600mA 输入高耐压的单节锂电池线性充电芯片

概述

TP4054H 是一款全集成、经济高效的 600mA 输入高耐压的单节锂电池线性充电芯片。TP4054H 采用 CC&CV 的充电模式，特别适合于单节锂电池的充电应用。

TP4054H 可接受高达 30V 的输入电压。当输入电压超过芯片的输入过压保护阈值时，TP4054H 会马上停止充电，以防止在芯片上的功耗过大。TP4054H 的 30V 高耐压特性，在应用中可节省了传统的低输入耐压的充电器中所需要配备的过压保护芯片。

TP4054H 具有预设的 4.05V/4.20V/4.35V 充满浮充电压可选，其充电电流大小可以通过外部的电阻来进行设置。当电池电压低于 2.94V 时，TP4054H 将工作在涓流充电模式下，此时的充电电流为恒流值的 20%。

TP4054H 具有充电指示功能。CHRG 引脚可以与 MCU 进行简单的信号交互处理，或者驱动 LED 指示灯进行充电状态指示。当没有连接输入适配器或禁用适配器时，TP4054H 工作在低电流的待机状态，此时 BAT 引脚的待机电流小于 1μA。

特点

- VIN输入最高30V耐压
- VIN输入悬空时，BAT最高20V耐压
- 支持高达600mA的充电电流
- 6.75V输入过压保护阈值
- 2.94V涓流充电阈值
- 输入电源功率自适应
- 充电电流可以电阻设置
- 电池0V充电功能
- 手动停机功能
- 电池反接保护
- 电池反接保护电流<50μA
- 集成充电功率管和电流采样电阻
- 充电电流自动热调节
- 充电指示功能

