

图 1.2.HM4061 双节充电典型应用图

### 极限参数

- 输入电压.....16V
- 栅极驱动.....(VIN-8) to VIN
- BAT,SNS.....-0.3V to 12V
- CHG,EOC,TP.....-0.3V to 3.3V
- ISET,IEOC,LVO.....-0.3V to 3.3V
- 工作温度范围.....-20℃~70℃
- 储藏温度.....-60℃~125℃
- Lead Temperature.....260℃
- HBM ESD Level.....2000V

### 推荐工作条件

	最小	典型	最大	单位
输入电压	4.5 <sup>(1)</sup>		12 <sup>(2)</sup>	V
工作温度	-20		70	℃

(1) 当输入电压下降至小于 4.5V, HM4061 能够继续工作, 但是不能正常充电, 充电指示状态不正常.

(2) 开关噪声导致的电压尖峰不要超过管脚 PVIN 和 AVIN 的最大额定值.

管脚定义

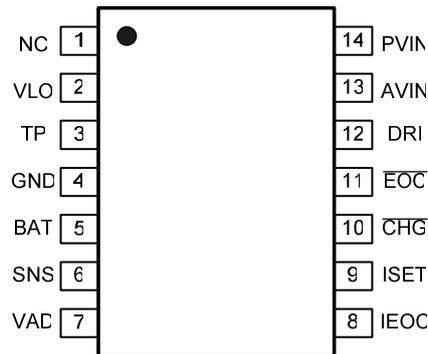


图 2. HM4061 管脚定义

表 1:管脚功能定义

PIN#	名称	I/O	描述		
1	NC		NC, 正常状态下于 LVO 相连接		
2	LVO	O	3.2V 参考电压, 提供内部低压供电. 外接 1uF 电容到地.		
3	TP	I	温度检测管脚. LVO 通过电阻与 NTC 进行分压输入. 见典型应用图.		
4	GND	I	地.		
5	BAT	I	电池端口.		
6	SNS	I	充电电流检测正端输入. 在 SNS 与 BAT 管脚之间连接检流电阻 Rsns.		
7	VAD	I	满充电电压微调管脚.		
8	IEOC	O	与地之间外接电阻, 设置截止充电电流.		
9	ISET	O	与地之间外接电阻, 设置恒流充电电流.		
10	CHG	O	EOC	CHG	描述
			高	低	正在充电
			低	高	充电完成
11	EOC	O	高	50%占空比	错误状态
			高	50%占空比	电池温度异常
12	DRI	O	栅极驱动管脚, HM4061 对双节电池进行充电时, 注意选择功率管的栅源耐压值, 保证功率管的栅源耐压值高于输入电压值		
13	AVIN	I	模拟电源输入		
14	PVIN	I	功率级电源输入		

