

## 1. 特性

- 锂电池正负极反接保护
- Vcc 输入端反接保护
- 电源自适应
- 兼容 5mA-600mA 的可编程充电电流
- 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
- 可直接从 USB 端口给单节锂离子电池充电
- 精度达到±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
- C/10 充电终止
- 待机模式下的供电电流为 25uA
- 2.9V 涓流充电
- 软启动限制了浪涌电流
- 采用 6 引脚 SOT-23 封装

## 2. 应用

- 充电座
- 蜂窝电话、PDA
- 蓝牙应用

## 3. 绝对最大额定值

- 输入电源电压 (Vcc): -6.5V~9V
- PROG: -0.3V~Vcc+0.3V
- BAT: -4.2V~7V
- CHR: -0.3V~10V
- STDBY: -0.3V~10V
- BAT 短路持续时间: 连续
- BAT 引脚电流: 600mA
- PROG 引脚电流: 800uA
- 最大结温: 145°C
- 工作环境温度范围: -40°C~85°C
- 贮存温度范围: -65°C~125°C
- 引脚温度 (焊接时间 10 秒): 260°C

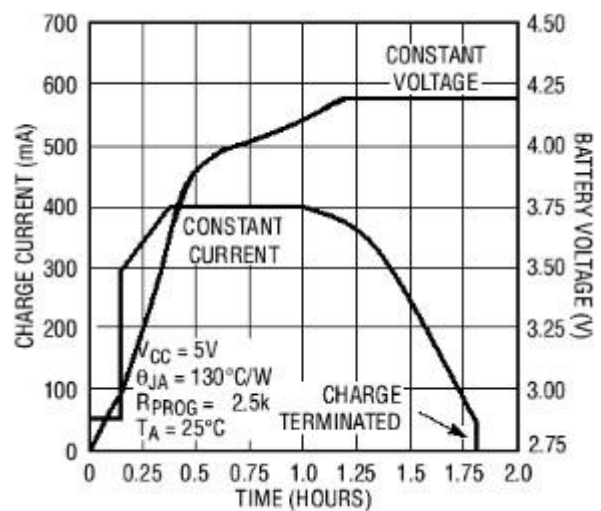
## 4. 描述

4061 一款完整的单节锂离子电池充电器。带电池正负极反接保护、输入电源 5V 正负极反接保护。其 SOT23-6 的封装与较少的外部元件数使得 4061 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 1/10，4061 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，4061 自动进入一个低电流状态，电池端漏电流在 0.1uA 以下。4061 的其他特点包括电源自适应、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。

## 5. 400mA 电流完整充电循环



## 6. 封装/订购信息

订单型号	BAT 电压点	封装形式	包装/数量
4061	4.2V	SOT23-6	3000pcs

**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, 在待机模式中, 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 9V 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 30mV 以内, 4061 进入待机模式, 从而使 I<sub>BAT</sub> 降至 1 $\mu$ A 以下。

## 7. 引脚功能

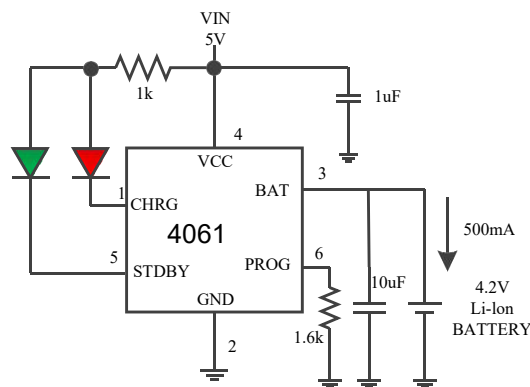
**STDBY (引脚 5):** 电池充电完成指示端。当电池充电完成时, STDBY 管脚被内部开关拉到低电平, 表示充电完成; 除此之外, STDBY 管脚处于高阻态。

**PROG (引脚 6):** 充电电流设定、充电电流监控和待机引脚。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 2.7V 的待机门限电压时, 充电器进入待机模式, 充电停止且输入电源电流降至 40 $\mu$ 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。