封装

- 提供SOT23-5L封装
- 符合RoHS标准，无铅无卤

应用

- 电子烟，蓝牙耳机，移动电源
- 锂电池应用电子设备
- 便携式电子设备

订购编号

TP4054H □□□

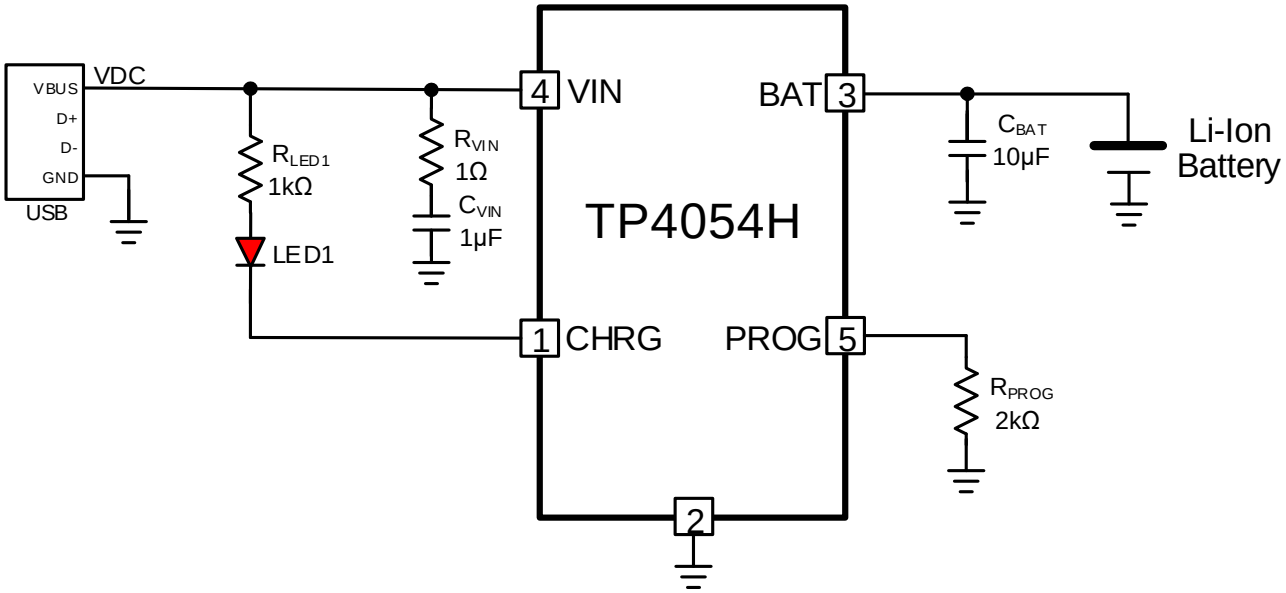
封装形式：
S5: SOT23-5L

充满浮充电压：
L: 4.05V
T: 4.20V
H: 4.35V

订购信息

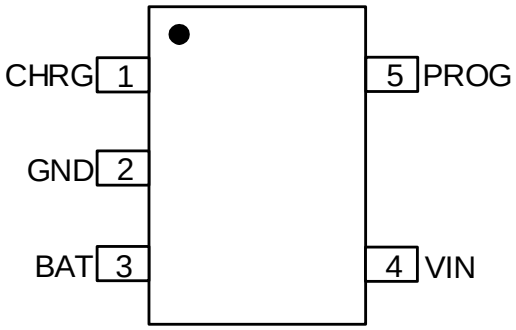
型号	订购编号	充满浮充电压	封装形式	数量	包装形式
TP4054H	TP4054HLS5	4.05V	SOT23-5L	3000 颗/盘	编带卷盘
	TP4054HTS5	4.20V			
	TP4054HHS5	4.35V			
芯片丝印					
4054H XXXXX 丝印说明：XXXXX=序列号					

典型应用电路



引脚定义

（正面视图）

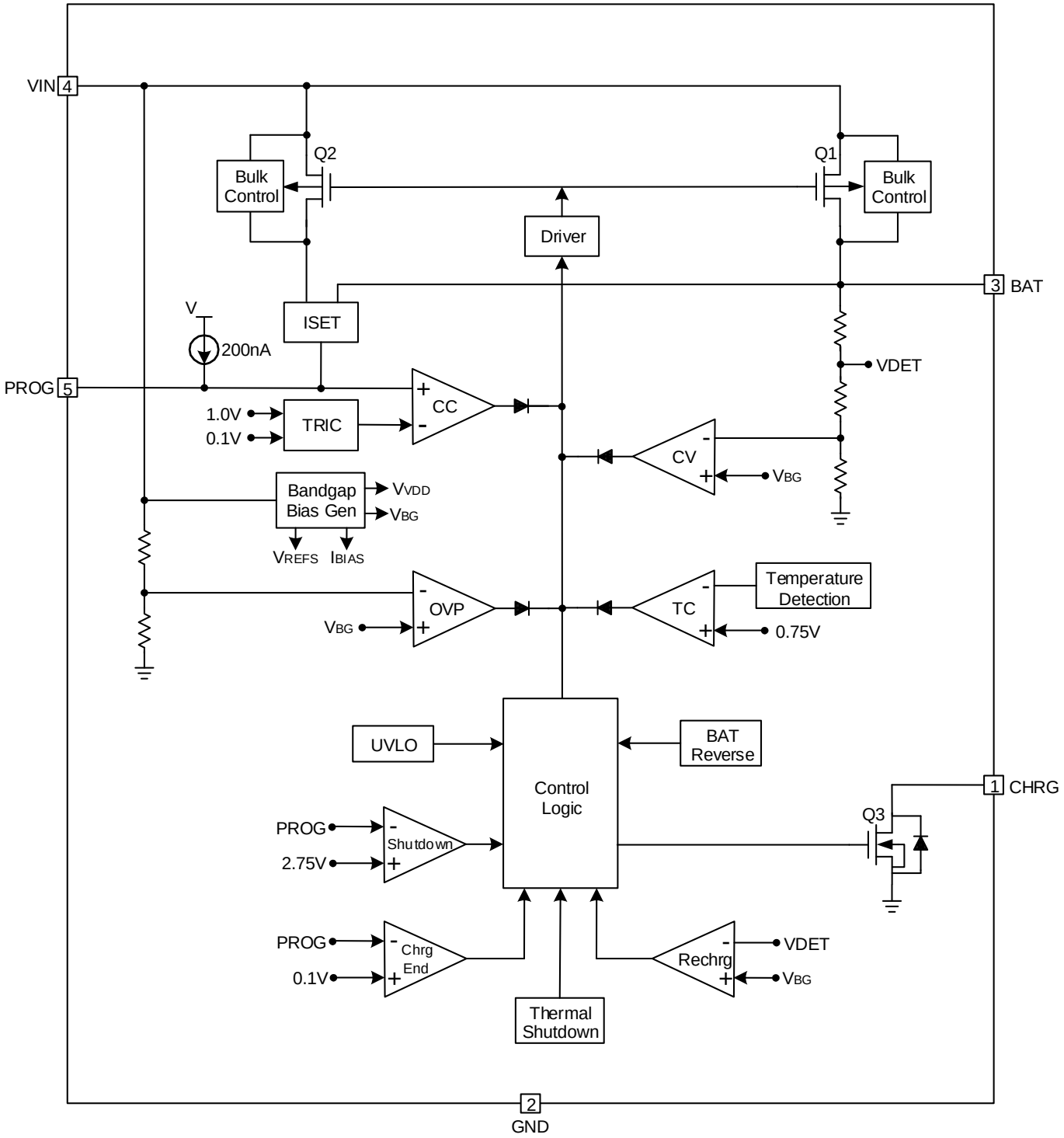


SOT23-5L

引脚描述

引脚名称	引脚编号	引脚功能
CHRG	1	充电过程指示引脚，开漏输出；可驱动 LED 指示灯。充电时输出低电平，LED 指示灯亮；充电完成后输出高阻态，LED 指示灯灭。
GND	2	芯片地。
BAT	3	充电输出端口，连接锂电池的正极。BAT 引脚对 GND 推荐连接一个 10μF 以上的 X5R 陶瓷贴片电容对 BAT 电压进行滤波，同时保持系统的稳定。
VIN	4	电源输入端口，连接 DC 输入电源。VIN 引脚对 GND 需要连接一个 1μF 以上的陶瓷贴片电容进行滤波。
PROG	5	恒流充电电流设定端口，通过外接电阻到地来设置。

