

## 采用 ThinSOT 封装的独立线性锂离子电池充电器 ME4054-4.2V

### 描述:

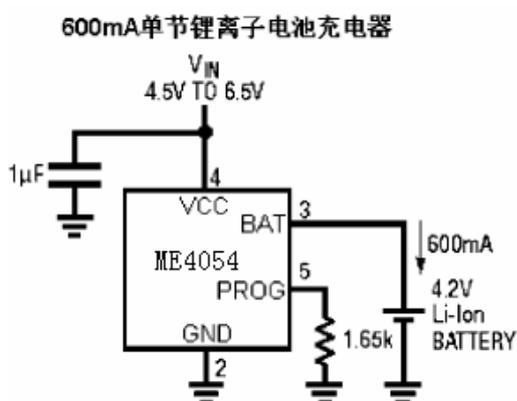
ME4054 是一款完整的单节锂离子电池用恒定电流/恒定电压线性充电器。其中 ThinSOT 封装与较少的外部元器件数目使得 ME4054 成为便携式应用的理想选择。而且 ME4054 是专为在 USB 电源规范内工作而设计的。

由于采用内部 MOSFET 构架, 所以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。充电电压固定为 4.2V, 而充电电流可通过一个电阻器进行外部设置。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, ME4054 将自动终止充电循环。

当输入电压 (交流适配器或 USB 电源) 被拿掉时, ME4054 自动进入一个低电流状态, 将电池漏电流降至 2uA 以下, 可将 ME4054 置于停机模式, 从而将供电电流降至 25uA。

ME4054 的其他特点包括充电电流监控器、欠压闭锁、自动再充电和一个用于指示充电结束和输入电压接入的状态引脚。

### 典型应用:

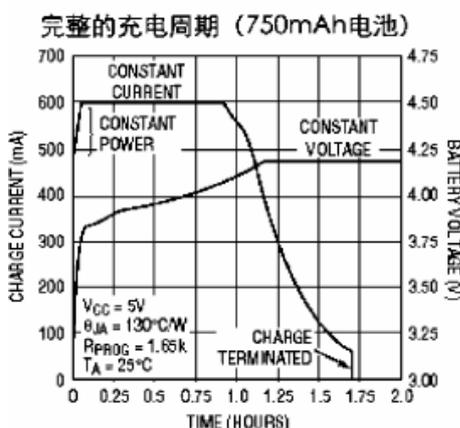


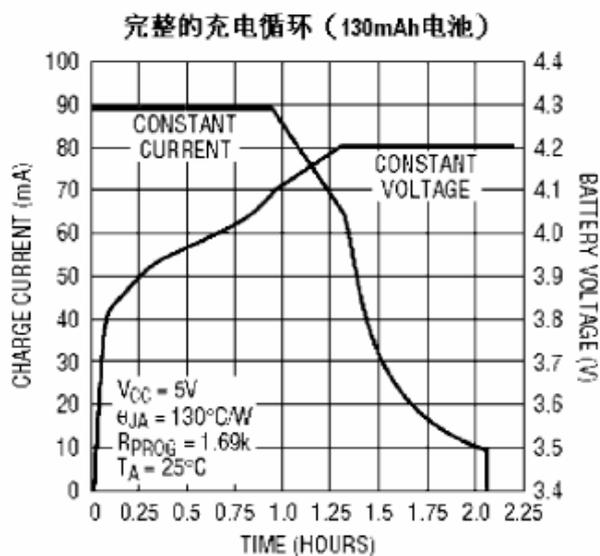
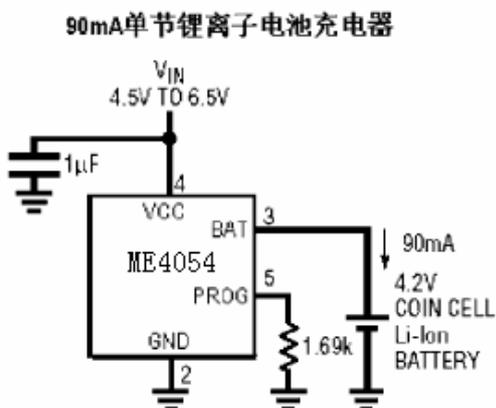
### 特点:

