

概述

4056H 是一款线性锂电池充电管理芯片，其输入耐压可达 30V，并具备 OVP 保护功能，采用恒流/恒压充电模式。

该芯片采用内部 PMOSFET 架构，内置防倒充电路，无需额外增加外部二极管。热反馈机制能够自适应调节充电电流，尤其在大功率应用场景或高环境温度条件下，会对芯片的充电电流加以限制。其充满截止电压设有 4.2V 和 4.35V 两个规格。

充电电流可通过 Prog 脚的外接电阻对进行外部调节。当充电电流达到最终浮充电压后降至设定值的 1/10 时，芯片会自动终止恒压充电过程。当输入电源移除，芯片将自动进入低功耗模式，此时电池端漏电流可降至 0.1 μ A 以下。4056H 采用底部带有散热片 ESOP8、DFN2x2-8L、DFN3x3-8L 三种封装形式。

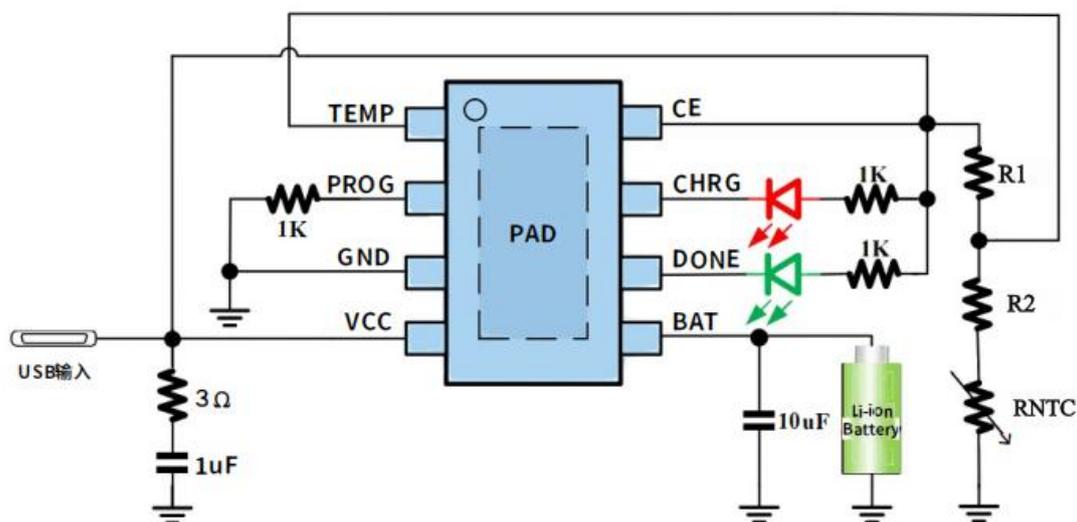
特点

- 输入电源端口最高耐压 30V
- BAT 端口最高耐压 20V
- OVP 保护电源：6.8V
- 自适应充电，采用恒流 / 恒压充电模式，支持最高 1000mA 的可编程充电电流
- 预设充电电压精度 $\pm 1\%$
- 集成电池温度监测功能 (NTC)
- 充电状态双输出、无电池和故障状态显示
- C/10 终止充电
- 2.9V 涓流充电，40%涓流充电电流
- 软启动功能，有效抑制浪涌电流
- BAT 反接保护

应用

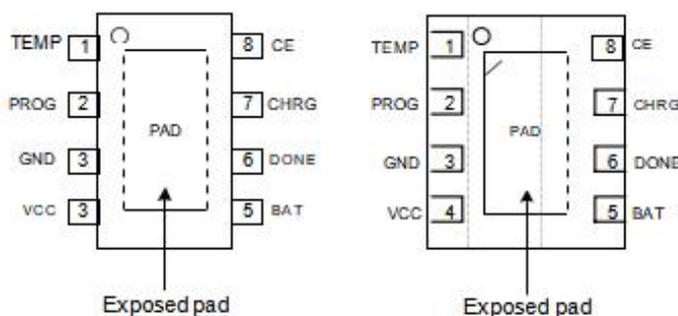
- 单节锂电池供电设备

典型应用



引脚描述

No	Pin Name	Pin Function
1	TEMP	电池温度检测输入端
2	PROG	充电电流外部编程设置端
3	GND	芯片地
4	VCC	电源输入端
5	BAT	电池连接端
6	/STDBY	充电完成指示端
7	/GHRG	充电指示端
8	CE	芯片使能输入端