功能框图


VIN 4
Q2
Q1
Bulk Control
Bulk Control
Driver
3 BAT
V
200nA
ISET
VDET
PROG 5
1.0V
0.1V
TRIC
CC
CV
VBG
Bandgap Bias Gen
VVDD
VBG
VREFS
IBIAS
OVP
VBG
TC
Temperature Detection
0.75V
UVLO
BAT Reverse
Control Logic
1 CHRG
Q3
PROG
2.75V
Shutdown
PROG
0.1V
Chrg End
Rechrg
VDET
VBG
Thermal Shutdown
2
GND

工作原理

功能简介

TP4054H 是一款全集成、经济高效的 600mA 输入高耐压的单节锂电池线性充电芯片。TP4054H 采用 CC&CV 的充电模式，特别适合于单节锂电池的充电应用。

TP4054H 可接受高达 30V 的输入电压。当输入电压超过芯片的输入过压保护阈值时，TP4054H 马上停止充电，以防止在芯片上的功耗过大。TP4054H 的 30V 高耐压特性，在应用中可节省了传统的低输入耐压的充电器中所需要配备的过压保护芯片。

TP4054H 具有预设的 4.05V/4.20V/4.35V 充满浮充电压可选，其充电电流大小可以通过外部的电阻来设置。当电池电压低于 2.94V 时，TP4054H 将工作在涓流充电模式下，此时的充电电流为恒流值的 20%。

TP4054H 具有充电指示功能。CHRG 引脚可以与 MCU 进行简单的信号交互处理，或者驱动 LED 指示灯进行充电状态指示。当没有连接输入适配器或禁用适配器时，TP4054H 工作在低电流的待机状态，此时 BAT 引脚的待机电流小于1μA。

欠压锁定

当 VIN 引脚的输入电压超过 UVLO 阈值时，TP4054H 重置后开始工作。当 VIN 输入电压低于芯片的 UVLO 阈值(V_{UVLO}-V_{UVLO_HYS})时，TP4054H 会保持在待机模式。此外，为了保护芯片内部的充电功率管 Q1 不走异常的反向电流，如果输入 VIN 电压下降至比电池电压要低时，UVLO 电路会让 TP4054H 一直保持在待机模式。

VIN-BAT 锁定

TP4054H 具有 VIN-BAT 锁定功能。除非 VIN 电压比 BAT 电压高出一个预设的失调电压 V_{OS}，否则 TP4054H 将会锁定，不使能工作。此功能的目的是确保当充电器的输入电源断开时，TP4054H 能保持在关闭状态。如果没有此功能，当输入电源被移除后，TP4054H 的输入可能无法断电进入低电流的待机模式。因为这时候芯片的工作电流可能会通过充电功率管 Q1 从 BAT 端泄漏到 VIN 端，继续给 UVLO 和其他模块供电。

输入过压保护

TP4054H 的 VIN 引脚可接受高达 30V 的输入电压。但是，当 VIN 输入电压超过芯片的 OVP 阈值电压时，TP4054H 的充电功能会被禁用，以防止在不合格或故障的适配器接入时 TP4054H 仍在继续工作，也防止在芯片上的功耗过大。

如果 VIN 输入电压上升至芯片的 OVP 阈值电压 V_{OVP} 以上，TP4054H 内部的充电功率管 Q1 在经过比较器的传播延迟 T_{PD_OVP} 后会被关断，此时充电电路停止对锂电池充电，CHRG 引脚输出逻辑高电平。当 VIN 输入电压下降至 V_{OVP}-V_{OVP_HYS} 以下时，TP4054H 内部的充电功率管 Q1 则会重新导通。TP4054H 重新开始对锂电池进行充电。

输入电源正常范围

如上所述，输入电源的正常工作范围需要满足以下三个条件：

- $V_{VIN} > V_{UVLO}$
- $V_{VIN} - V_{BAT} > V_{OS}$
- $V_{VIN} < V_{OVP}$.