- 高达 800mA 的可编程充电电流
- 无需 MOSFET、检测电阻器和隔离二极管
- 用于单节锂离子电池、采用 ThinSOT 封装的完整线性充电器
- 恒定电流/恒定电压操作, 并具有可在无过热危险的情况下实现充电速率最大化的热调节功能
- 直接从 USB 端口给锂离子电池充电
- 精度达 1% 的 4.2V 预设充电电压
- 用于电池电量检测的充电电流监控器输出
- 自动再充电
- 充电状态输出引脚
- C/10 充电终止
- 停机模式下供电电流为 25uA
- 2.9V 涓流充电门限 (ME4054)
- 可提供涓流充电器版本 (ME4054X)

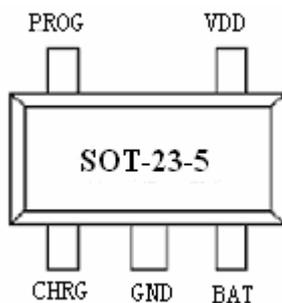
### 应用:

- 蜂窝电话、PDA、MP3 播放机
- 充电座
- 蓝牙应用





引脚排列图:



引脚定义:

引脚号	符号	引脚描述
SOT-23-5		
1	CHRG	漏极开路充电输出, 充电状态指示
2	GND	地
3	BAT	充电电流输出
4	VCC	电源输入
5	PROG	充电电流设定

## 引脚功能:

**CHRG (引脚1):** 漏极开路充电状态输出。在电池的充电过程中, 由一个内部 N 沟道 MOSFET 将 CHRG 引脚拉至低电平。当充电循环结束时, 一个约 20 $\mu$ A 的弱下拉电流源被连接至 CHRG 引脚, 指示一个“AC 存在”状态。当 ME4054 检测到一个欠压闭锁条件时, CHRG 引脚被强制为高阻抗状态。

**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压, 在停机模式中, 该内部电阻分压器断开。

**V<sub>CC</sub> (引脚4):** 正输入电源电压。该引脚向充电器供电。V<sub>CC</sub> 的变化范围在 4.25V 至 6.5V 之间, 并应通过至少一个 1 $\mu$ F 电容器进行旁路。当 V<sub>CC</sub> 降至 BAT 引脚电压的 30mV 以内时, ME4054 进入停机模式, 从而使 I<sub>BAT</sub> 降至 2 $\mu$ A 以下。

**PROG (引脚5):** 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, 该引脚的电压被维持在 1V。在所有的模式中都可以利用该引脚上的电压来测算充电电流, 公式如下:

$$I_{BAT} = (V_{PROG}/R_{PROG}) \cdot 1000$$

PROG 引脚还可用来关断充电器。将设定电阻器与地断开, 内部一个 3 $\mu$ A 电流将 PROG 引脚拉至高电平。当该引脚的电压达到 1.21V 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 25 $\mu$ A。该引脚还被箝位在 2.4V 左右。将该引脚驱动至箝位电压以上将吸收高达 1.5mA 的电流。重新将 R<sub>PROG</sub> 与地相连将使充电器恢复正常操作状态。

## 最大绝对额定值:

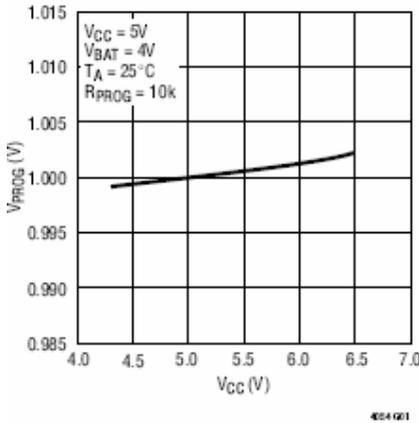
参数	额定值
输入电源电压	-0.3V~10V
PROG	-0.3V~V <sub>CC</sub> +0.3V
BAT	-0.3V~7V
CHRG	-0.3V~10V
BAT 短路持续时间	连续
BAT 引脚电流	800mA
PROG 引脚电流	800 $\mu$ A
最大结温	125 $^{\circ}$ C
工作环境工作温度	-40 $^{\circ}$ C~85 $^{\circ}$ C
贮存温度环境	-65 $^{\circ}$ C~125 $^{\circ}$ C
引脚温度 (焊接时间 10 秒)	260 $^{\circ}$ C