功能框图

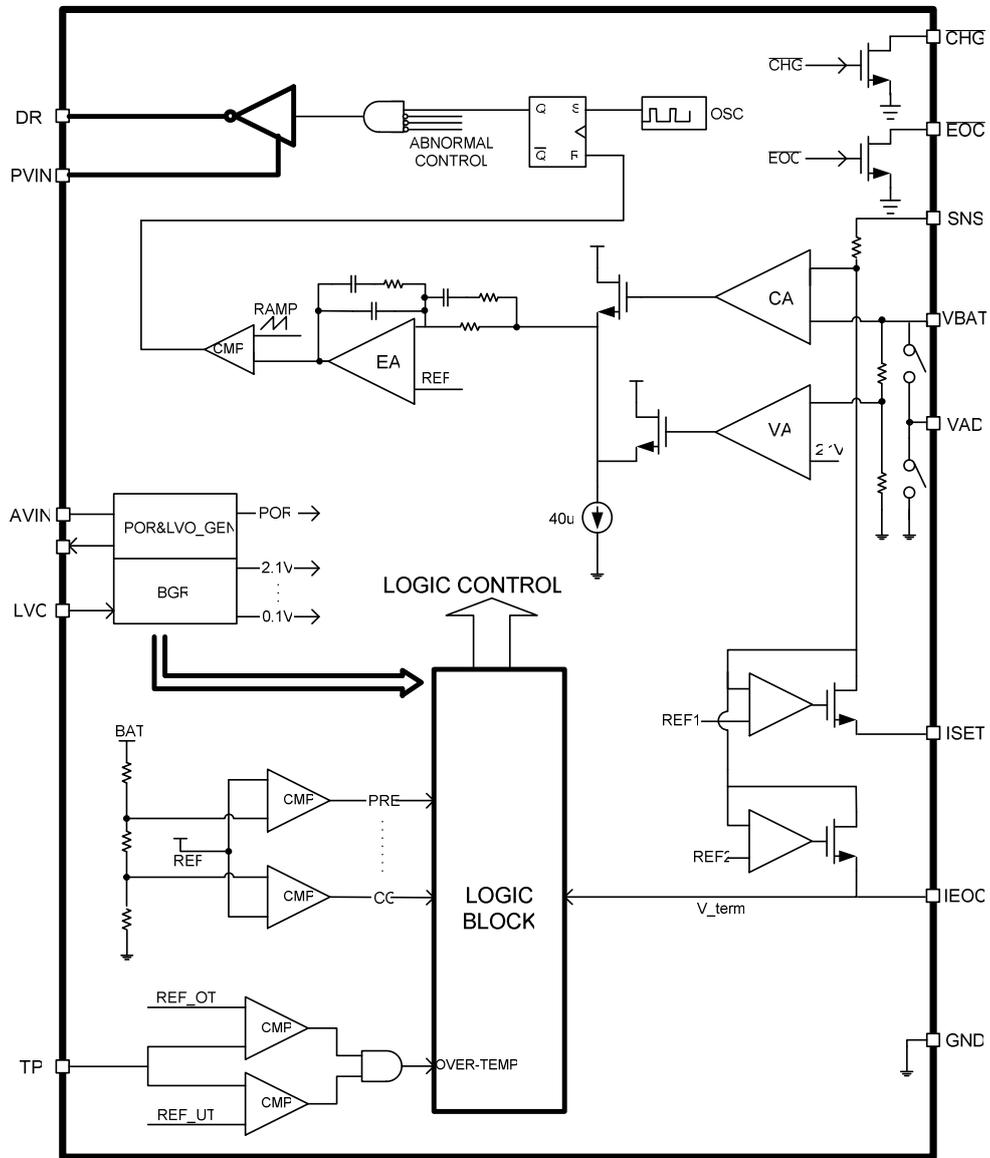


图 3. HM4061 功能框图

## 电学参数

$V_{IN}=9V, T_A=25^{\circ}C$ .

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围	$V_{IN}$		4.5		12	V
静态电流	$I_Q$				5	mA
电池反灌电流 <sup>(1)</sup>		$V_{BAT}=8.4V$		10		uA
<b>电压调整参数</b>						
满充电压	$V_{REG}$		4.135	4.175	4.225	V/cell
再充电电压	$V_{RCH}$			4.175		V/cell
<b>恒流充电</b>						
恒流充电电流范围	$I_{CC}$	$3V < V_{BAT}/cell < 4V$	200		2000	mA
检流电阻 $R_{SNS}$ 上的电压降精度 <sup>(2)</sup>	$V_{SNS}$	$0.1V < V_{SNS} < 0.2V$	-10%		+10%	
恒流充电设置电压	$V_{ISET}$			1		V
恒流充电电流设定比例	$K_{ISET}$			1000		V/A
<b>预充电电流</b>						
预充电电池电压阈值	$V_{LOWV}$			3		V/cell
预充电电流/恒流充电电流	$K_{PRE}$			1/5		
预充电设置电压	$V_{ISET}$			200		mV
预充电电流设定比例	$K_{ISET}$			1000		V/A
<b>充电截止检测</b>						
截止充电电流/恒流充电电流	$K_{TERM}$	$R_{IEOC}=2R_{ISET}$		1/10		
截止充电检测电压	$V_{IEOC}$			150		mV
<b>PWM</b>						
振荡器频率	$f_{OSC}$			400		KHz
占空比范围	D		0		100%	
<b>电池保护</b>						
输出短路检测电压	$V_{SHORT}$			2		V/cell
输出短路电流	$I_{SHORT}$			30		mA
<b>温度保护</b>						
NTC 低温阈值		$R_{NTC}=MFH103$ -3950(0°C)		60		% $V_{LVO}$
NTC 高温阈值		$R_{NTC}=MFH103$ -3950(50°C)		14		% $V_{LVO}$

(1) 输入可采用二极管或者 MOS 管防反.