如果输入电源不在正常工作范围内时，TP4054H 将不会给锂电池充电。

充电周期

当 VIN 输入电压升高至 UVLO 阈值电压以上时，TP4054H 就开始一个新的充电周期。如果此时的电池电压低于 2.94V，TP4054H 将进入涓流充电模式。在涓流充电模式下，TP4054H 的涓流充电电流约为恒流充电电流的 20%，直到电池电压升高到安全的恒流充电的阈值电压后。

当电池电压升高至 2.94V 以上，TP4054H 就进入恒流充电模式。在恒流充电模式下，PROG 引脚可外接电阻来设置芯片的恒流充电电流大小。当电池电压接近最终的充满浮充电压时，TP4054H 进入恒压充电模式。此时充电电流开始逐渐减小，当充电电流达到充满截止电流阈值时，TP4054H 的充电过程结束。

自动再充电

在充电周期完成后，TP4054H 会一直监测锂电池的电压。只有当电池电压下降至 V_{FLOAT}-ΔV_{RCH} 以下时，TP4054H 才会自动开始对电池进行再充电。这确保了锂电池始终保持在或接近完全充电的状态，同时避免了进行周期性充电循环启动的需要。

输入功率自适应

TP4054H 集成了 VIN 电源的输入功率自适应功能。当 VIN 电压下降至 4.52V 时，芯片内部的输入功率自适应电路将会启动，此时 TP4054H 会自动降低充电电流，从而降低了充电系统的输入功率，直到 VIN 电压达到平衡不再下降。通过此功能，TP4054H 所应用的大电流充电系统可以直接使用 USB 接口、低功率适配器或者太阳能电池等作为输入电源来直接供电，而不担心会出现电源重置或重启问题。

CHRG 指示灯

CHRG 为 NMOS 的开漏输出的充电状态指示引脚，具有最大 5mA 电流的下拉能力。当 TP4054H 在进行充电时，CHRG 开漏输出低电平。当 TP4054H 进入恒压充电模式并达到充满截止电流时，充电结束后 CHRG 开漏输出高阻态。此时，CHRG 引脚可承受高达 30V 的输入耐压。TP4054H 的 CHRG 信号可与 MCU 的 GPIO 接口进行连接或者驱动LED 指示灯进行充电状态指示。

自动热调节

如果 TP4054H 芯片内部的结温超过 T_{JRG}，TP4054H 会开始进行热调节，自动的降低充电电流。从而防止芯片结温进一步升高，以保证器件安全运行。该自动热调节功能可以保护 TP4054H 免受过高温度的影响。因此，在实际应用中，系统的充电电流可以根据典型的环境温度来进行设置，以确保 TP4054H 在高温条件下会自动降低充电电流。

手动停机

TP4054H 具有手动停机功能。在一个充电周期的任何时刻通过去掉 R_{PROG} 电阻使得 PROG 引脚处于开路状态，此时 PROG 引脚的 200nA 上拉电流会把 PROG 电压逐渐拉高。当 PROG 电压达到了手动停机阈值电压 V_{MSD} 时，TP4054H 会马上停止充电，进入手动停机模式。此时 TP4054H 的 BAT 待机电流小于 1μA，CHRG 引脚开漏输出高阻态，LED 指示灯熄灭。在 PROG 引脚处重新连接 R_{PROG} 电阻到地可使得 TP4054H 恢复到正常的充电周期中。

BAT 最大额定值

BAT 引脚是充电系统的输出端，连接到锂电池的正极。应用上在安装锂电池的操作过程中，BAT 引脚可能会面临超过 5V 的高电压。因此，BAT 引脚需要有足够高的额定电压值。在 VIN 输入引脚悬空时，TP4054H 的 BAT 引脚可以承受高达 20V 的输入电压。TP4054H 的 BAT 高耐压特性可以保护 BAT 引脚在电池安装过程中免受过高电压的冲击而损坏。

电池反接保护

TP4054H 具有电池反接保护功能。当在安装锂电池的操作过程中如果发生了电池反接情况，TP4054H 的电池反接保护功能将保护 TP4054H 和锂电池免受损坏。当电池反向连接时，TP4054H 的 BAT 引脚的最大反向漏电流小于 50μA。

绝对最大额定值 (说明 1)

- VIN (相对于 GND)---------- -0.3V to 30V
- BAT (相对于 GND, VIN 悬空) ---------- -5V to 20V
- CHRG(相对于 GND) ---------- -0.3V to 30V
- PROG (相对于 GND) ---------- -0.3V to 6V
- BAT 最大充电电流---------- 650mA
- CHRG 引脚最大电流能力---------- 5mA
- 封装热阻

  SOT23-5L, θ_{JA}---------- 200°C /W

  SOT23-5L, θ_{JC}---------- 32°C /W
- 工作结温范围---------- -40°C to +150°C
- 储存温度范围 ---------- -65°C to +150°C
- 引脚温度 (焊接, 10 秒) ---------- +260°C
- ESD 防护能力 **(说明 2)**