订购信息

Device	Device Marking	Voltage	Device Package	Quantity
HL4056H-E42	4056H	4.2V	ESOP8	4000
HL4056H-E43	4056H	4.35V	ESOP8	4000
HL4056H-D42	4056H	4.2V	DFN2x2-8L	3000
HL4056H-D43	4056H	4.35V	DFN2x2-8L	3000

绝对最大电参额定值

Parameter	Symbol	Maximum Rating	Unit
输入电压	V_{CC}	-0.3 ~ 30	V
PROG 电压	V_{PROG}	-0.3 ~ 10	V
BAT 电压	V_{BAT}	-4.35 ~ 20	V
CHRG 电压	V_{CHARG}	-0.3 ~ 36	V
STDBY 电压	V_{STDBY}	-0.3 ~ 36	V



CE 电压	V_{CE}	-0.3 ~ 36	V
TEMP 电压	V_{TEMP}	-0.3 ~ 36	V
BAT 电流	I_{BAT}	1200	mA
PROG 电流	I_{PROG}	1200	uA
最大结温	T_J	165	°C
存储温度	T_s	-55 ~ 150	°C
焊接引脚温度	焊接时间 < 10S	260	°C

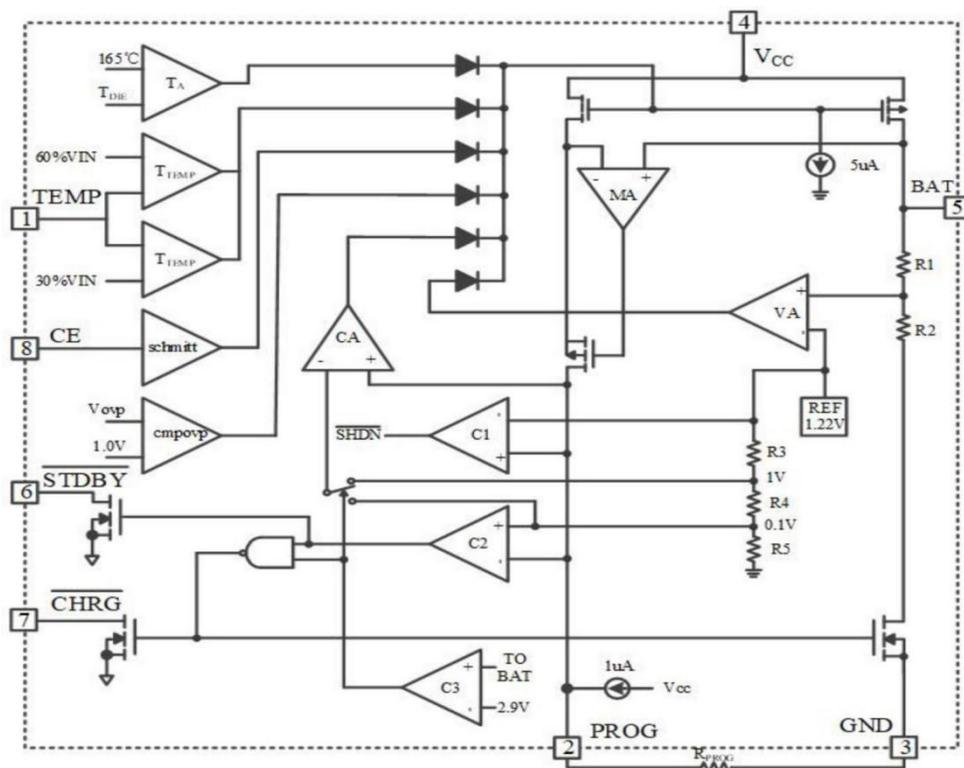
电参特性 ($T_A=25^{\circ}C, V_{CC}=5V$)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
输入电源电压	V_{CC}	-	-	5	-	V
输入电源最大耐压	V_{ACC}		-	30	-	V
输入电源 OVP 电压	V_{OVP}	从 V_{CC} 低至高	-	6.8	-	V
输入电源 OVP 迟滞电压	ΔV_{OVP}		-	450	-	mV
输入电源电流	I_{CC}	充电模式, $R_{PROG}=1K$ 待机模式 (充电终止) 停机模式 (R_{PROG} 未连, $V_{CC}<V_{BAT}$, $V_{CC}<V_{UV}$)	-	80 80 65	-	μA
稳定输出 (浮充) 电压	V_{FLOAL}	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	-		-	V
BAT 引脚电流: (电流模式测试条件是 $V_{BAT}=4V$)	I_{BAT}	$R_{PROG}=2K$, 电流模式 $R_{PROG}=1K$, 电流模式 待机模式, $V_{BAT}=V_{FLOAL}$ 停机模式, (R_{PROG} 未连) 睡眠模式, $V_{CC}=0V$	-	500 1000 -2 ± 1 -1	-6 ± 2 -2	mA μA
涓流充电电流	I_{TRIKL}	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$ $R_{PROG}=1K$	-	400	-	mA
涓流充电门限电压	V_{TRIKL}	$R_{PROG}=1K$, V_{BAT} 上升	-	2.8	-	V
涓流充电迟滞电压	V_{TRHYS}	$R_{PROG}=1K$	-	150	-	mV
V_{CC} 欠压闭锁门限	V_{UV}	从 V_{CC} 低至高	-	3.8	-	V
V_{CC} 欠压闭锁迟滞	V_{UVHYS}		-	280	-	mV
$V_{CC}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{ASD}	V_{CC} 从低到高 V_{CC} 从高到低	-	140 100	-	mV
C/10 终止电流门限	I_{TERM}	$R_{PROG}=2K$	-	50	-	mA



