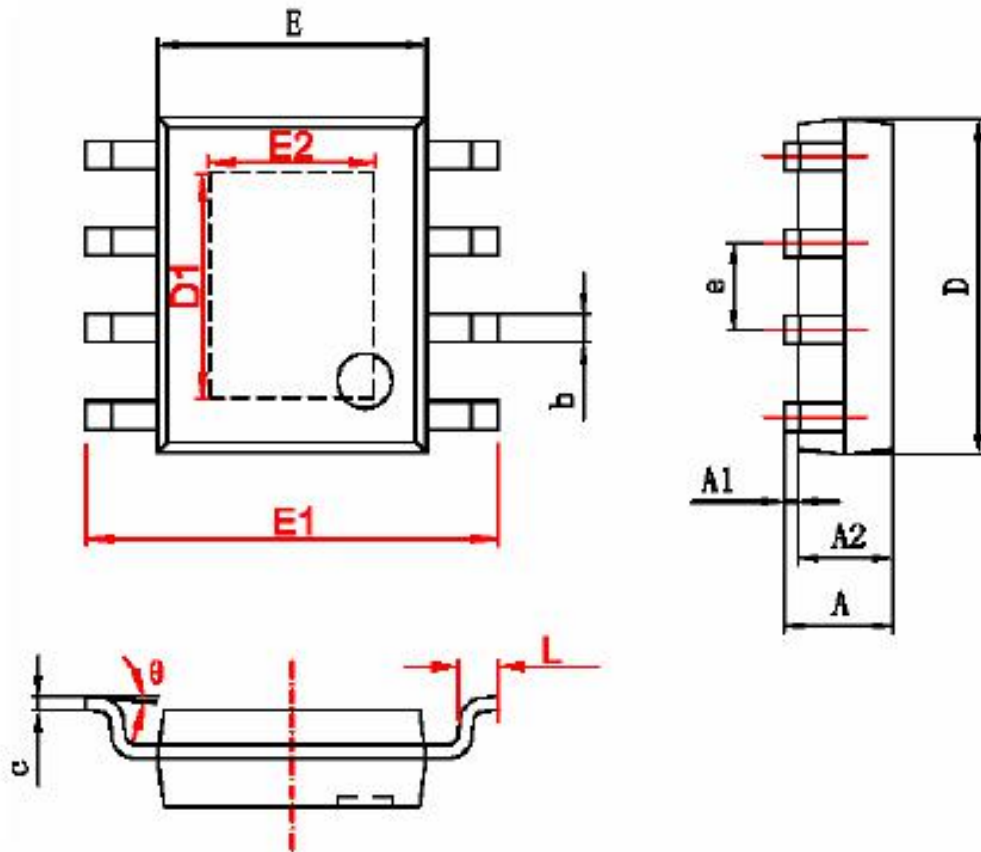
充电电流软启动

TP4056 内置了软启动路。当一个充电循环被启动时,充电电流将在 $20\mu S$ 的时间从零逐渐上升至恒流充电电流。

手动停机

如果将CE端置为低电位或使 PROG 引脚浮空, TP4056 即被置于停机模式。电池漏电流将降至 $1\mu A$ 以下, 且电源电流降至 $40\mu A$ 以下。

封装外形尺寸
SOP8-PP



| 字符 | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|----|---------------------------|-------|----------------------|-------|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 1.350 | 1.750 | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.050 | 0.150 | 0.004 | 0.010 |
| A2 | 1.350 | 1.550 | 0.053 | 0.061 |
| b | 0.330 | 0.510 | 0.013 | 0.020 |
| c | 0.170 | 0.250 | 0.006 | 0.010 |
| D | 4.700 | 5.100 | 0.185 | 0.200 |
| D1 | 3.202 | 3.402 | 0.126 | 0.134 |
| E | 3.800 | 4.000 | 0.150 | 0.157 |
| E1 | 5.800 | 6.200 | 0.228 | 0.244 |
| E2 | 2.313 | 2.513 | 0.091 | 0.099 |
| e | 1.270 (BSC) | | 0.050 (BSC) | |
| L | 0.400 | 1.270 | 0.016 | 0.050 |
| θ | 0° | 8° | 0° | 8° |