28V 1A 单节/内置 OVP 功能的锂电池充电 IC

特性

- 最高输入电压可达 28V
- 最低工作电压 3.8V
- 6.8V 输入过压保护（OVP）
- 电池端耐压 20V
- 电池反接保护
- 充电电流外部电阻可设置，最大可达 1A
- 恒流/恒压充电，具有充电速率最大化的热调节功能，芯片不会过热，同时充电电流最大
- 无需防倒充 MOSFET、检测电阻或隔离二极管
- 浮充电压精度达到±1%
- 充电状态显示，故障状态显示
- 1C/10 充电终止，自动再充电
- 2.9V 涓流充电门限
- 软启动，限制浪涌电流
- 采用 ESOP8、DFN2x2-8L、DFN3x3-8L 封装

应用领域

- 备用电源/移动电源
- 移动电话、PDA、GPS
- MP3、MP4 播放器
- 数码相机、电子词典
- 便携式设备、各种充电器

概述

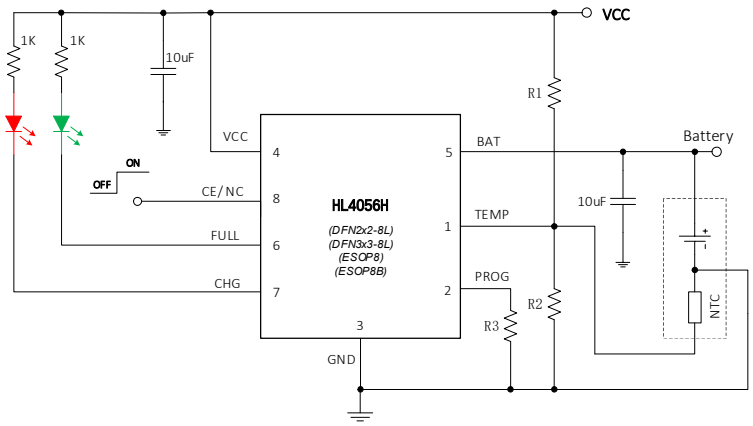
HL4056H 是一款完整的采用恒定电流/恒定电压的高压、大电流、单节锂离子电池线性充电 IC。最高耐压可达 28V，6.8V 自动过压保护，充电电流最大可达 1A。输入最低工作电压 3.8V，满足客户动态调整输入电压的需求，降低充电功耗，提高整体效率。

由于采用了内部 PMOS 架构，加上防反充电路，不需要外部隔离二极管。热反馈可对充电电流进行自动调节，可以在大功率应用或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。HL4056H 提供了 4.15V、4.35V 三种浮充电压供客户选择， 充电电流可通过一个电阻进行外部设置。当电池电压达到浮充电压时，充电电流逐渐下降，当充电电流降至设定值 1/10 时，将自动终止充电过程。

当输入电压（交流适配器或 USB 电源）掉电时，HL4056H 自动进入一个低电流状态，将电池漏电流降至 1uA 以下。

HL4056H 的其他特点包括热管理、欠压保护、自动再充电和两个用于指示充电和充电结束的 LED 状态引脚。

典型应用电路

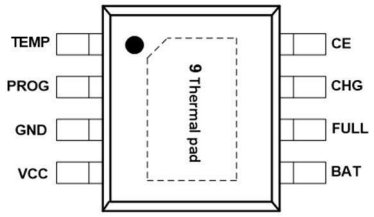


HL4056H ESOP8/ESOP8B/DFN2x2-8L/DFN3x3-8L 典型应用原理图

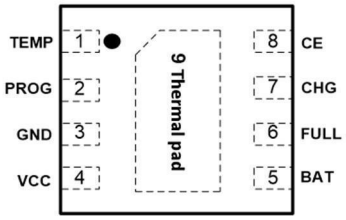
订购信息

型号	封装	电压版本	环境温度	卷带数量
HL4056H-4.15V	ESOP8	4.15V	-40~85℃	4000
HL4056H-4.2V		4.2V		
HL4056H-4.35V		4.35V		
HL4056HB-4.15V	ESOP8B	4.15V	-40~85℃	4000
HL4056HB-4.2V		4.2V		
HL4056HB-4.35V		4.35V		
HL4056HF3D-4.15V	DFN3x3-8L	4.15V	-40~85℃	5000
HL4056HF3D-4.2V		4.2V		
HL4056HF3D-4.35V		4.35V		
HL4056HF2D-4.15V	DFN2x2-8L	4.15V	-40~85℃	4000
HL4056HF2D-4.2V		4.2V		
HL4056HF2D-4.35V		4.35V		