  HBM (人体静电模式) ---------- ±2000V

说明 1: 超过绝对最大额定值的条件时芯片可能会损坏，芯片实际工作在最大额定值下或者其它任何的超过推荐工作条件下都是不建议的。芯片持续工作在绝对最大额定值条件下可能会影响其寿命及可靠性。

说明 2: 芯片为 ESD 敏感器件。如果不注意 ESD 防护，整个集成电路可能会被 ESD 损坏，建议在实际应用中采取预防措施。芯片的 ESD 损坏的现象可表现为从轻微的性能下降到完全的器件故障。

推荐工作条件 (说明 3)

- VIN 输入电压范围---------- -0.3V~ 6V
- BAT 输出电流范围 ---------- 0.05A~0.6A
- 工作温度范围---------- -40°C ~ +85°C

说明 3: 超出该推荐工作条件范围时，并不能保证芯片能正常工作。

电气特性参数

(V_{VIN}=5V, TA=25°C，除非另有说明。)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源供电						
VIN 欠压锁定阈值电压	V_{UVLO}	V_{VIN}从 0V 上升到 5V		3.95		V
VIN 欠压锁定阈值电压滞回	V_{UVLO_HYS}	V_{VIN} 从 5V 下降到 0V		200		mV
VIN 输入电压工作范围	V_{VIN}		3.5	5	30	V
VIN-BAT 锁定						
VIN-BAT 锁定阈值电压	V_{OS}	V_{BAT}=4.2V,VIN 上升，CHRG 脚指示		120		mV
VIN-BAT 锁定阈值电压滞回	V_{OS_HYS}	V_{BAT}=4.2V,VIN 下降，CHRG 脚指示		50		mV
待机电流						
VIN 工作电流	I_{OP}	R_{PROG}=2.0KΩ, BAT 悬空		140		μA
VIN 手动停机模式待机电流	I_{MSD}	V_{VIN}=5V, V_{BAT}=3.7V, R_{PROG} 无连接		115		μA
BAT 待机电流	I_{BAT_STY}	V_{BAT}=4.2V, V_{VIN}=0V 或者悬空		0	1	μA
BAT 充电结束后待机电流	I_{BAT_END}	V_{BAT}=4.2V, V_{VIN}=5V, 充电结束后		3.5		μA
BAT 手动停机模式待机电流	I_{BAT_MSD}	V_{VIN}=5V, V_{BAT}=3.7V, R_{PROG} 无连接		0	1	μA
BAT 反接电流	I_{BAT_REV}	V_{BAT}=-4.2V, V_{VIN} 悬空		48		μA
电压调整						
BAT 充满浮充电压	V_{FLOAT_L}	R_{PROG}=2.0KΩ, I_{BAT}=55mA, 订购编号: TP4054HLS5	4.010	4.05	4.091	V
	V_{FLOAT_T}	R_{PROG}=2.0KΩ, I_{BAT}=55mA, 订购编号: TP4054HTS5	4.158	4.20	4.242	V
	V_{FLOAT_H}	R_{PROG}=2.0KΩ, I_{BAT}=55mA, 订购编号: TP4054HHS5	4.307	4.35	4.393	V
充电周期						
充电电流可设置范围	I_{CHRG}	V_{VIN} = 5V, V_{BAT}=3.7V	50		600	mA
PROG 引脚输出电压	V_{PROG}	V_{VIN} = 5V, R_{PROG}=2.0KΩ		1		V
恒流充电电流	I_{CC}			505		mA
涓流充电电流	I_{TRIC}			101		mA
BAT 0V 充电电流	I_{TRIC_0V}			103		mA
充满截止电流	I_{OFF}			51		mA
充满截止比较器延时	T_{D_FULL}	V_{VIN} = 5V, R_{PROG}=2.0KΩ		1.5		ms
BAT 再充电阈值电压	ΔV_{RCH}	V_{VIN} = 5V, BAT 下降, V_{FLOAT}-V_{RCH}		120		mV
BAT 再充电比较器电延时	T_{D_RCH}	V_{VIN} = 5V, BAT 下降		1.5		ms
涓流充电阈值电压	V_{TRIC}	V_{VIN} = 5V, BAT 上升		2.94		V
涓流充电阈值电压滞回	V_{TRIC_HYS}	V_{VIN} = 5V, BAT 下降		140		mV
VIN OVP 功能						
VIN OVP 阈值电压	V_{OVP}	V_{VIN}从 5V 上升到 10V		6.75		V
VIN OVP 阈值电压滞回	V_{OVP_HYS}	V_{VIN} 从 10V 下降到 5V		200		mV
VIN OVP 比较器传播延时	T_{PD_OVP}	V_{VIN}从 5V 上升到 10V **(说明 4)**		500		ns

