

线性锂离子电池充电器 TP4054B

概述

TP4054B是一款单节锂离子电池线性充电管理芯片。具有涓流/恒流/恒压三段充电模式。内部采用了PMOSFET架构以及防倒充电路，不需要外部检测电阻和隔离二极管。

充电电压固定于4.2V，而充电电流可通过一个外部电阻进行设置。当充电电流达到最终浮充电压之后降至设定值 1/10 时，TP4054B将自动终止充电。

当输入电压（交流适配器或USB电源）被取消时，TP4054B自动进入一个低电流状态，将电池漏电流降至2μA以下。当电池充饱后TP4054B置于停机模式，供电电流降至55μA。

TP4054B的内置充电电流监控器、欠压闭锁、自动再充电、充电结束和输入电压接入的状态指示引脚，以及热反馈充电电流调节，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。

TP4054B采用绿色环保的SOT23-5封装以及最少3个外围器件可有效减小电路PCB布板空间。SOT23-5的封装与较少的外部元件数量使得TP4054B成为便携式应用的理想选择。适用于USB电源和适配器电源工作

特性

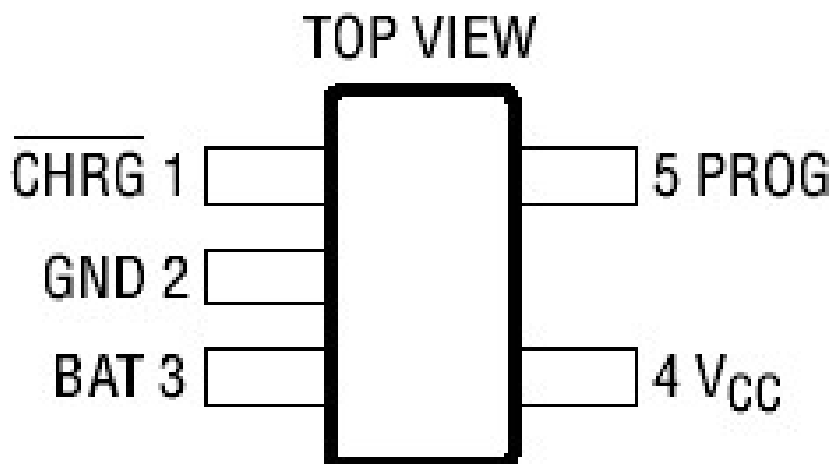
- ◆ 可编程充电电流可达 600mA.
- ◆ 不需要 MOSFET，传感电阻和阻塞二极管
- ◆ 小的尺寸实现对锂离子电池的完全线形充电管理
- ◆ 恒电流/恒电压运行和热度调节使得电池管理效力最高，没有热度过高的危险
- ◆ 从 USB 接口管理单片锂离子电池
- ◆ 预设充电电压为 4.2V±1%
- ◆ 充电状态指示标志
- ◆ 1/10 充电电流终止
- ◆ 停止工作时提供 55μA 电流
- ◆ 2.85V 涓流充电阈值电压
- ◆ 软启动限制浪涌电流
- ◆ 电池反接保护

应用

- 移动电话 PDAs, MP3 播放器
- USB 数据卡
- TWS 耳机充电仓
- 电池充电电路
- 其它手持设备

线性锂离子电池充电器 TP4054B

引脚排列及说明



引脚信息

表1. 引脚描述

引脚	名称	引脚功能描述
1	CHRG	开漏输出的充电状态指示端
2	GND	地
3	BAT	充电电流输出引脚
4	VCC	电源输入引脚
5	PROG	恒流充电电流设置和充电电流监测端