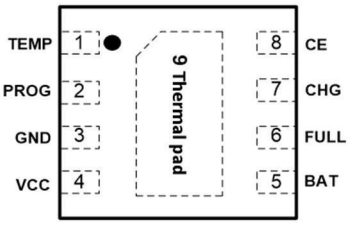
引脚分布图



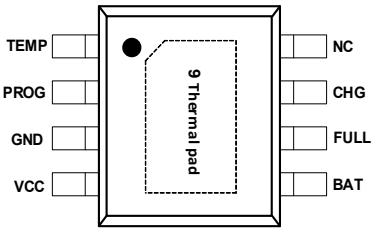
ESOP8封装



DFN2x2-8L封装



DFN3x3-8L封装



ESOP8B 封装

引脚功能描述

引脚序号 ESOP8/ESOP8B DFN2x2-8L DFN3x3-8L	引脚名称	输入/输出	功能描述

1	TEMP	输入	电池温度检测引脚。外接电池 NTC 传感器输出，当 TEMP<45%Vcc， TEMP>80%Vcc,充电暂停；TEMP接地，此功能被禁用，其他功能正常
2	PROG	输入	恒流充电电流设置及充电电流监视端
3	GND	电源地	电源地
4	VCC	电源输入	电源输入端
5	BAT	输出	电池正极连接端
6	FULL	输出	充电完成指示端。当充电完成，该引脚被内部电路拉成低电平；其余状态，该引脚为高阻态
7	CHG	输出	充电指示端。当充电进行时，该引脚被内部电路拉成低电平，其余状态，该引脚为高阻态
8	CE/NC	输入/空脚	芯片使能输入端。输入高电平时，芯片正常工作；输入低电平时，芯片停止工作；悬空时芯片为正常工作状态。
9	Thermal pad	/	散热焊盘必须连接到 GND，并焊接到大面积 PCB 敷铜上以实现最大散热。

绝对最大额定

符号	描述		额定值	单位
V_{CC}	输入电源电压		-0.3~28	V
V_{BAT}	BAT 电压		-5~20	V
V_{CHG}, V_{FULL}, V_{TEMP}	CHG 、FULL、TEMP 电压		-0.3~27	V
V_{PROG}, V_{CE}	PROG、CE 电压		-0.3~7	V
I_{BAT}	BAT 引脚电流	ESOP8/ESOP8B，DFN3x3-8L	1000	mA
		DFN2x2-8L	900	
P_{DMAX}	最大耗散功率	ESOP8/ESOP8B	2	W
		DFN2x2-8L	1	
		DFN3x3-8L	1.5	
$R_{\theta JA}$	管芯至周围环境热阻	ESOP8/ESOP8B	60	℃/W
		DFN2x2-8L	100	
		DFN3x3-8L	67	
T_J	最大结温		-40~150	℃
T_A	环境温度		-40~85	℃
T_{STG}	存储温度范围		-55~150	℃
T_{SOLDER}	焊接温度条件		260℃, 10s	

Note 1: *超过此限值会损坏芯片。长期工作在最大绝对值的条件下会降低芯片的使用寿命和可靠性*

推荐工作条件

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	输入电压范围	3.8	---	25	V
I_{BAT}	充电电流范围	100	---	1000*[Note2]	mA
R_{PROG}	电流设定电阻范围	1	---	10	KΩ