		$R_{PROG}=1K$		120		
PROG 引脚电压	V_{PROG}	$R_{PROG}=1K$, 电流模式	0.9	1	1.1	V
/CHRG 引脚输出低电压	V_{CHRG}	$I_{CHRG}=5mA$	-	0.5	-	V
/STDBY 引脚输出低电平	V_{STDBY}	$I_{STDBY}=5mA$	-	0.5	-	V
TEMP 引脚高端翻转电压	V_{TEMP-H}		-	60	-	% V_{CC}
TEMP 引脚低端翻转电压	V_{TEMP-L}		-	30	-	% V_{CC}
再充电电池门限电压	ΔV_{RECHRG}	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$	-	95	-	mV
限定温度模式中的结温	T_{LIM}		-	150	-	$^{\circ}C$
功率 FET“导通”电阻 (在 V_{CC} 与 BAT 之间)	R_{ON}		-	700	-	$m\Omega$
软启动时间	tss	$I_{BAT}=0$ 至 I_{BAT} 设定值	-	20	-	μs
再充电比较器滤波时间	$T_{RECHARGE}$	V_{BAT} 高至低	-	1	-	ms
终止比较器滤波时间	T_{TERM}	I_{BAT} 降至 $I_{CHARGE}/10$ 以下	-	1.2	-	ms
PROG 引脚上拉电流	I_{PROG}		-	1	-	μA

拓扑框图





工作原理

4056H 是专门为单节锂离子或锂聚合物电池而设计的线性充电器电路，利用芯片内部的功率晶体管对电池进行涓流、恒流和恒压充电。充电电流可以通过外部电阻编程设定，最大持续充电电流可达 1A，不需要额外增加二极管和电流检测电阻。4056H 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/CHRG 和电池充电完成指示输出端/STDBY。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 150°C 时自动降低充电电流，用户最大限度的利用芯片的功率处理能力，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和芯片使能输入端接高电平时，4056H 开始对电池充电，CHRG 管脚输出低电平，表示充电正在进行。
- 当电池电压低于 2.8V 时，4056H 采用涓流对电池进行预充电。
- 当电池电压超过 2.8V 时，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 RPROG 确定。
- 当电池电压接近 4.2V 时，充电电流逐渐减小，4056H 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，CHRG 端输出高阻态，STDBY 端输出低电位。
- 充电结束阈值是恒流充电电流的 10%，当电池电压降到再充电阈值以下时，自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，误差放大器和电阻分压网络确保电池端调制电压的精度在 1% 以内，满足锂离子电池和锂聚合物电池的要求。
- 当输入电压掉电时，进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于 0.1uA，从而增加了待机时间。如果将使能输入端 CE 接低电平，充电器停止充电。

输入电源电压 OVP

- 具有输入电源电压 OVP 功能，在 VCC 输入电压达到 6.8V 时，芯片 OVP 保护，此时芯片停止向电池充电。
- 当电源电压再从 6.8V 降低到约 6.05V 时，芯片重新进入工作状态。