线性锂离子电池充电器 TP4054B

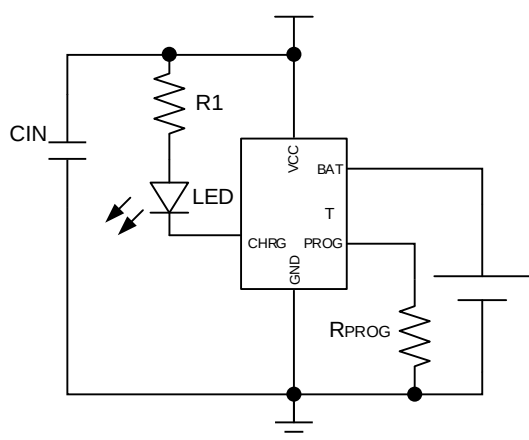
极限参数

符号	参数	范围	单位
V_{CC}	输入电压	$V_{SS}-0.3 \sim V_{SS}+6.5$	V
V_{PROG}	PROG端电压	$V_{SS}-0.3 \sim V_{SS}+5.0$	V
V_{BAT}	BAT端电压	$V_{SS}-0.3 \sim V_{SS}+5.5$	V
V_{CHRG}	CHRG端电压	$V_{SS}-0.3 \sim V_{SS}+5.0$	V
I_{BAT}	BAT端电流	600	mA
I_{PROG}	PROG端电流	800	uA
T_J	最大结温	150	°C
T_{OPA}	工作环境温度范围	-40~85	°C
T_{STR}	贮存温度范围	-65~165	°C
V_{CC}	推荐电源电压	+4~+6	V
	推荐充电连续输出电流	0.5	A
θ_{JA}	封装热阻 (SOT-23-5)	250	°C/W
PD@TA= 25° C	功耗 (SOT-23-5)	0.3	W
	焊接温度 (10s)	260	°C