(2) 为了保证充电电流设置精度, 可以设置  $R_{SNS}$  上的压降在恒流充电的时候高于 100mV. 但是如果压降设置过高会降低充电效率,  $R_{SNS}$  上的压降推荐设置在 100mV 到 200mV 之间.



## 功能概述

HM4061 采用电压模控制的 buck 结构，内部采用了输入电压前馈对电压环路和电流环路进行控制，前馈的引入能够提高系统的瞬态反应速度。电流和电压环路共用同一个误差放大器，采用了 III 型补偿。最大占空比可达到 100%。图 4 是典型的锂电池充电曲线。

外置功率管采用 P 型 MOS 管。芯片内部对功率管的驱动电压进行嵌位，使得功率管的栅源电压差不超过 8V，由于电压嵌位，因此可采用低阈值电压、低导通阻抗的 P 型 MOS 管，极大地提高了系统充电效率。

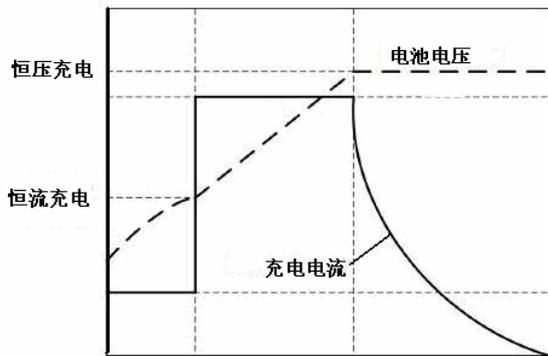


图 4. 电池充电曲线

## 充电过程

完整的充电过程可分为三个阶段：预充电、恒流充电(CC)、恒电压充电(CV)。当电池电压低于  $V_{Lowv}$ ，芯片对电池进行涓流充电，即预充电，充电电流为恒流充电的 1/5。如果预充电时间超过 30 分钟，将会触发“超时”信号，芯片停止充电。当电池电压高于  $V_{Lowv}$ ，将进入恒电流充电阶段。在恒流充电阶段，充电电流恒定，电池电压会快速上升。当充电电流开始下降，充电进入恒压充电阶段。当充电电流下降到  $I_{EOC}$  以下，HM4061 给出“充电结束”(EOC)信号，结束充电。

## 自动再充电

如果充电过程完成，电池和电源均为拔除，此时，如果电池由于自耗电或者其他方式开始放电，当电池放电至电池电压低于 4.1V/节，芯片会自动对电池进行重新充电。

## 充电状态指示

HM4061 有两个漏极开路的输出驱动端口： $\overline{CHG}$ 、 $\overline{EOC}$ ，分别接红色和绿色 LED 灯，表 1 描述了 LED 指示状态和充电状态的对应关系。

## NTC 检测电池包温度

如图 5。HM4061 内置 NTC 电阻窗口比较器，在电池包内的 NTC 电阻阻值随着电池温度的变化而变化，NTC

的阻值变化将通过 TP 输入到芯片内部，从而实现对电池的温度保护，保证电池工作在安全的温度范围内。

$R_T$  取适当的值，和 NTC 电阻一起对 LVO 进行分压输入到 TP 管脚。TP 的电压由  $R_T$  和 NTC 电阻的分压比例决定，因此会随着 NTC 阻值的变化而变化。当 TP 的电压超出内部窗口范围，HM4061 会停止充电。对典型的 10K 阻值的 NTC 电阻，在 50°C 时阻值为 4.2K，由此  $R_T$  可取 24K。如果要禁止温度保护功能，只需要用和  $R_T$  阻值相同的普通电阻代替 NTC 电阻。

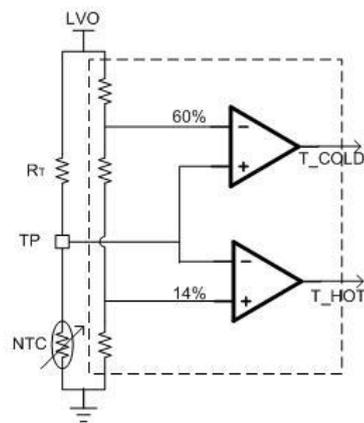


图 5. NTC 应用-1

用户也可以通过加两个外接电阻改变温度窗口值。如图 7， $R_{T1}$  的典型值 18K， $R_{T2}$  为 9.1K，电池的过温保护为 50°C。用户可以修改  $R_{T1}$  和  $R_{T2}$  的取值，从而设定不同的温度保护范围。