电气特性参数(续)

(V_{VIN}=5V, TA=25°C，除非另有说明。)

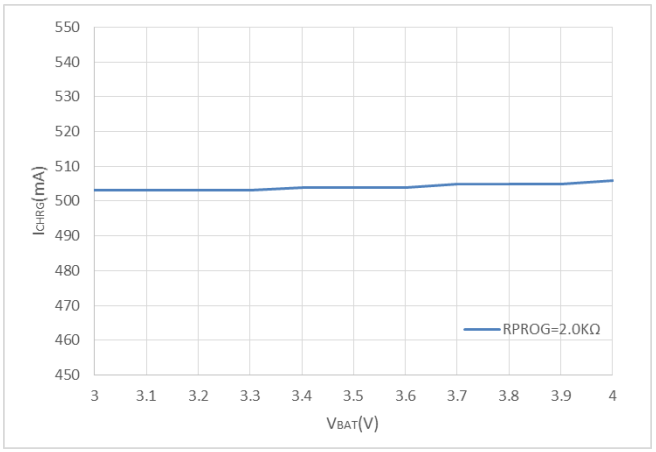
参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
VIN 输入功率自适应						
VIN 自适应开始电压	V_{ADPT_ST}	V_{VIN} 从 5V 下降到 4V		4.52		V
充电电流为 10%*I_{CC} 时的 VIN 电压	V_{ADPT_END}	V_{VIN} 从 5V 下降到 4V		4.11		V
PROG 手动停机						
PROG 手动停机阈值电压	V_{MSD}	PROG 电压升高，CHRG 脚指示		2.75		V
PROG 上拉电流	I_{PU_PROG}			200		nA
CHRG 逻辑电平						
CHRG 开漏输出逻辑低电平	V_{L_CHRG}	CHRG 下拉 5mA 电流		0.5		V
CHRG 开漏输出高阻态的漏电流	I_{LK_CHRG}	V_{CHRG} = 30V			1	μA
自动热调节						
开始自动热调节的芯片结温阈值	T_{JRG}			135		°C
10%充电电流的芯片结温阈值	$T_{JRC_10\%}$			150		°C