**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。

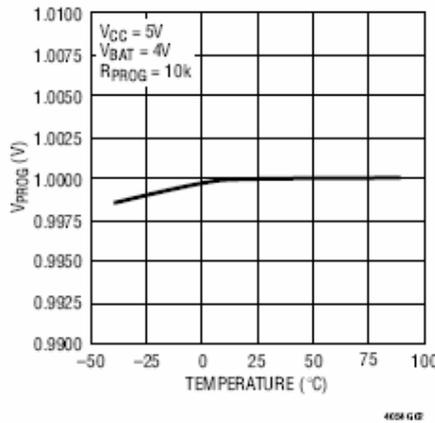
符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{CC}$	输入电源电压	●	4.25		6.5	V	
$I_{CC}$	输入电源电流	充电模式, $R_{PROG}=10\text{K}$	●		300	2000	$\mu\text{A}$
		待机模式 (充电终止)	●		200	500	$\mu\text{A}$
		停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连接, $V_{CC}$ 小于 $V_{BAT}$ )	●		25	50	$\mu\text{A}$
$V_{FLOAT}$	稳定输出电压	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ , $I_{BAT}=40\text{mA}$	4.158	4.2	4.242	V	
$I_{BAT}$	BAT 引脚电流	$R_{PROG}=10\text{K}$ , 电流模式	●	93	100	107	mA
		$R_{PROG}=2\text{K}$ , 电流模式	●	465	500	535	mA
		待机模式, $V_{BAT}=4.2\text{V}$	●	0	-2.5	-6	$\mu\text{A}$
		停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连接)			$\pm 1$	$\pm 2$	$\mu\text{A}$
		睡眠模式, $V_{CC}=0\text{V}$			$\pm 1$	$\pm 2$	$\mu\text{A}$
$I_{TRILK}$	涓流充电电流	$V_{BAT} < V_{TRILK}$ , $R_{PROG}=2\text{K}$	●	20	45	70	mA
$V_{TRILK}$	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	$R_{PROG}=10\text{K}$		60	80	110	mV
$V_{UV}$	$V_{CC}$ 欠压闭锁门限	从 $V_{CC}$ 低至高	●	3.7	3.8	3.92	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	●	1.15	1.21	1.30	V
		PROG 引脚电平下降	●	0.9	1.0	1.1	V
$V_{ADS}$	$V_{CC} - V_{BAT}$ 闭锁门限	$V_{CC}$ 从低到高		70	100	140	mV
		$V_{CC}$ 从高到低		5	30	50	mV
$I_{TERM}$	C/10 终止电流门限	$R_{PROG}=10\text{K}$	●	0.085	0.10	0.115	mA /mA
		$R_{PROG}=2\text{K}$	●	0.085	0.10	0.115	mA /mA
$V_{PROG}$	PROG 引脚电压	$R_{PROG}=10\text{K}$ , 电流模式	●	0.93	1.0	1.07	V
$I_{CHRG}$	CHRG 弱下拉电流	$V_{CHRG}=5\text{V}$		8	20	35	$\mu\text{A}$
$V_{CHRG}$	CHRG 输出低电压	$I_{CHRG}=5\text{mA}$			0.35	0.6	V
$V_{RECHRG}$	再充电电池门限	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$		100	150	200	mV
$T_{LIM}$	恒温度模式结温				120		$^\circ\text{C}$
$R_{ON}$	功率 FET“导通”电阻 (在 $V_{CC}$ 与 BAT 之间)				600		$\text{m}\Omega$
$T_{SS}$	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1000\text{V}/R_{PROG}$			100		$\mu\text{s}$
$T_{RE}$	再充滤波时间	$V_{BAT}$ 高至低		0.75	2	4.5	ms
$T_{TERM}$	终止滤波时间	$I_{BAT}$ 降至 $I_{CHG}/10$ 以下		400	1000	2500	$\mu\text{s}$
$I_{PROG}$	PROG 上拉电流				3		$\mu\text{A}$

典型性能特性图:

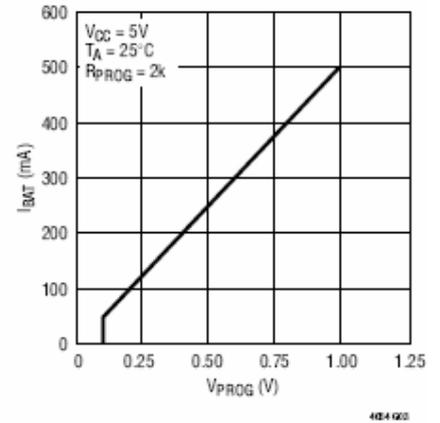
恒定电流模式下 PROG 引脚电压与电源电压的关系曲线



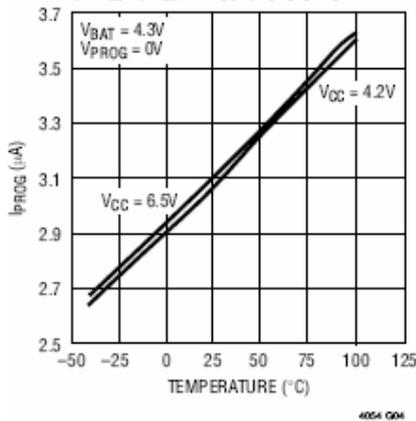
PROG 引脚电压与温度的关系曲线



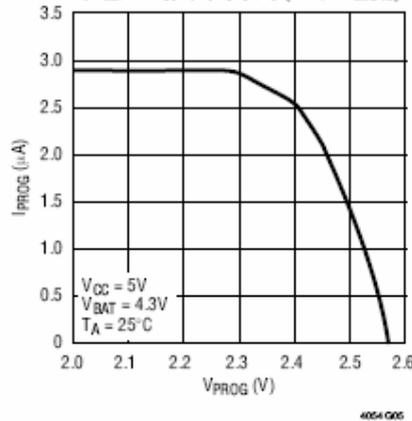
充电电流与 PROG 引脚电压的关系曲线



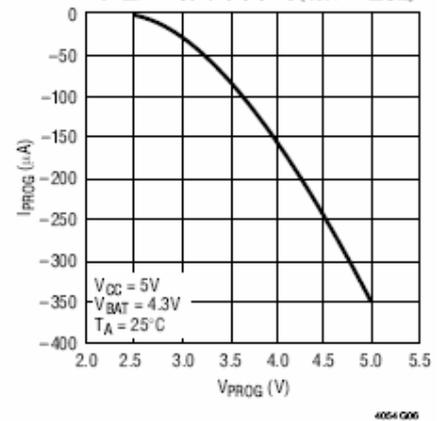
PROG 引脚上拉电流与温度和电源电压的关系曲线



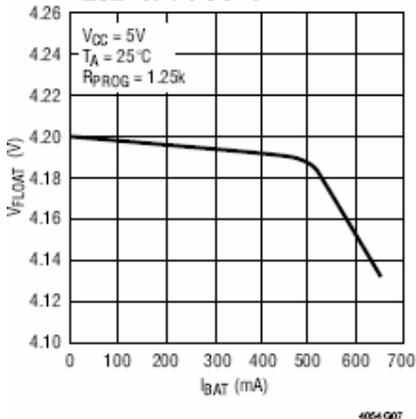
PROG 引脚电流与 PROG 引脚电压的关系曲线(上拉电流)



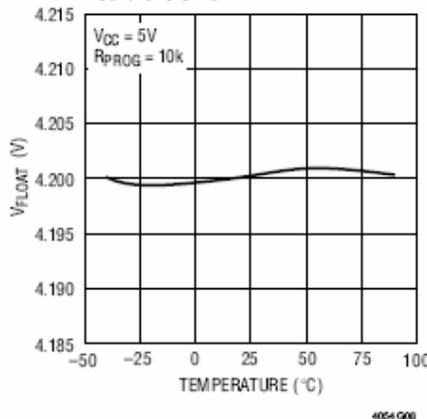
PROG 引脚电流与 PROG 引脚电压的关系曲线(箝位电流)