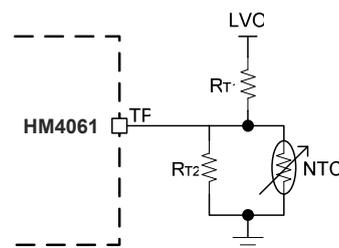


图 6. NTC 应用-2

## 电池检测

当电池包移除后，HM4061 会自动检测电池是否存在。在管脚 BAT 输出一个检测脉冲，HM4061 首先下拉一个电流  $I_{DISCHG}$ ，下拉时间为  $T_{DISCHG}$ ，检测 BAT 脚电压是否被拉低；然后，施加一个充电电流  $I_{CHG}$ ，时间为  $T_{CHG}$ ，检测 BAT 脚电压是否被拉高。如果电池存在，则 BAT 管脚的电压会维持不变，如果电池不存在，BAT 脚电压会在 0V 和  $V_{BAT}$  之间来回变化。为了正确检测电池，输出电容最好不要超过 150uF。

## 应用

### 设置恒流充电电流

通过设置  $R_{SNS}$  和  $R_{ISET}$  的值可以设定电池恒流充电电流,  $R_{ISET}$  为连接 ISET 管脚的外接电容, 首先选择检流电阻  $R_{SNS}$ . 为了兼顾电流检测精度和充电效率,  $R_{SNS}$  上的压降  $V_{SNS}$  最好设定在 100mV 到 200mV 之间.

$$R_{SNS} = \frac{V_{SNS}}{I_{CC}} \quad (1)$$

如果  $R_{SNS}$  计算值不是标准电阻值, 则取最接近的电阻值. 得到  $R_{SNS}$  的值后, 可以通过下面得公式计算  $R_{ISET}$ :

$$R_{ISET} = \frac{K_{ISET} \times V_{ISET}}{R_{SNS} \times I_{CC}} \quad (2)$$

( $K_{ISET}=1000$ )

$V_{ISET}$  是 ISET 管脚的电压, 内部设定为 1V.  $K_{ISET}$  是电流检测系数, 典型值为 1000.

例如, 如果设置恒流充电电流 1A, 首先选择  $V_{SNS}=100mV$ , 通过公式(1)可得到  $R_{SNS}=0.1\Omega$ . 然后通过公式(2)可得到  $R_{ISET}=10K\Omega$ .

### 设置预充电电流

预充电电流设计为恒流充电电流的 1/5. 恒流充电电流设置完毕, 预充电电流也同时设定完成.

### 充电截止电流设置

充电截止电流可通过 8 脚 (IEOC) 对地电阻进行设置, 推荐使用典型值, 客户可根据需求设置不同的值. 8 脚对地电阻值越大, 充电截止电流越小; 反之, 电阻值越小, 充电截止电流越大.

### 电感选择

电感上的电流纹波可以通过下式计算:

$$\Delta I = \frac{1}{L \times f_s} \left( \frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT} \quad (5)$$

$\Delta I$  为电感上的电流纹波值,  $f_s$  为 PWM 振荡频率.

从减小噪声上考虑,  $\Delta I$  一般取最大充电电流的 30%到 50%. 大多数应用场合, 电感可以取 10uH 或者 22uH.

### 输出电容选择

从环路稳定性上考虑, 电感和输出电容的选择要满足以下方程:

$$\frac{1}{2\pi \times \sqrt{L \times C}} \leq 12K \quad (6)$$

L、C 分别是电感值和输出电容值.

当选择更大的输出电容, 输出电压纹波会减小. 然而, 考虑到电池检测, 输出电容最好选择在 10uF 和 47uF 之间.

### 满充电压微调

满充电压可通过在管脚 VAD 和 BAT 之间、或者 VAD 到地之间连接电阻进行调整. 如图 7.