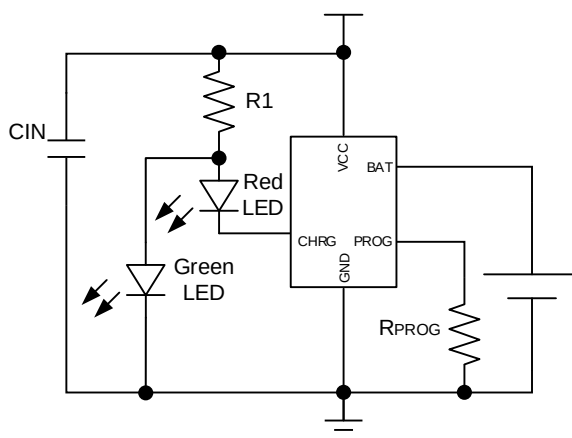
ESD&Latch-up

HBM	2000V
CDM	1000V

典型应用



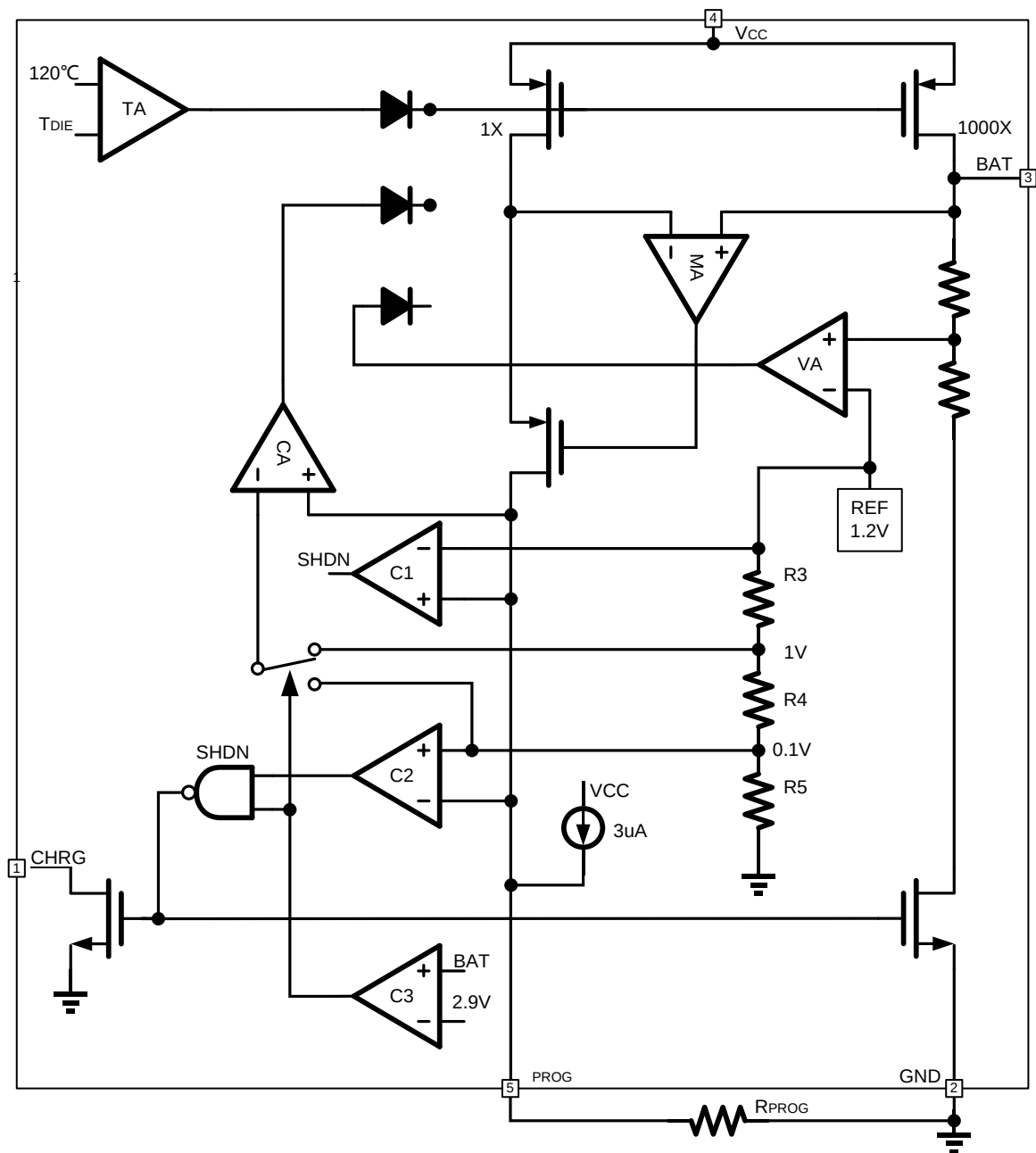
典型应用电路



双指示灯应用电路

线性锂离子电池充电器 TP4054B

功能框图



线性锂离子电池充电器 TP4054B

电气特性

条件：没有特殊说明，仅指 $T_a=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=5\text{V}$