Note 2: *由封装的最大允许功耗，PCB 散热条件和热调整功能决定。*

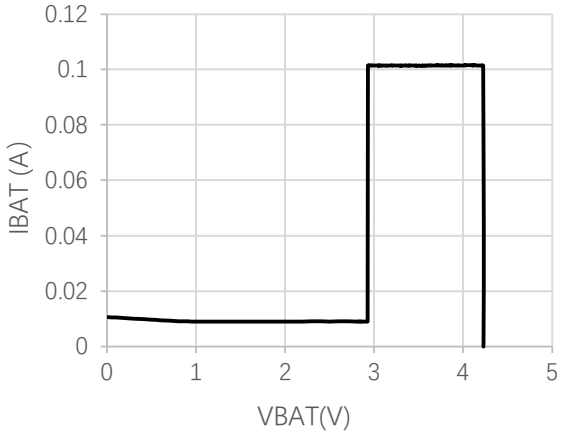
电气参数表

V_{CC}=5V，V_{BAT}=3.8V，T_A=25℃的条件下测试，除非另有说明。

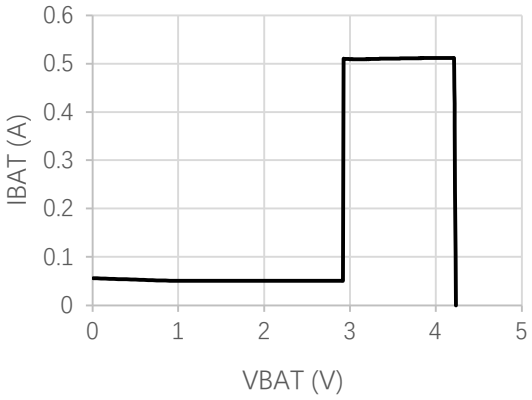
符号	项目	条件		最小	典型	最大	单位
V_{CC}	输入电源电压	---		3.8	5	25	V
V_{UV}	VCC 欠压保护门限	V_{CC} 从低至高		3.25	3.4	3.75	V
V_{UVHYS}	VCC 欠压保护迟滞	---		---	200	---	mV
V_{OVP}	输入过压保护（上升）	---		6.35	6.8	7.2	V
I_{CC}	输入电源电流	充电模式，R_{PROG} = 10K		---	165	---	μA
		待机模式（充电终止）V_{BAT}=4.5V		---	140	---	μA
		关机模式（CE=L）		---	6	---	μA
V_{FLOAT}	稳定输出（浮充）电压	I_{BAT} = 30mA, R_{PROG} = 10K	4.15V(定制)	4.108	4.15	4.191	V
			4.2V	4.158	4.2	4.242	V
			4.35V(定制)	4.306	4.35	4.394	V
I_{BAT}	BAT引脚电流	充电模式（R_{PROG} =10K）		90	100	110	mA
		充电模式（R_{PROG} =2K）		450	500	550	mA
		充电模式（R_{PROG} =1K）		900	1000	1100	mA
		待机模式(充电终止)V_{BAT}=4.5V		---	4	---	μA
		关机模式（CE=L）		---	---	1	μA
I_{TRIKL}	C/10涓流充电电流	V_{BAT}<V_{TRIK}，R_{PROG} =10K		8	10	12	mA
		V_{BAT}<V_{TRIK}，R_{PROG} =2K		40	50	60	mA
		V_{BAT}<V_{TRIK}，R_{PROG} =1K		80	100	120	mA
V_{ASD}	VCC-VBAT保护门限电压	V_{CC} 上升，R_{PROG}=100K		---	120	---	mV
		V_{CC} 下降，R_{PROG} =100K		---	90	---	mV
I_{TERM}	C/10终止电流门限	R_{PROG} =10K		---	10	---	mA
		R_{PROG} =2K		---	50	---	mA
		R_{PROG} =1K		---	100	---	mA
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压	R_{PROG}=2K，V_{BAT} 上升	4.15V(定制)	2.73	2.87	3.01	V
			4.2V	2.76	2.9	3.05	V
			4.35V(定制)	2.79	2.94	3.09	V
V_{TEMP_H}	TEMP 引脚高端翻转电压	---		---	80	---	%V_{CC}
V_{TEMP_L}	TEMP 引脚低端翻转电压	---		---	45	---	%V_{CC}
V_{CHG}	CHG 引脚输出低电压	I_{CHG} = 5mA		---	---	0.4	V
V_{FULL}	FULL 引脚输出低电平	I_{FULL} = 5mA		---	---	0.4	V
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	V_{FLOAT} - V_{RECHRG}		---	100	---	mV
T_{LIM}	限定温度模式中的结温	---		---	140	---	°C
V_{CEH}	CE 引脚高端翻转电压	CE 上升		1.5	---	---	V
V_{CEL}	CE 引脚低端翻转电压	CE 下降		---	---	0.4	V

典型工作特性

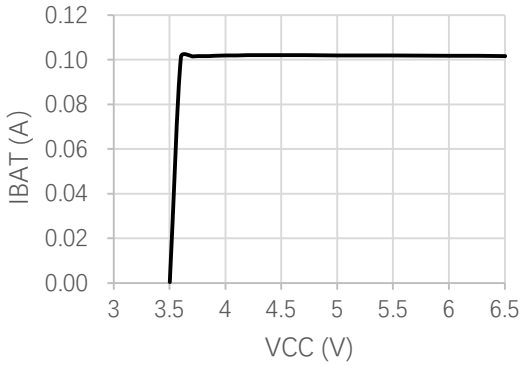
IBAT vs VBAT
(V_{CC}=5V, R_{PROG}=10K)



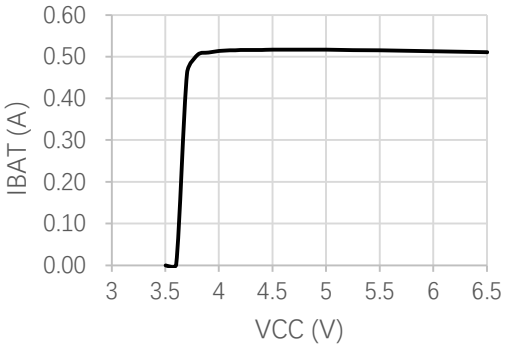
IBAT vs VBAT
(V_{CC}=5V, R_{PROG}=2K)



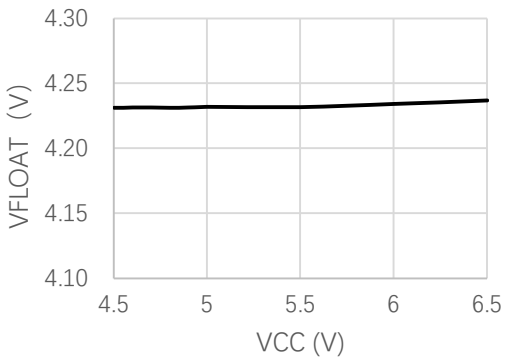
IBAT vs VCC
(V_{BAT}=3.2V, R_{PROG}=10K)