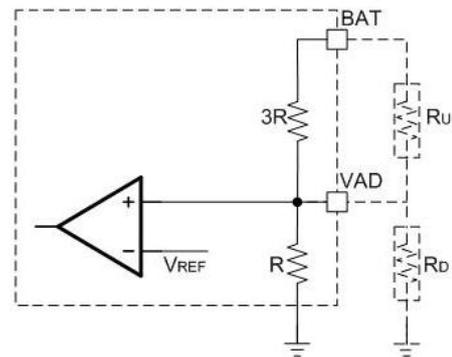


图 7. 满充电压微调

假设满充电压为  $V_F$ , 如果需要调整  $V_F$  到  $(V_F + \Delta V)$ , 需要在管脚 VAD 和 GND 之间接入电阻, 设为  $R_D$ .  $R_D$  可以按下式计算:

$$R_D = \frac{3R \times V_F}{4 \times \Delta V} \quad (7)$$

相应地, 可将  $V_F$  调整到  $(V_F - \Delta V)$ . 计算公式如下:

$$R_U = \frac{9R \times V_F}{4 \times \Delta V} - 3R \quad (8)$$

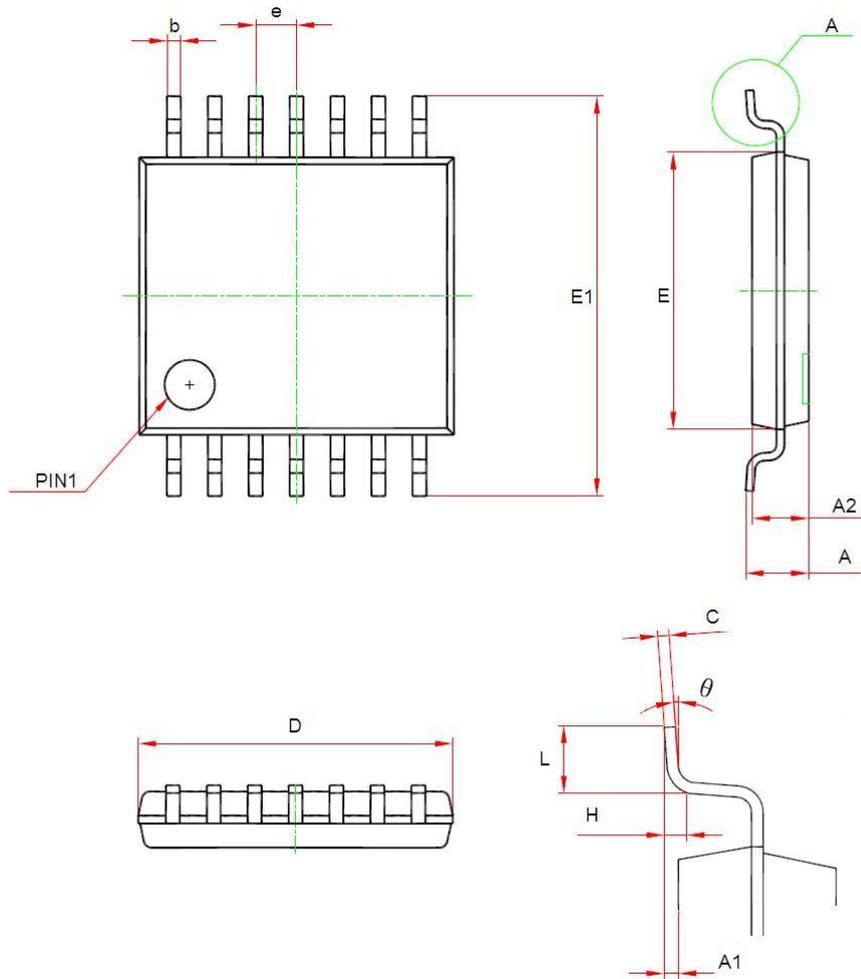
R 可通过测量管脚 VAD 到地之间的电阻获得.

$R=12.5k$ .

### PCB 版图建议

1. 电容尽量靠近相应的管脚, 特别是模拟输入脚的电容.
2. PVIN 可接 10uF 的电容稳压.
3. DRI 输出一个脉冲波, 为了减小辐射, 续流二极管、功率管和输入旁路电容走线尽量短.

封装



符号	毫米		英寸	
	最小	最大	最小	最大
D	4.900	5.100	0.193	0.201
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
A		1.200		0.047
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
e	0.65(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
θ	1°	7°	1°	7°