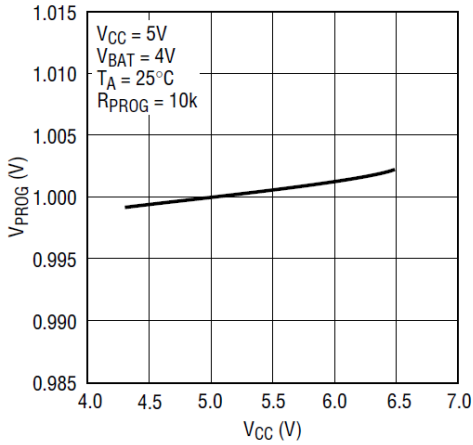
参数	标识	测试条件	Min	典型值	Max	单位
输入电源电压	V_{CC}	输入电源电压	4.2	5	5.5	V
输入电源电流	I_{CC}	充电模式， $R_{PROG}=10\text{K}\Omega$		150	500	uA
		待机模式（充电终止）		55	100	
		停机模式（ R_{PROG} 不接， $V_{CC}<V_{BAT}$ 或 $V_{CC}<V_{UV}$ ）		55	100	
输出浮充电压	V_{FLOAT}		4.158	4.2	4.242	V
BAT 引脚电流	I_{BAT}	$R_{PROG}=10\text{K}$ ，电流模式	90	100	110	mA
		$R_{PROG}=2\text{K}$ ，电流模式	450	500	550	
		待机模式， $V_{BAT}=4.2\text{V}$		-2.6	-6	uA
		停机模式（ R_{PROG} 未连接）		± 1	± 2	
		睡眠模式， $V_{CC}=0$		-1	-2	
涓流充电电流	I_{TRIKL}	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$ ， $R_{PROG}=2\text{K}$	30	50	75	mA
涓流充电门限电压	V_{TRIKL}	$R_{PROG}=10\text{K}$ ， V_{BAT} 上升	2.75	2.85	2.95	V
涓流充电迟滞电压	V_{TRHYS}	$R_{PROG}=10\text{K}$		150		mV
V_{CC} 欠压闭锁门限	V_{UV}	从 V_{CC} 低至高	3.4	3.55	3.7	V
V_{CC} 欠压闭锁迟滞	V_{UVHYS}			200		mV
手动停机门限电压	V_{MSD}	PROG引脚电平上升	3.4	3.5	3.6	V
		PROG引脚电平下降	1.9	2.0	2.1	
闭锁门限电压	V_{ASD}	V_{CC} 从低到高	90	120	150	mV
		V_{CC} 从高到低	10	50	90	
C/10 终止电流门限	I_{TERM}	$R_{PROG}=10\text{K}$	6	10	15	mA
		$R_{PROG}=2\text{K}$	30	50	75	
PROG 引脚电压	V_{PROG}	$R_{PROG}=2\text{K}$ ，电流模式	0.9	1	1.1	V
CHRG引脚输出低电压	V_{CHRG}	$I_{CHRG}=5\text{mA}$	0.1	0.35	0.6	V
再充电电池门限电压	ΔV_{RECHRG}	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$	100	150	200	mV
限定温度模式中的结温	T_{LIM}			145		$^{\circ}\text{C}$
功率 FET“导通”电阻	R_{dsON}			600		$\text{m}\Omega$
软启动时间	T_{SS}	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1000/R_{PROG}$		20		μs
再充电比较器滤波时间	$t_{RECHARGE}$	V_{BAT} 从高至低	0.8	1.8	4	ms
终止比较器滤波时间	t_{TERM}	I_{BAT} 降至 $I_{chg}/10$ 以下	0.8	1.8	4	ms
PROG 引脚上拉电流	I_{PROG}			1		uA

线性锂离子电池充电器 TP4054B

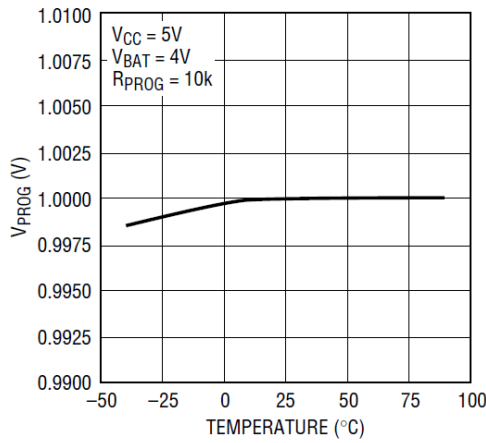
典型特性曲线

除非特殊说明，否则条件均为 $V_{CC}=5V$, $V_{BAT}=3.6V$, $T_J=25^{\circ}C$ 。

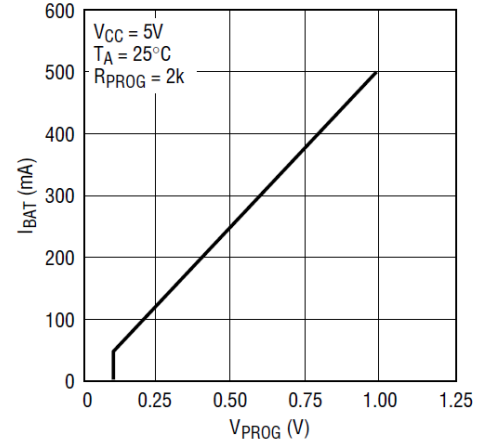
PROG 引脚电压 vs 电源电压
(恒流模式)