说明 4: 产品的该项规格没进行测试，由设计保证。

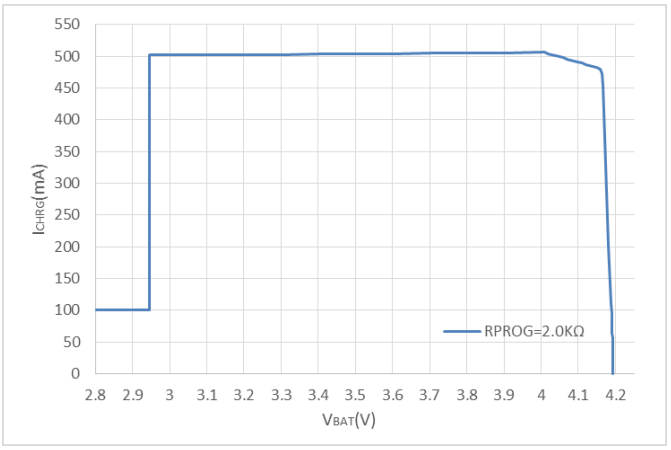
典型性能特性

TA=25°C, V_{VIN}= 5V, V_{BAT}=3.7V，除非另有说明。

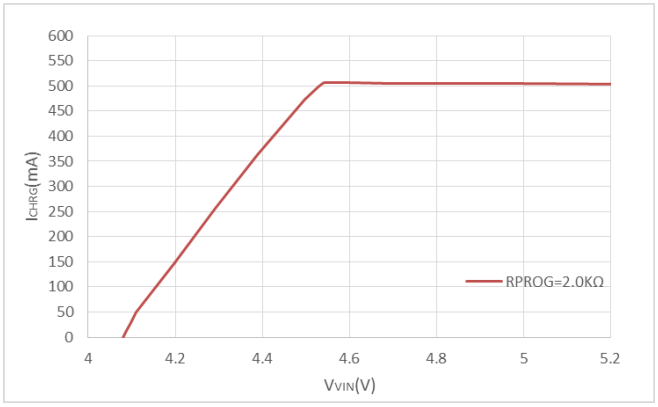
充电电流 Vs. BAT 电压



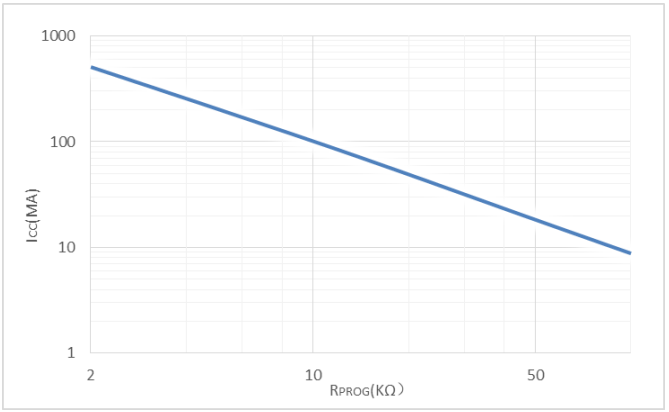
充电电流 Vs. BAT 电压



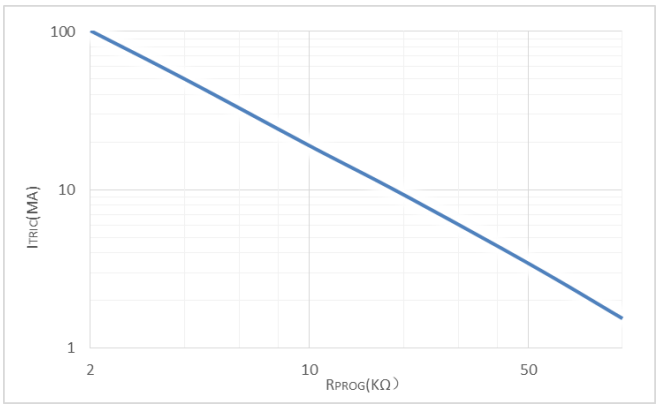
恒流充电电流 Vs. VIN 电压



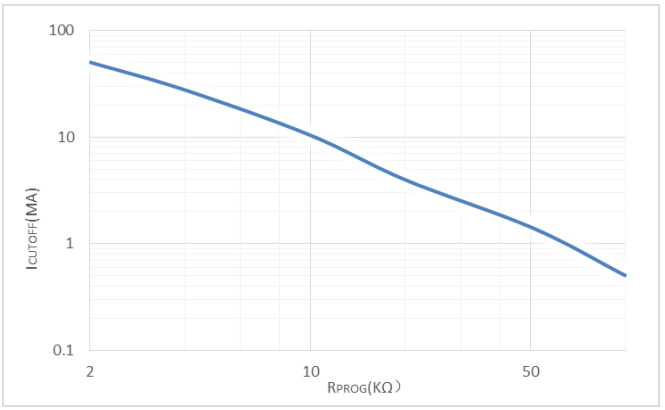
恒流充电电流 Vs. R_{PROG}



涓流充电电流 Vs. R_{PROG}



充满截止电流 Vs. R_{PROG}



应用信息

输入电容选择

TP4054H 的典型应用电路中的输入电容 C_{VIN} 具有重要作用，主要用于输入电压的滤波和去耦。每当有输入电流阶跃向下变化时，输入电缆的寄生电感就会导致 VIN 输入电压产生向上的过冲尖峰。C_{VIN} 可防止输入电压过冲尖峰达到击穿器件水平。建议在 TP4054H 的 VIN 输入引脚使用至少 1μF 的陶瓷贴片电容，且必须放置于 VIN 引脚的附近。另外，可选择串联 1Ω 左右的电阻 R_{VIN} 到 C_{VIN} 来更好的吸收 VIN 输入端口在带电插拔时所产生的电压尖峰。

输出电容选择

TP4054H 的典型应用电路中的输出电容 C_{BAT} 也很重要。选择 BAT 电容的标准是保持充电系统的稳定性，同时能够对 C任何的瞬态负载电流有很好的滤波作用。C_{BAT} 推荐采用至少 10μF 的陶瓷贴片电容，且必须靠近 BAT 引脚放置。在实际的具体应用中，连接到 BAT 输出端的电容还取决于实际的应用需求。

R_{PROG} 电阻选择

TP4054H 的恒流充电电流大小可以通过 PROG 引脚外接电阻到 GND 来设置。恒流充电电流大小的计算公式如下所示：

$$I_{CC} = 1010 \div R_{PROG}$$

其中，I_{CC} 为恒流充电电流，单位为 A；R_{PROG} 为 I_{CC} 的设置电阻，单位为 Ω。推荐的恒流充电电流 I_{CC} 的设置范围为从 50mA 到 600mA，则通过上述公式计算出的所对应的恒流充电电流的设置电阻 R_{PROG} 的范围从 1.68kΩ 到 20kΩ。在 PCB 布局上，电阻 R_{PROG} 应当紧靠 PROG 引脚放置。

R_{LED1} 电阻选择

TP4054H 的 CHRG 信号可以通过一个 LED 灯进行指示。电阻 R_{LED1} 用于设置 LED 指示灯的电流大小。电阻 R_{LED1} 的取值范围通常为 500Ω 至 4kΩ。如果 R_{LED1} 选取 1kΩ，则红色 LED1 指示灯的电流典型值为 2.8mA。