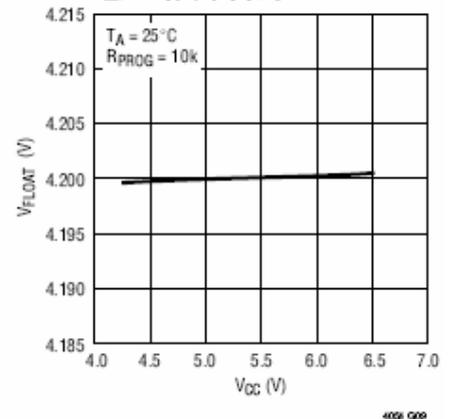
稳定输出(浮充)电压与充电电流的关系曲线



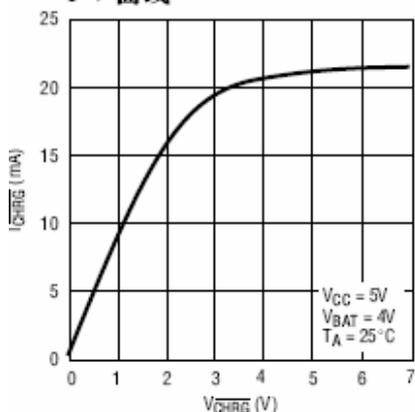
稳定输出(浮充)电压与温度的关系曲线



稳定输出(浮充)电压与电源电压的关系曲线

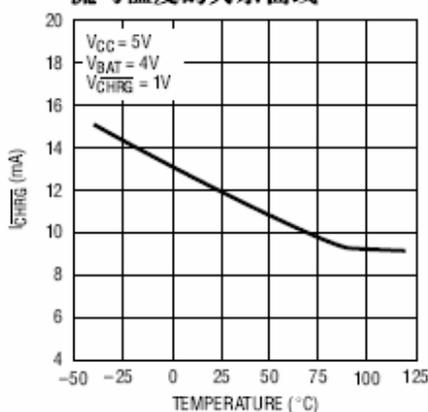


强下拉状态下的  $\overline{\text{CHRG}}$  引脚 I-V 曲线



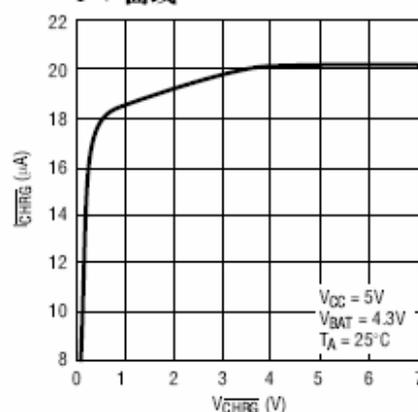
4054 G10

强下拉状态下  $\overline{\text{CHRG}}$  引脚电流与温度的关系曲线



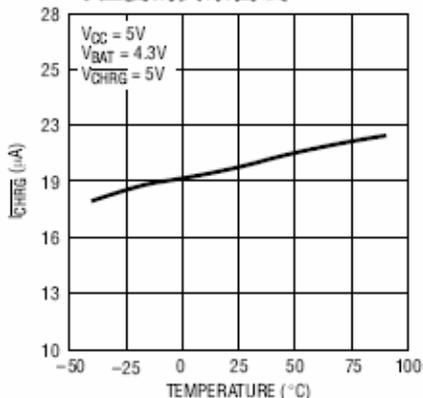
4054 G11

弱下拉状态的  $\overline{\text{CHRG}}$  引脚 I-V 曲线



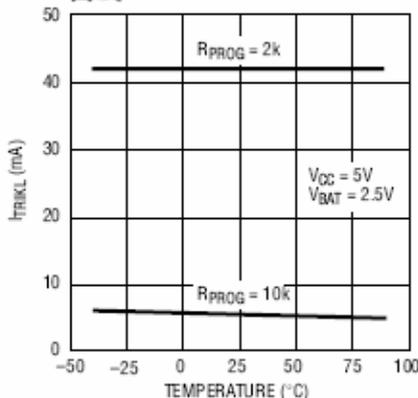
4054 G12

弱下拉状态  $\overline{\text{CHRG}}$  引脚电流与温度的关系曲线



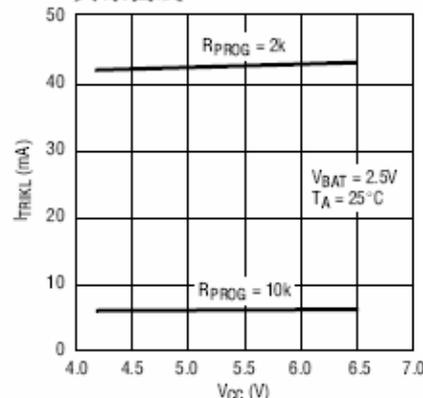
4054 G13

涓流充电电流与温度的关系曲线



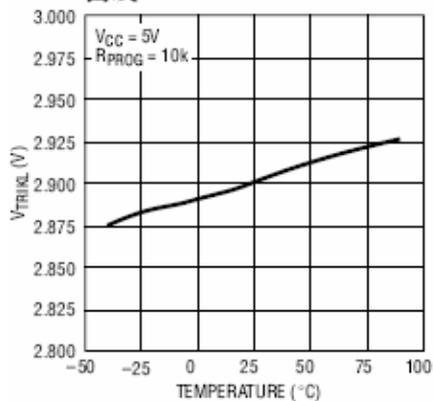
4054 G14

涓流充电电流与电源电压的关系曲线



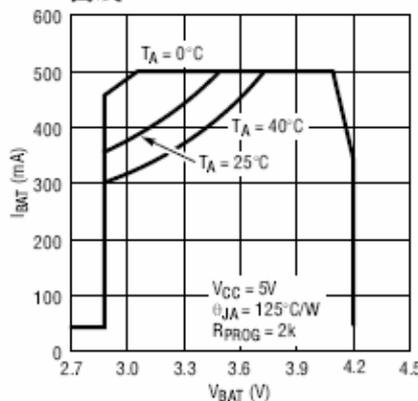