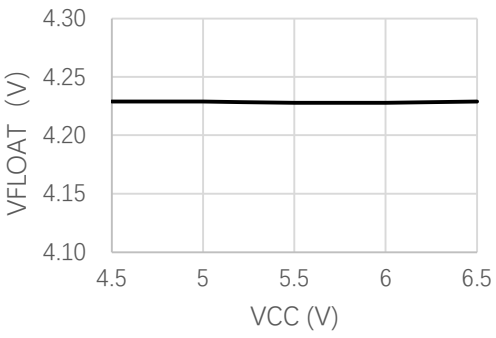
IBAT vs VCC
(V_{BAT}=3.2V, R_{PROG}=2K)



V_{FLOAT} vs V_{CC}
(R_{PROG}=10K, I_{BAT}=20mA)



V_{FLOAT} vs V_{CC}
(R_{PROG}=2K, I_{BAT}=80mA)



应用说明

HL4056H 是专门为一节锂离子或锂聚合物电池而设计的线性充电器芯片，利用芯片内部的功率晶体管对电池进行恒流和恒压充电。充电电流可以用外部电阻编程设定，最大持续充电电流可达 1A。HL4056H 包含两个漏极开路输出的状态指示输出端，充电状态指示端 CHG 和充满状态指示输出端 FULL, FULL 同时还具有故障状态指示功能。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 T_{LIM} 时自动降低充电电流，这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的带载能力，不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

当输入电压大于电源低电压检测阈值时,HL4056H开始对电池充电, CHG 管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于 V_{TRIKL}，充电器用小电流对电池进行预充电。当电池电压超过 V_{TRIKL} 时，充电器采用恒流模式对电池充电，充电电流由 PROG 管脚和 GND 之间的电阻 R_{PROG} 确定。当电池电压接近 V_{FLOAT} 电压时，充电电流逐渐减小，HL4056H进入恒压充电模式。当充电电流减小到充电结束阈值时，充电周期结束，CHG 端输出高阻态，FULL 端输出低电位。

充电电流结束阈值是恒流充电电流的 10%。当电池电压降到再充电电压阈值以下时，自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，确保电池端调制电压的精度在 1%以内，满足了锂离子电池和锂聚合物电池的要求。

当输入电压掉电或者输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于 1uA，从而增加了待机时间。

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来设定的。设定电阻和充电电流采用下列公式来计算：根据需要的充电电流来确定电阻阻值，

$$R_{\mathrm{PROG}} = \frac{1000}{I_{BAT}}$$

客户应用中，可根据需求选取合适大小的 R_{PROG}。R_{PROG} 与充电电流的关系确定可参考下表：

R_{PROG} (K)	I_{BAT} (mA)
10	100
5	200
3.33	300
2.5	400
2	500
1.67	600
1.43	700
1.25	800
1.11	900
1	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。当 PROG 引脚电压降至 150mV (typ.)以下的时间超过 T_{TERM} 时，充电被终止,HL4056H 进入待机模式，此时输入电流降至 140uA (typ.)。

芯片设计了防止负载瞬间跳变造成的误关断功能。终止比较器上的 1ms 滤波时间（T_{TERM}）确保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,HL4056H即终止充电循环，不再输出电流到 BAT 上。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,HL4056H对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到 V_{RECHRG} 的再充电门限以下，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。图 1 示出了一个典型充电循环的状态图。

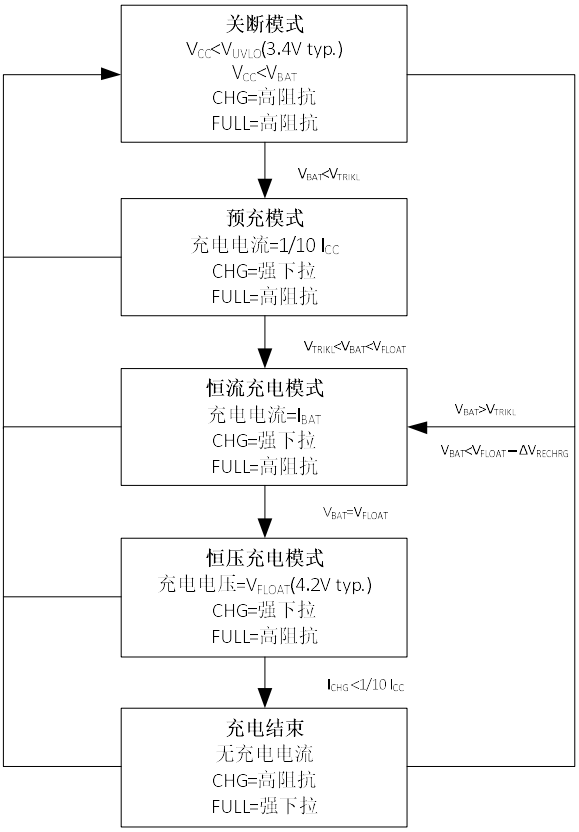


图 1：一个典型充电循环的状态图

热限制

如果芯片温度升至预设值 T_{LIM} 以上时，则内部热反馈环路将减小设定的充电电流。该功能可防止 HL4056H 过热，并允许用户提高给定电路板的带载能力而不会损坏 。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。