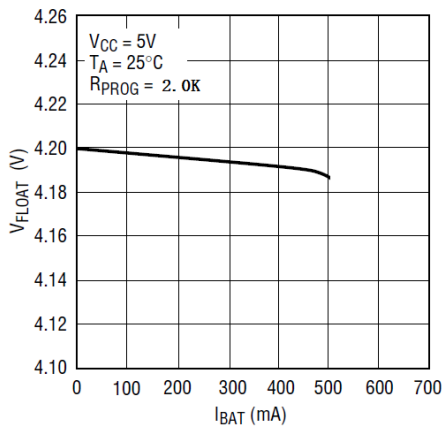
PROG 引脚电压 vs 温度



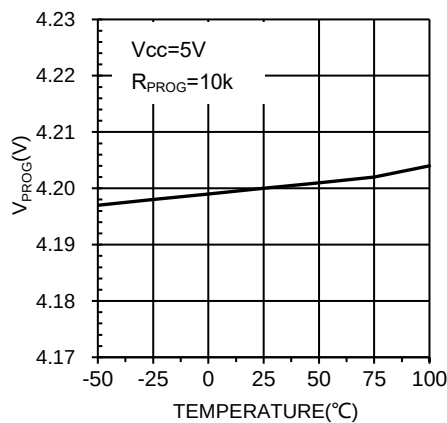
充电电流 vs PROG 引脚电压



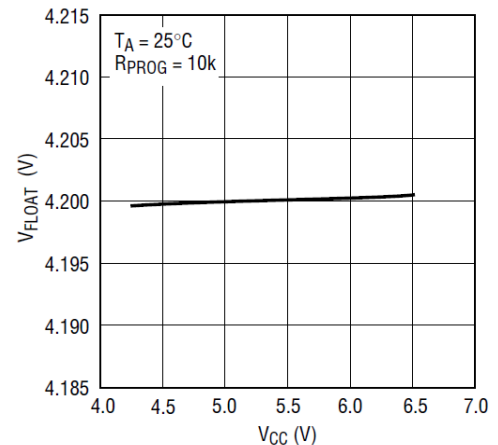
浮充电压 vs 充电电流



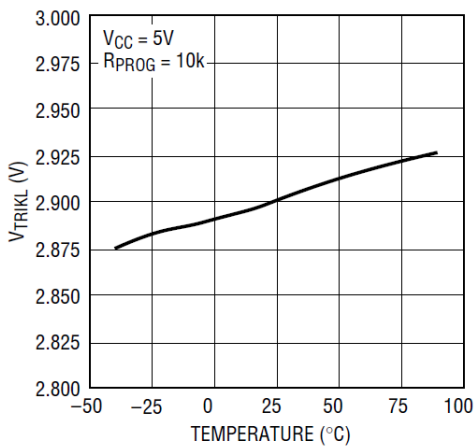
浮充电压 vs 温度



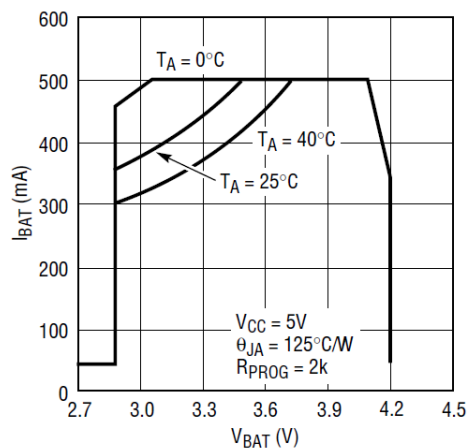
浮充电压 vs 电源电压



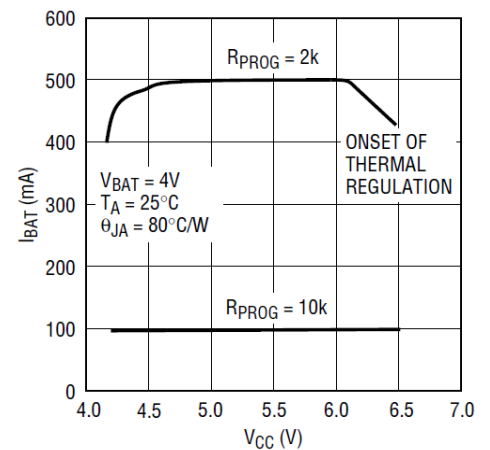
涓流充电阈值 vs 温度



充电电流 vs 电池电压



充电电流 vs 电源电压

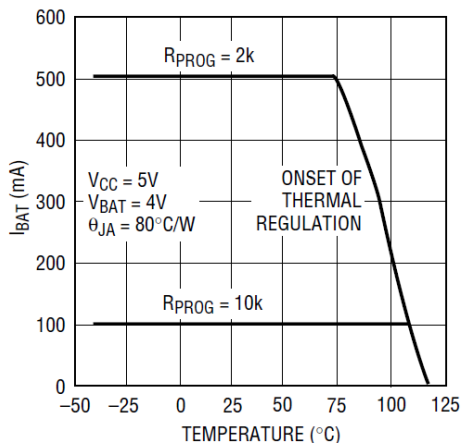


线性锂离子电池充电器 TP4054B

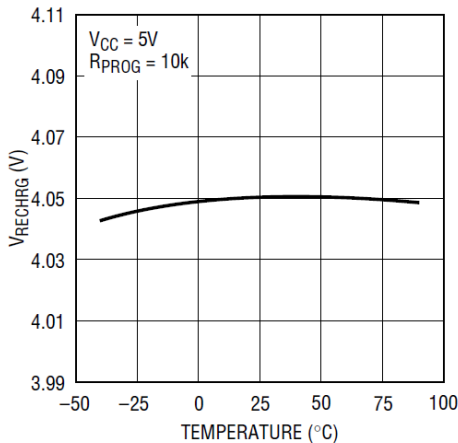
典型特性曲线