SOT23-5	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、充电电流监控和待机引脚

## 8. 典型应用



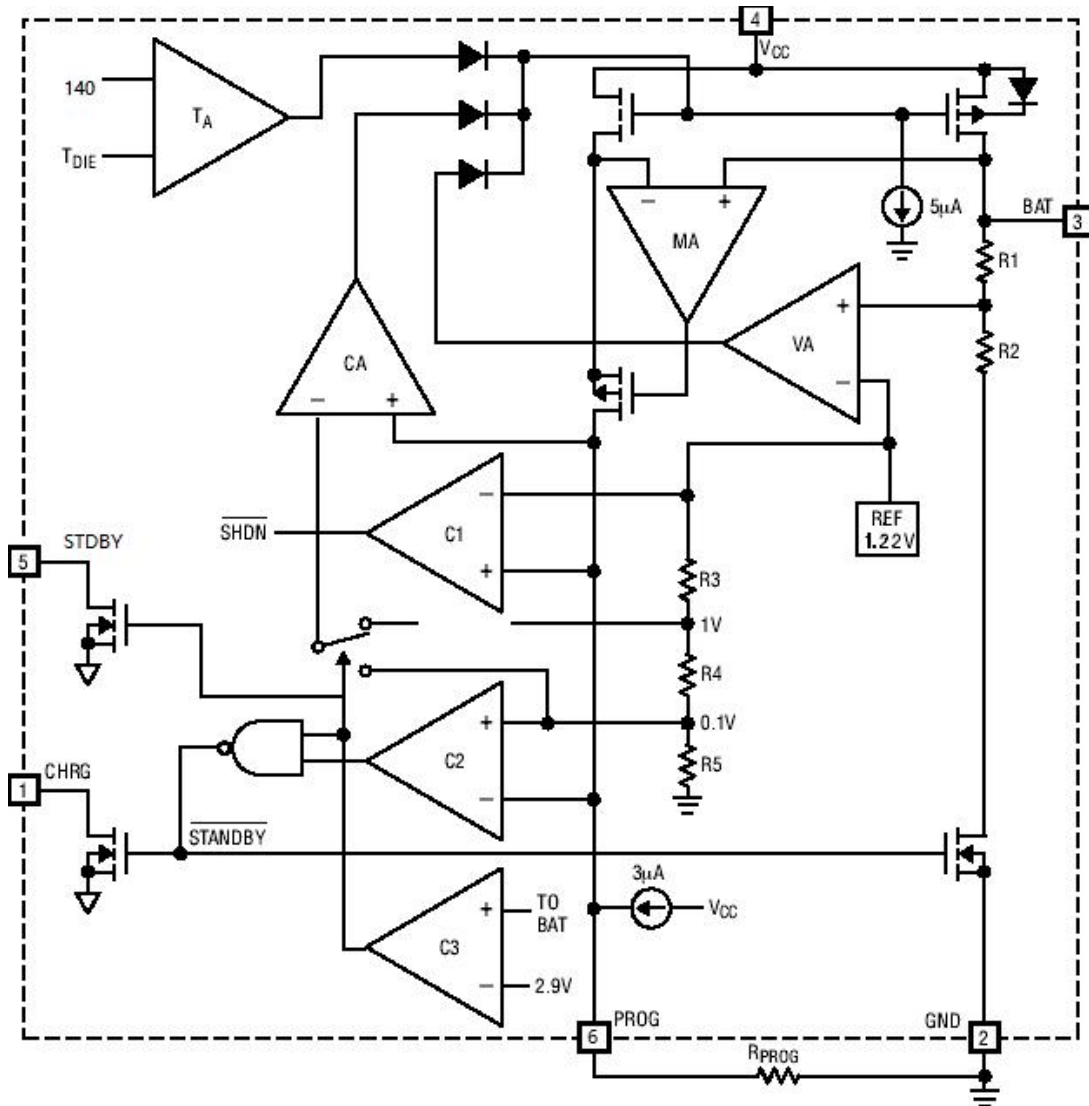
500mA 单节锂离子电池充电器

## 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  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=5\text{V}$ ，除非特别说明。