欠压保护

内部欠压保护电路对输入电压进行监控， 并在 VCC 升至欠压保护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 V_{ASD} 之前充电器将不会退出停机模式。

如果 HL4056H处于欠压保护模式，则 CHG 和 FULL 引脚呈高阻抗状态。该模式进入的条件是 VCC 高出 BAT 引脚电压的幅度不足 V_{ASD}，或者 VCC 引脚上的电压低于 UVLO 门限。

自动再充电

一旦充电循环被终止，HL4056H立即采用一个具有 $t_{RECHARGE}$ 滤波时间的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压下降约 ΔV_{RECHRG}（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的需要。在再充电循环过程中，CHG 引脚处于一个强下拉状态。

热设计

由于电路封装的外形尺寸很小，因此，需要采用一个热设计精良的 PCB 布局以最大幅度地增加可使用的充电电流，这一点非常重要。用于耗散 IC 所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过引脚到达 PCB 铜箔，PCB 铜箔为散热器。 VCC、BAT 相连的铜箔面积应尽可能地宽阔，并向外延伸至较大的铜箔，以便将热量散播到周围环境中。至内部或背部铜电路层的通孔在改善充电器的总体热性能方面也是颇有用处的。当进行 PCB 布局设计时，电路板上与充电器无关的其他热源也是必须予以考虑的，因为它们将对总体温升和最大充电电流有所影响。

充电电流软启动

HL4056H设计了用于在充电循环开始时最大限度地减小涌入电流的软启动电路。在启动过程中，这能够起到最大限度地减小电源上的瞬变电流负载的作用。

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 引脚浮空）来把 HL4056H置于暂停充电模式，此时充电电流会减小到 0；重新连接 R_{PROG} 可启动一个新的充电循环。此手动停机模式下，BAT 端只有一个很小的漏电流。

电池反接保护

HL4056H 设计了电池反接保护电路，可以有效防止生产组装过程中因电池反接造成的芯片损坏。

充电状态指示器(CHG 和 FULL)

HL4056H有两个漏极开路状态指示输出端，CHG和FULL。如果接LED灯，低电平的时候灯会亮，高阻态时灯会灭。

在 TEMP 端口典型接法使用时，电池温度监测生效。当电池没有接到充电器时，CHG 输出脉冲信号表示没有安装电池；当电池的温度处于正常温度范围之外，CHG 和 FULL 管脚都输出高阻态。

在 TEMP 端接 GND 时，电池温度监测不生效。当电池没有接到充电器时，CHG 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 10uF 时 CHG 闪烁频率为 0.25Hz-1Hz。当不用状态指示功能时，将不用的状态指示输出端接到地。

状态指示的功能请参考下表:

引脚	状态	FULL	CHG	描述
VCC	$V_{CC}<V_{UVLO}$	灭	灭	故障
	$V_{CC}<V_{ASD}+V_{BAT}$	灭	灭	故障
	$V_{ASD}+V_{BAT}<=V_{CC}<OVP$	灭	亮	充电
	$V_{CC}>=OVP$	灭	灭	故障
	VCC 悬空	灭	灭	不充电
VBAT	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$	灭	亮	充电
	$V_{BAT}>= V_{TRIKL}$	灭	亮	充电
	$V_{BAT}>V_{CC}-V_{ASD}$	灭	灭	故障
	BAT 短路	灭	亮	充电
	BAT 悬空	亮	闪	无电池
IBAT	$I_{BAT}=0$	亮	灭	充电结束
	$0< I_{BAT} <1/10C$	亮	亮	无电池
	$I_{BAT} >1/10C$	灭	亮	充电
PROG	PROG 先开路，然后 VCC 上电	灭	灭	故障
	PROG 充电过程中开路	灭	灭	中断电流
	PROG 先短路，然后 VCC 上电	灭	灭	故障
	PROG 充电过程中短路	亮	亮	故障

确定 R1 和 R2 的值

R1 和 R2 的值要根据电池的温度监测范围和热敏电阻的电阻值来确定，现举例说明如下：假设设定的电池温度范围为 T_L～T_H，（其中 T_L＜T_H)；电池中使用的是负温度系数的热敏电阻（NTC），R_{TL} 为其在温度 T_L 时的阻值，R_{TH} 为其在温度 T_H 时的阻值，则 R_{TL}＞R_{TH}，那么，在温度 T_L 时，第一管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{\mathrm{TEMPL}} = \frac{R_2 || R_{TL}}{R_1 + R_2 || R_{TL}} \times VIN$$

在温度 T_H 时，第一管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{\mathrm{TEMPH}} = \frac{R_2 || R_{TH}}{R_1 + R_2 || R_{TH}} \times VIN$$