除非特殊说明，否则条件均为 $V_{CC}=5V$ ， $V_{BAT}=3.6V$ ， $T_J=25^{\circ}C$ 。

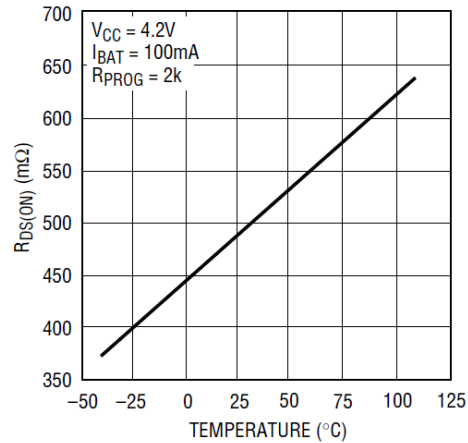
充电电流 vs 环境温度



再充电电压阈值 vs 温度



功率 MOS 开态电阻 vs 温度



功能描述

TP4054B是一款单节锂离子电池线性充电管理芯片。具有涪流/恒流/恒压三段充电模式。内部采用了PMOSFET架构以及防倒充电路，不需要外部检测电阻和隔离二极管。

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2.85V，则充电器进入涪流充电模式。在该模式中，TP4054B提供约1/10的设定充电电流，以便将电池电压提升到一个安全电平，从而实现满电流充电。

当BAT引脚电压升至2.85V以上时，充电器进入恒流模式，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，TP4054B进入恒压充电模式，且充电电流开始减小。当充电电流降至设定值的1/10，充电循环结束。