4054 G15

涓流充电门限与温度的关系曲线



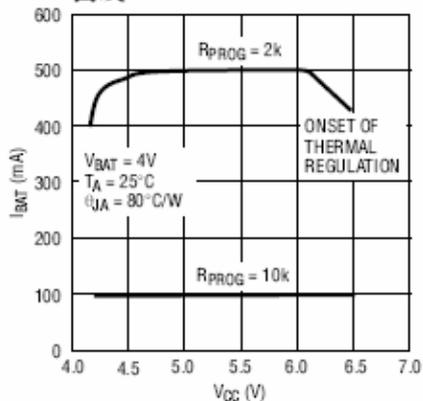
4054 G16

充电电流与电池电压的关系曲线



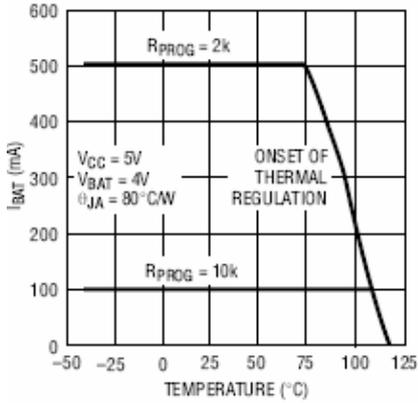
4054 G17

充电电流与电源电压的关系曲线

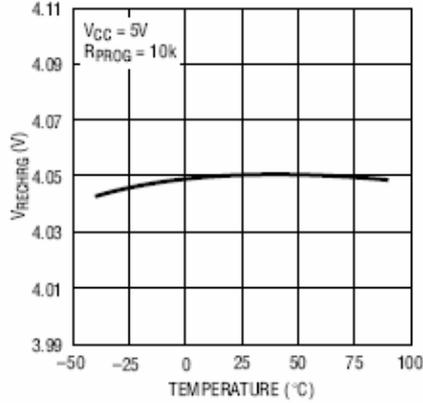


4054 G18

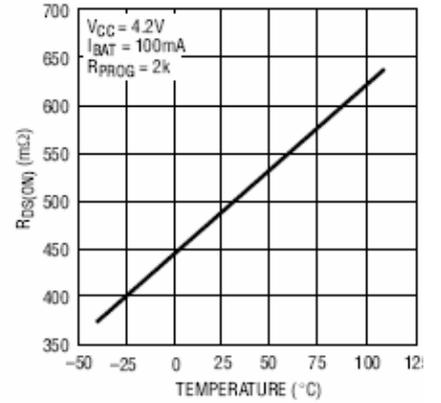
充电电流与环境温度的关系曲线



再充电电压门限与温度的关系曲线



功率FET“导通”电阻与温度的关系曲线



## 工作原理:

ME4054 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 800mA 的充电电流 (借助一个热设计良好的 PCB 布局) 和一个  $\pm 1\%$  的最终浮充电压精度。ME4054 包括一个内部 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, ME4054 还能够从一个 USB 电源获得工作电源。

### 正常充电循环

当  $V_{CC}$  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 ME4054 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的电平, 从而实现满电流充电。(注 ME4054X 不包括该涓流充电功能)。