然后，由 V_{TEMPL}＝V_{HIGH}＝K2×V_{CC} (K2=0.8)

V_{TEMPH}＝V_{LOW}＝K1×V_{CC} (K1=0.45)

则可解得： $\mathrm{R_1} = \frac{\mathrm{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}}{\mathrm{(R_{TL}-R_{TH})K_1K_2}}$

$$\mathrm{R_2} = \frac{\mathrm{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}}{\mathrm{R_{TL}(K_1-K_1K_2)-R_{TH}(K_2-K_1K_2)}}$$

同理，如果电池内部是正温度系数（PTC） 的热敏电阻，则 R_{TL}＜R_{TH}，我们可以计算得到：

$$\mathrm{R_1} = \frac{\mathrm{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}}{\mathrm{(R_{TH}-R_{TL})K_1K_2}} \mathrm{R_2} = \frac{\mathrm{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}}{\mathrm{R_{TH}(K_1-K_1K_2)-R_{TL}(K_2-K_1K_2)}}$$

从上面的推导中可以看出，待设定的温度范围与电源电压 V_{CC} 是无关的，仅与 R1、R2、R_{TH}、R_{TL} 有关；其中，R_{TH}、R_{TL} 可通过查阅相关的电池手册或通过实验测试得到。在实际应用中，若只关注某一端的温度特性，比如过热保护，则 R2 可以不用，而只用 R1 即可。R1 的推导也变得简单，在此不再赘述。

HL4056H TEMP 电阻计算举例

：TEMPL=-7℃，TEMPH=50℃

已知：

TS1（K1）	0.45	内部设置
TS2（K2）	0.8	内部设置

输入 NTC 电阻值

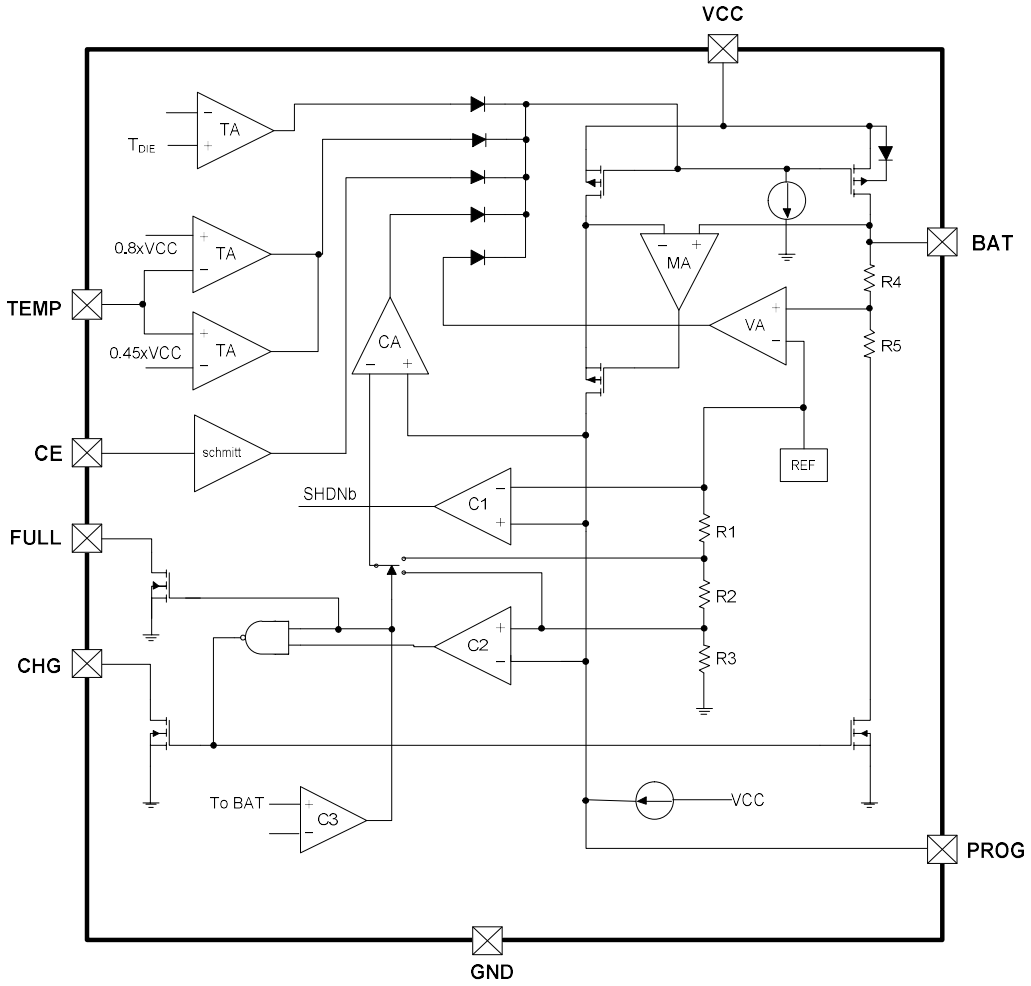
(查表 muRata NCP15XH103F03RC)