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	9.0	V
$I_{CC}$	输入电源电流	充电模式, $R_{PROG}=10\text{K}$	●		150	500	$\mu\text{A}$
		待机模式 (充电终止)	●		40	100	$\mu\text{A}$
		停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连, $V_{CC}<V_{BAT}$ , 或 $V_{CC}<V_{UV}$ )	●		40	100	$\mu\text{A}$
$V_{FLOAL}$	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 (除说明外 $V_{bat}=4.0\text{V}$ )	$R_{PROG}=10\text{K}$ , 电流模式	●	95	105	115	$\text{mA}$
		$R_{PROG}=3\text{K}$ , 电流模式	●	270	300	330	$\text{mA}$
		$R_{PROG}=1.6\text{K}$ , 电流模式	●	470	500	530	$\text{mA}$
		待机模式, $V_{BAT}=4.2\text{V}$			-2.5	-6	$\mu\text{A}$
		停机模式 ( $R_{PROG}$ 未连)			$\pm 1$	$\pm 2$	$\mu\text{A}$
	睡眠模式, $V_{CC}=0\text{V}$			-0.1		$\mu\text{A}$	
$I_{TRIKL}$	涓流充电电流	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$ , $R_{PROG}=10\text{K}$	●	40	50	60	$\text{mA}$
$V_{TRIKL}$	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		$\text{mV}$
$V_{UV}$	$V_{CC}$ 欠压闭锁门限	从 $V_{CC}$ 低至高	●	3.4	3.6	3.8	V
$V_{UVHYS}$	$V_{CC}$ 欠压闭锁迟滞		●	150	200	300	$\text{mV}$
$V_{MSD}$	手动停机门限电压	PROG 引脚电平上升	●	3.40	3.50	3.60	V
		PROG 引脚电平下降	●	1.90	2.00	2.10	V
$V_{ASD}$	$V_{CC}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	$V_{CC}$ 从低到高		60	100	140	$\text{mV}$
		$V_{CC}$ 从高到低			30		$\text{mV}$
$I_{TERM}$	C/10 终止电流门限	$R_{PROG}=10\text{K}$	●		10		$\text{mA}$
		$R_{PROG}=1.6\text{K}$	●		50		$\text{mA}$
$V_{PROG}$	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	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$		90	120	150	$\text{mV}$
$T_{LIM}$	限定温度模式中的结温				140		$^{\circ}\text{C}$
$R_{ON}$	功率FET“导通”电阻 (在 $V_{CC}$ 与 BAT 之间)				800		$\text{m}\Omega$
$t_{SS}$	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1000\text{V}/R_{PROG}$			20		$\text{ms}$
$t_{RECHARGE}$	再充电比较器滤波时间	$V_{BAT}$ 高至低		0.8	1.8	4	$\text{ms}$
$t_{TERM}$	终止比较器滤波时间	$I_{BAT}$ 降至 $I_{CHG}/10$ 以下		0.8	1.8	4	$\text{ms}$
$I_{PROG}$	PROG 引脚上拉电流				2.0		$\mu\text{A}$
$V_{ADPT}$	$V_{CC}$ 自适应启动电压				4.3		V
$I_{VIN}$	$V_{IN}$ 反向漏电流	$V_{IN}$ 端反接, $V_{BAT}=V_{FLOAT}$			1		$\mu\text{A}$
$I_{BAT}$	电池反向漏电流	电池反接, $V_{IN}=5\text{V}$			5		$\text{mA}$

## 10. 方框图



## 11. 工作原理

4061 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，4061 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，4061 提供约 1/2 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，4061 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，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)
公式一: $R_{prog} = \frac{1400}{I_{BAT}} (I_{BAT} < 0.1A)$	200k	7
	100k	14
	10k	105
	5k	200
公式二: $R_{prog} = \frac{1000}{I_{BAT}} (I_{BAT} > 0.1A)$	3k	300
	2k	450
	1.6k	500
	1.43k	600