当 BAT 引脚电压升至 2.9V 以上时, 充电器进入恒定电流模式, 此时向电流提供设定的充电电流。当 BAT 引脚电压达到最终浮充电压 (4.2V) 时, ME4054 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 1/10 时, 充电循环结束。

### 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。电池充电电流是 PROG 引脚输出电流的 1000 倍。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算:

$$R_{PROG} = \frac{1000V}{I_{CHG}}, \quad I_{CHG} = \frac{1000V}{R_{PROG}}$$

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:

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

### 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  $100mV^1$  以下的时间超过  $t_{TERM}$  (一般为 1ms) 时, 充电被终止。充电电流被锁断, ME4054 进入待机模式, 此时输入电源电流降至  $200\mu A$ 。(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 之前短暂地降至  $100mV$  以下。终止比较器上的 1ms 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, ME4054 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, ME4054 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起时, 必须取消然后再施加输入电压, 或者必须关断充电器并使用 PROG 引脚进行再起。图 1 示出了一个典型充电循环的状态图。

### 充电状态指示器 ( $\overline{CHRG}$ )

充电状态输出具有三种不同的状态: 强下拉 (约 10mA)、弱下拉 (约  $20\mu A$ ) 和高阻抗。强下拉状态表示 ME4054 处于一个充电循环中。一旦充电循环被终止, 则引脚状态由欠压闭锁条件来决定。弱下拉

状态表示  $V_{CC}$  满足 UVLO 条件且 ME4054 处于充电就绪状态。高阻抗状态表示 ME4054 处于欠压闭锁模式：要么  $V_{CC}$  高出 BAT 引脚电压的幅度不足 100mV，要么施加在  $V_{CC}$  引脚上的电压不足。可采用一个微处理器来区分这三种状态——在“应用信息”部分将对此方法进行讨论。

### 热限制

如果片温度试图升至约 120°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 ME4054 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 ME4054 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。有关 ThinSOT 功率方面的考虑将在“应用信息”部分做进一步讨论。

### 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  $V_{CC}$  升至欠压闭锁门限以上之前使充电器保持在停机模式。UVLO 电路具有一个内置 200mV 迟滞。另外，为防止功率 MOSFET 中的电流反向流动，当  $V_{CC}$  降到比电池电压高出的幅度不足 30mV 时，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  $V_{CC}$  升至比电池电压高 100mV 之前充电器将不会退出停机模式。

### 手动停机

在充电循环中的任何时刻都能通过去掉  $R_{PROG}$ （从而使 PROG 引脚浮置）来把 ME4054 置于停机模式。这使得电池漏电流降至  $2\mu A$  以下，且电源电流降至  $50\mu A$  以下。重新连接设定电阻器可启动一个新

的充电循环。

在手动停机模式中，只要  $V_{CC}$  高到足以超过 UVLO 条件， $\overline{CHRG}$  引脚都将处于弱下拉状态。如果 ME4054 处于欠压闭锁模式，则  $\overline{CHRG}$  引脚呈高阻抗状态：要么  $V_{CC}$  高出 BAT 引脚电压的幅度不足 100mV，要么施加在  $V_{CC}$  引脚上的电压不足。

### 自动再启动

一旦充电循环被终止 ME4054 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 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 (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， $\overline{CHRG}$  引脚输出进入一个强下拉状态。