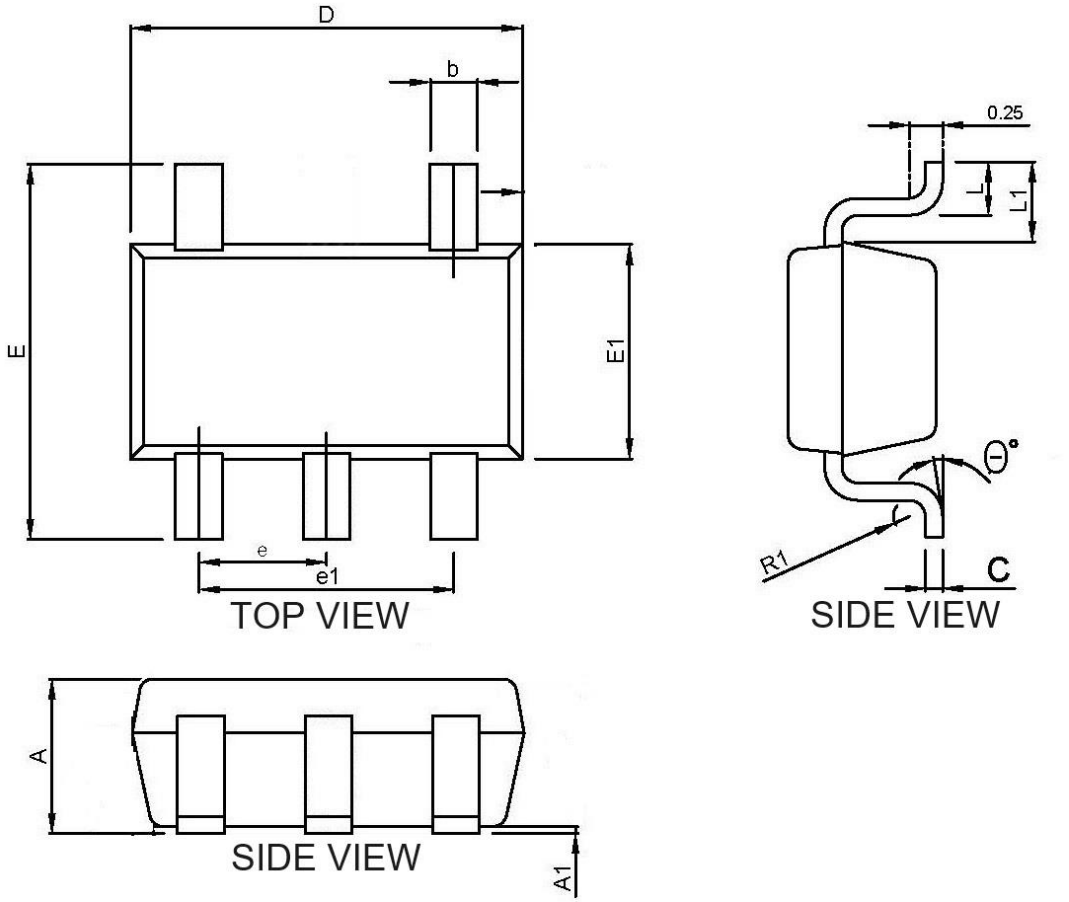
PCB 布局建议

TP4054H 是一款可承受高输入电压的锂电池充电芯片，它可以保护低压电路免受高电压的影响。在实际应用电路中，高输入电压会施加到该充电系统中，因此必须确保应用电路的 PCB 走线的间隙满足高电压的设计规则。

- 应用电路的地线需要铺铜，地线铺开面积要尽量大，把所有模拟地线和功率地线都汇集在一起。
- 输入电容 C_{VIN} 和输出电容 C_{BAT} 应当尽量靠近芯片的引脚；电容的地线应尽量接在大面积地线上，不要经过较小的地线再到芯片地和大面积地。其他元器件例如 R_{PROG} 也应当尽量靠近芯片引脚放置。
- 大电流功率路径的 PCB 走线应当尽量短而粗；输入电容 C_{VIN} 和输出电容 C_{BAT} 的 PCB 走线应避免经过通孔。
- TP4054H 采用 SOT23-5L 封装。为了达到良好的散热性能，在 PCB 布局时，芯片的 GND 引脚需要直接连接到PCB 的大面积铺铜地线上，且连线要尽量短。

封装外形尺寸

SOT23-5L 贴片封装



符号	尺寸(mm)		
	最小值	标准值	最大值
A	-	-	1.35
A1	0.01	-	0.15
b	0.30	-	0.50
c	0.152 BSC		
D	2.80	2.90	3.00
E	2.70	-	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
e	0.95 BSC		
L	0.30	0.45	0.60
L1	0.52	0.60	0.68
R1	0.12 REF		
θ	0º	4º	8º
e1	1.90 BSC		