充电电流设置

充电电流是采用一个连接在PROG引脚与地之间的电阻来设定的。电池充电电流是PROG引脚输出电流的1000倍。设定电阻和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{PROG} = \frac{1000}{I_{CHG}}, \text{ 或 } I_{CHG} = \frac{1000}{R_{PROG}}$$

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，公式如下：

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG} \cdot 1000}{R_{PROG}}$$

R_PROG选择推荐表

R _{PROG} (KΩ)	I _{CHG} (mA)
1.66	600
2.0	500
2.5	400
3.3	300
5.0	200
10	100

线性锂离子电池充电器 TP4054B

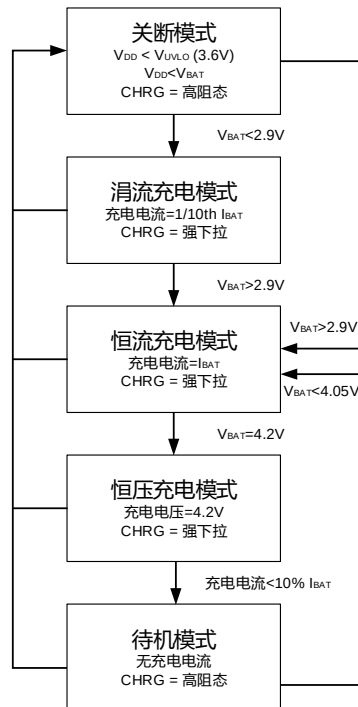
终止充电

当充电电流在达到最终浮充电压后降至设定值的1/10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100mV以下的时间超过 t_{TERM} （一般为1.8ms）时，充电被终止。充电电流被关断，TP4054B进入待机模式，此时输入电源电流降至55 μA 。（注：C/10终止在涓流充电和热限制模式中失效）。

充电时，BAT引脚上的瞬变负载会使PROG引脚电压在DC充电电流降至设定值的1/10之间短暂地降至100mV以下。终止比较器上的1.8ms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1/10以下，TP4054B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。

在待机模式中，TP4054B对BAT引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到4.05V的再充电电压门限（ V_{RECHRG} ）以下，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。当在待机模式中进行充电循环的手动再启动时，输入电压然后再重新接入输入电压，或者通过控制PROG引脚来关断充电器然后再启动。

下图是一个典型充电必须先断开循环的状态图：



典型充电循环的状态图

充电状态指标

TP4054B集成一个开漏输出的状态指示引脚CHRG。当TP4054B处于充电状态时，CHRG输出下拉，其它状态CHRG输出高阻态。

如果BAT引脚接一个10 μF 电容并且电池不连接，红色LED将以1-4s的周期闪烁。

充电器状态	红色 LED CHRG
充电	亮
充电终止	灭
欠压闭锁、电池反接或电池未连接	灭
BAT引脚接10uF电容且电池未连接	LED将以1-4s的周期闪烁

线性锂离子电池充电器 TP4054B

热限制

如果芯片温度升高到预设值145°C，内部热反馈环路将减小充电电流。该功能可防止TP4054B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TP4054B的风险。在保证充电器将在最坏情况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。

欠压闭锁（UVLO）

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100mV之前充电器将不会退出停机模式。

自动再充电

一旦充电循环被终止，TP4054B立即采用一个具有1.8ms滤波时间的比较器来对BAT引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至4.05V（大致对应于电池容量的80%至90%）以下时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持在一个（或接近）一个充满电状态，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引脚输出进入一个强下拉状态。