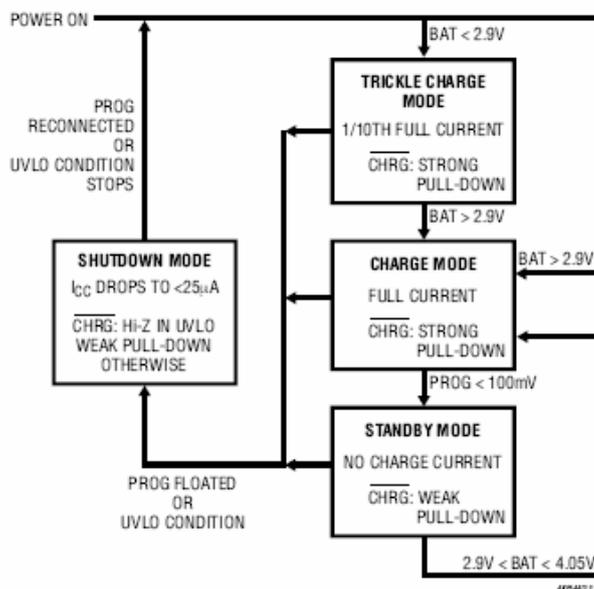
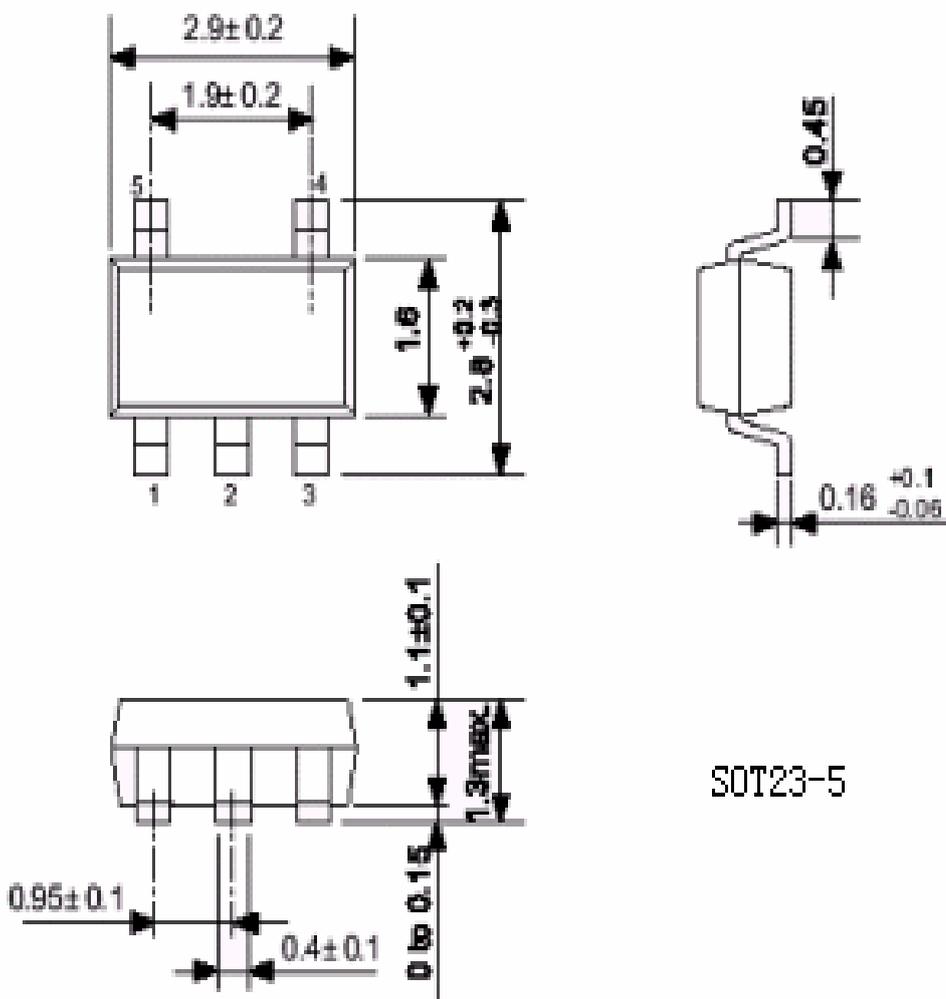


图 1：一个典型充电循环的状态图

封装尺寸:



SOT23-5

- 本资料内容，随产品的改进，可能会有未经预告之更改。
- 本资料所记载设计图等因第三者的工业所有权而引发之诸问题，本公司不承担其责任。另外，应用电路示例为产品之代表性应用说明，非保证批量生产之设计。
- 本资料内容未经本公司许可，严禁以其他目的加以转载或复制等。
- 本资料所记载之产品，未经本公司书面许可，不得作为健康器械、医疗器械、防灾器械、瓦斯关联器械、车辆器械、航空器械及车载器械等对人体产生影响的器械或装置部件使用。
- 尽管本公司一向致力于提高质量与可靠性，但是半导体产品有可能按照某种概率发生故障或错误工作。为防止因故障或错误动作而产生人身事故、火灾事故、社会性损害等，请充分留心冗余设计、火势蔓延对策设计、防止错误动作设计等安全设计。