RTL	37, 073.00	-7℃
RTH	4, 161.00	50℃
R25℃	10, 000.00	

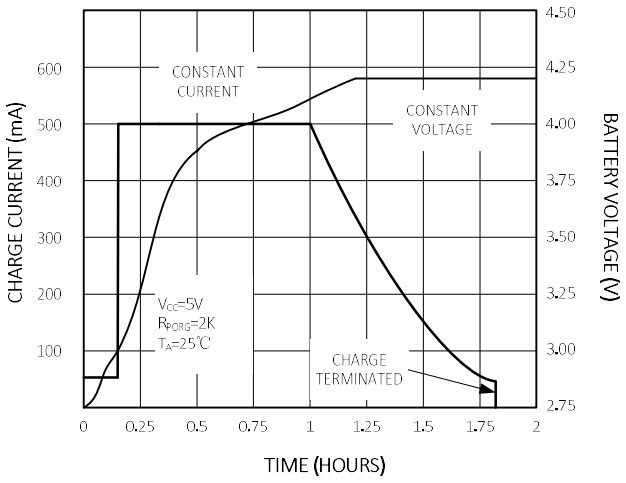
输出计算结果

R1	4, 556.87
R2	35, 857.20

功能方框图

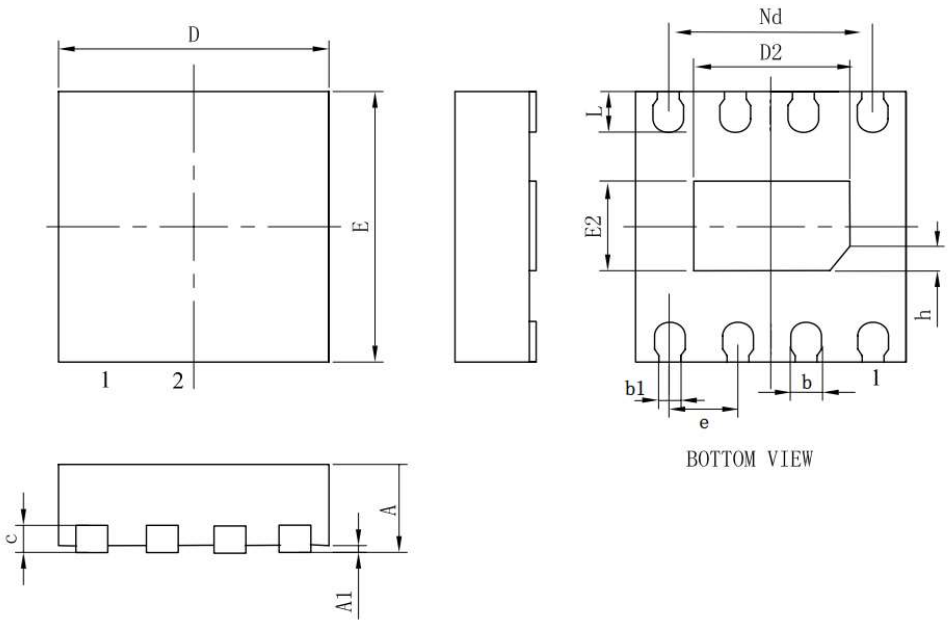


典型完整充电曲线



封装外形及尺寸图

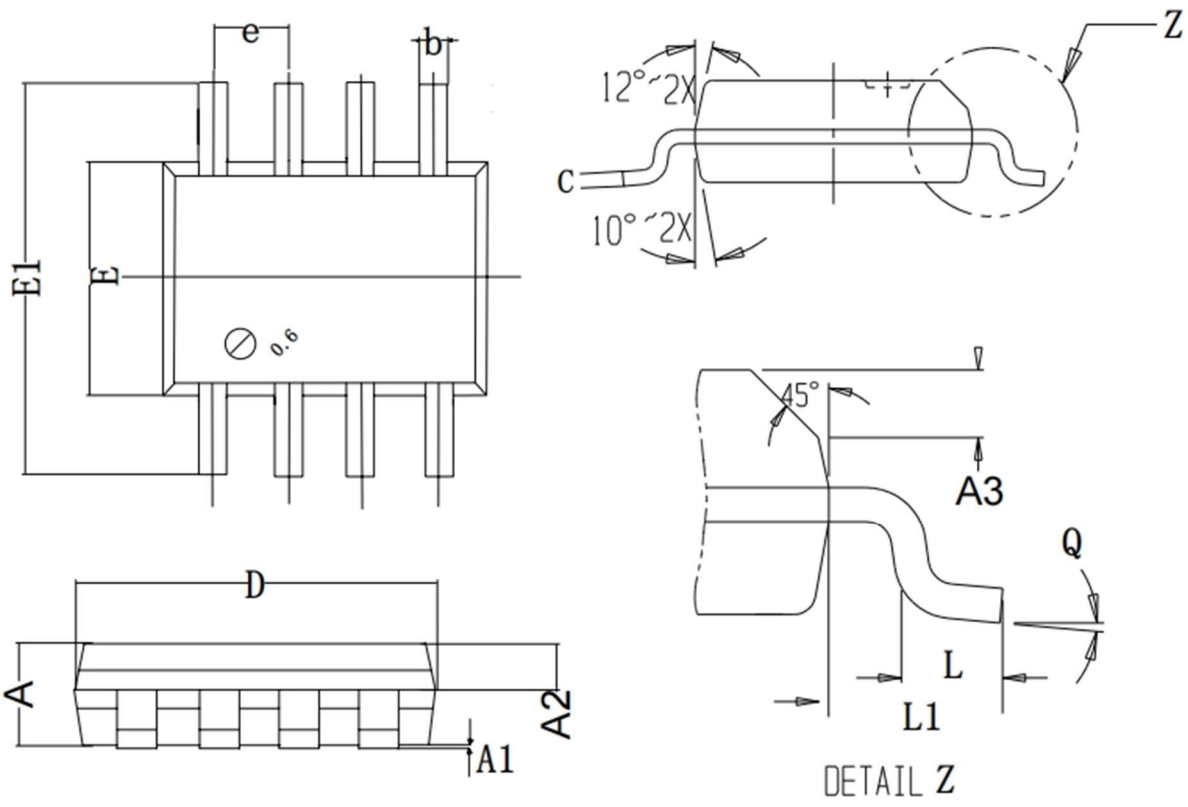
DFN2x2-8L



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	MID	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.24	0.29	0.34
b1	0.13	0.18	0.23
c	0.18	0.20	0.25
D	1.95	2.00	2.05
D2	1.10	1.20	1.30
e	0.50BSC		
Nd	1.50 BSC		
E	1.95	2.00	2.05
E2	0.60	0.70	0.80
L	0.20	0.30	0.40
h	0.15	0.20	0.25
载体尺寸（mil）	43*70		

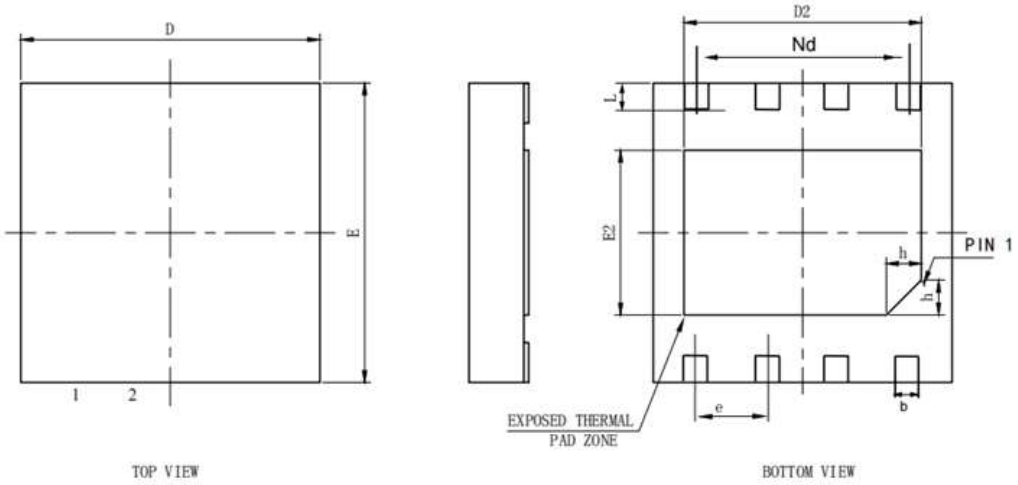
ESOP8/ESOP8B

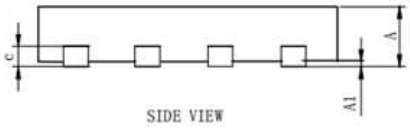
:



COMMON DIMENSIONS CUNITS MEASURE=MILLIMETER			
SYMBOL	MIN	MID	MAX
A	1.35	1.45	1.55
A1	0.00	0.05	0.10
A2	0.65	0.70	0.75
A3	0.35	0.40	0.45
b	0.35	0.40	0.45
c	0.18	0.20	0.22
D	4.70	4.90	5.10
e	-	1.27TYP	-
E1	5.80	6.10	6.20
E	3.80	3.90	4.00
L	0.40	0.60	0.80
Q	0°	/	8°
M	3.10	3.20	3.30
N	2.20	2.30	2.40
L1	1.05REF		

DFN3x3-8L





SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	MID	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
c	0.18	0.20	0.25
D	2.90	3.00	3.10
D2	2.20	2.30	2.40
e	0.65BSC		
E	2.90	3.00	3.10
E2	1.40	1.50	1.60
L	0.20	0.25	0.30
h	0.30	0.35	0.40
Nd	1.95BSC		
L/F载体尺寸	2.70*2.10		