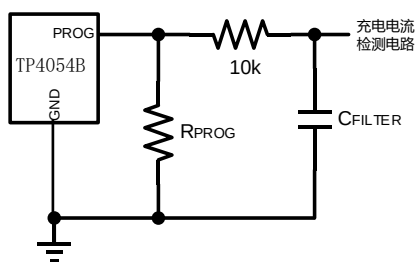
稳定性考虑

只要电池与充电器的输出端相连，恒定电压模式反馈环路就能够在未采用一个外部电容的情况下保持稳定。在没有接电池时，为了减小纹波电压，建议采用一个输出电容。当采用大数值值的低ESR陶瓷电容时，建议增加一个与电容串联的1Ω电阻。如果使用钽电容，则不需要串联电阻。

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。恒定电流模式的稳定性受PROG引脚阻抗的影响。当PROG引脚上没有附加电容，RPROG选择高达20k时充电器可以稳定。然而PROG节点的额外电容会减小设定电阻的最大容许阻值。PROG引脚上的极点频率应保持在100kHz以上。因此，如果PROG引脚存在一个容性负载，CPROG，则可采用下式来计算RPROG的最大电阻值：

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

如果一个运行在低电流模式的开关电源与电池并联，则从BAT引脚流出的平均电流通常比瞬态电流脉冲更加重要。在这种场合，可在PROG引脚上采用一个简单的RC滤波器来测量平均的电池电流（如图所示）。在PROG引脚和滤波电容之间增设了一个10k的电阻以确保稳定性。



隔离PROG引脚上的容性负载和滤波器。

功耗考虑

芯片结温依赖于环境温度、PCB布局、负载和封装类型等多种因素。功耗与芯片结温可根据以下公式计算：

$$P_D = R_{DS(ON)} \times I_{OUT}^2$$

根据PD结温可由以下公式求得：

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A$$

其中

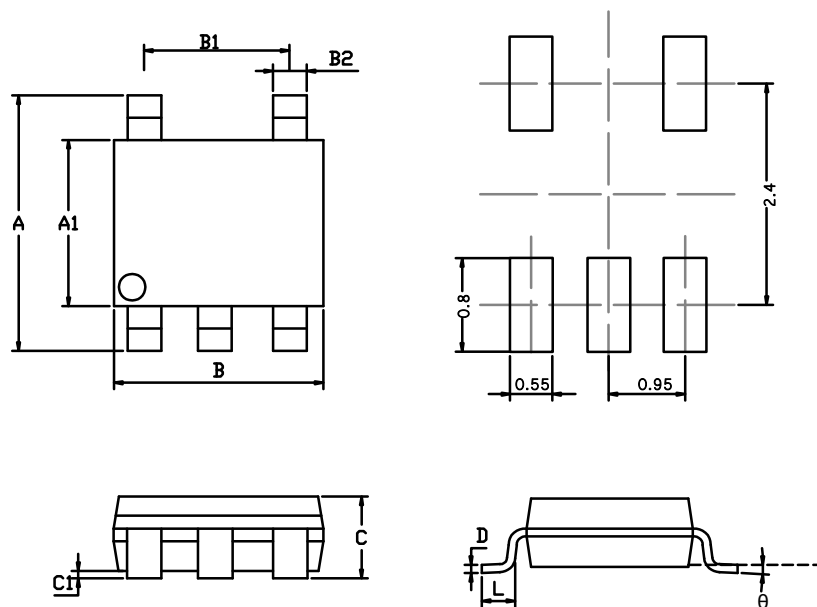
T_J 是芯片结温

T_A 是环境温度

θ_{JA} 是封装热阻

线性锂离子电池充电器 TP4054B

SOT23-5 package mechanical drawing



symbol	dimensions			
	millimeters		inches	
	min	max	min	max
A	2.7	3.0	0.1063	0.1181
A1	1.5	1.7	0.0591	0.0669
B	2.8	3.1	0.1102	0.1220
B1	1.9		0.0748	
B2	0.3	0.5	0.0118	0.0197
C		1.3MAX		0.0512MAX
C1	0.01	0.1	0.0004	0.0039
L	0.3	0.6	0.0118	0.0236
D	0.1	0.15	0.0039	0.0059
θ	0°	8°	0°	8°