### 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 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。充电电流被锁断，4061 进入待机模式，此时输入电源电流降至 40μA。

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 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，4061 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 电池反接保护功能

4061 具备锂电池反接保护功能，当电池正负极反接于 4061 电流输出 BAT 引脚，4061 会停机显示故障状态，无充电电流。充电指示管脚处于高阻态，灯灭，此时反接的电池漏电电流小于 6mA。将反接的电池正确接入，4061 自动开始充电循环。

反接后的 4061 当电池去除后，由于 4061 输出端 BAT 管脚电容电位仍为负值，则 4061 指示灯不会立刻正常亮，只有正确接入电池可自动激活充电。或者等待较长时间

BAT 端电容负电位的电量放光，BAT 端电位大于零伏，4061 会显示正常的无电池指示灯状态。

反接情况下，电源电压应在标准电压 5V 左右，不应超过 6.5V。过高的电源电压在反接电池的情形下，芯片的压差会超过极限耐压。

### 11.5Vcc 输入端反接保护功能

4061 具备电源反接保护功能，当 Vcc 正负极反接于 4061 的 Vcc 引脚，4061 会停机显示故障状态，无充电电流，反接的电源漏电流小于 1 $\mu$ A。将反接的电源正确接入，4061 自动开始充电循环。

### 11.6 充电状态指示器 (CHRG STDBY)

4061 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 10 $\mu$ F 时，CHRG 闪烁周期约 0.5-2 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 10 $\mu$ F 电容，无电池	闪烁 T=1-2 S	亮
BAT 反接状态	灭	灭

### 11.10 热限制

如果芯片温度试图升至约 140 $^{\circ}$ 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 4061 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 4061 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。

### 11.11 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 50mV 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 4061 置于停机模式。这使得电池漏电流降至 1 $\mu$ A 以下，且电源电流降至 40 $\mu$ A 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，4061 立即采用一个具有 1.8ms 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<sub>RECHRG</sub> 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

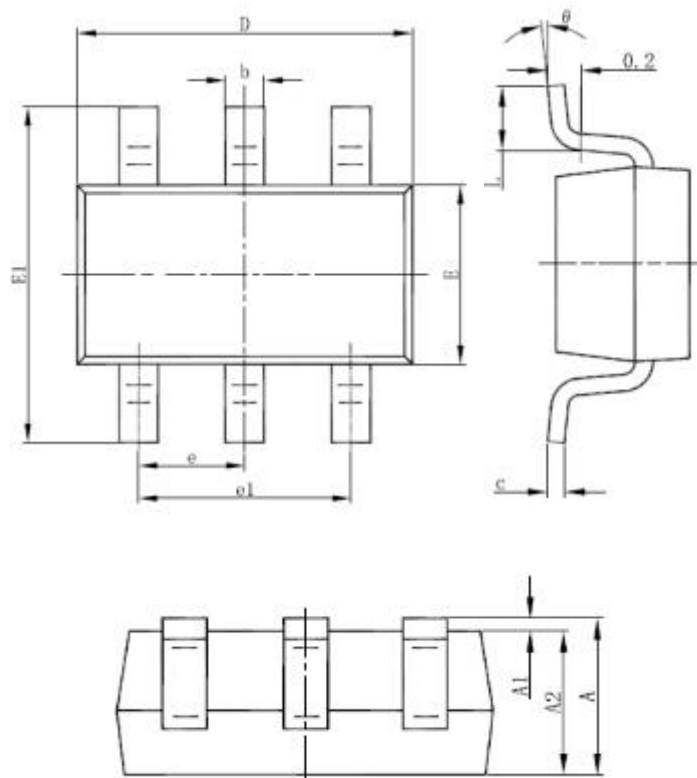
启动的需要。在再充电循环过程中，CHRG 引脚输出重新进入一个强下拉状态。

### 11.9 电源自适应

当 Vcc 掉电至 4.3V 时，自适应电路启动：自动降低充电电流直到 Vcc 不再降低，可以将大电流充电系统兼容 USB 或小功率电源、太阳能电池做电源，避免电源复位或重启。

## 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°