充电电流的设定

充电电流是采用连接在 PROG 引脚与地之间的电阻器来设定，根据需求选取合适大小的 RPROG 阻值。

RPROG 与充电电流的对照关系如下：

P _{PROG} (K)	I _{BAT} (mA)
30	30
20	50
10	100
2	500
1.6	625
1.2	800
1.1	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。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。
- 当 PROG 引脚电压降至 100mV 以下的时间超过 t_{TERM} (一般为 1ms) 时，充电被终止。注意：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，4056H 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，4056H 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到再充电门限 (V_{RECHRG}) 以下，则充电循环开始并再次向电池供应电流。

充电状态指示

- 两个漏极开路状态指示输出端，/CHRG 和 /STDBY。
- 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。
- 当电池的温度处于正常温度范围之外，/CHRG 和 /STDBY 管脚都输出高阻态。
- 当 TEMP 端使用典型接法时，当电池没有接到充电器时，表示故障状态：红灯和绿灯都不亮。
- 当 TEMP 端接 GND 时，电池温度检测不起作用。
- 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 管脚仅外接电容为 10uF 时 /CHRG 闪烁周期约 1-2 秒。
- 当不用状态指示功能时，将不用的状态指示输出端接到地。

充电状态	/CHRG	/STDBY
充电状态	亮	灭
电池充满状态	灭	亮
欠压，电池温度高，过低等故障状态，或无电池接入	灭	灭
BAT 端接 10uF 电容，无电池 (TEMP=GND)	绿灯亮，红灯闪烁，T=1~2S	

热限制

- 芯片温度升至约 140°C 的预设值以上，则内部热反馈环路将减小设定的充电电流，直到 150°C 以上减小电流为 0。该功能可防止 4056H 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 4056HD 的风险。
- 在确保充电器于最坏情况条件下能自动降低电流的基础上，充电电流可依据典型环境温度（而非最坏情况环境温度）进行设定。

充电电流软启动

- 4056H 配备软启动电路，在充电循环起始阶段，可最大限度降低涌入电流。当充电循环启动时，充电电流会在约 20 μ S 的时间内，从 0 平稳上升至最大值。
- 在启动过程中，软启动电路能最大程度减小电源上的瞬变电流，确保充电过程的稳定性与安全性，降低对电源及周边电路的冲击。

温度检测功能

- 为防止温度过高或者过低对电池造成的损害，4056H 内部集成有电池温度监测电路。电池温度监测是通过测量 TEMP 管脚的电压实现的，TEMP 管脚的电压是由电池内的 NTC 热敏电阻和一个电阻分压网络实现，如典型应用图所示。
- 4056H 将 TEMP 管脚的电压同芯片内部的两个阈值 V_{TEMPL} 和 V_{TEMPH} 相比较，以确认电池的温度是否超出正常范围。在 4056H 内部， V_{TEMPL} 被固定在 $30\% \times V_{CC}$ ， V_{TEMPH} 被固定在 $60\% \times V_{CC}$ 。如果 TEMP 管脚的电压 $V_{TEMP} < V_{TEMPL}$ 或者 $V_{TEMP} > V_{TEMPH}$ ，则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停；如果 TEMP 管脚的电压 V_{TEMP} 在 V_{TEMPL} 和 V_{TEMPH} 之间，充电周期则继续。
- 如果将 TEMP 管脚接到地，电池温度监测功能将被禁止，芯片正常工作。

R1 和 R2 阻值

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 $T_L \sim T_H$ ，（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，管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{TEMPL} = \frac{R2 \parallel R_{TL}}{R1 + R2 \parallel R_{TL}} \times VIN$$

在温度 T_H 时，管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{TEMPH} = \frac{R2 \parallel R_{TH}}{R1 + R2 \parallel R_{TH}} \times VIN$$

然后，可解得：

$$R1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TL} - R_{TH}) K_1 K_2}$$

$$R2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TL} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TH} (K_2 - K_1 K_2)}$$

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：

$$R1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TH} - R_{TL}) K_1 K_2}$$

$$R2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TH} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TL} (K_2 - K_1 K_2)}$$

从上面的推导中可以看出，待设定的温度范围与电源电压 VCC 是无关系的，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。

欠压闭锁

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 140mV 之前充电器将不会退出停机模式。

使能控制 (CE)

- 在充电循环中的任何时刻都能通过置 CE 端为低电位或去掉 RPROG（从而使 PROG 引脚浮置）将 4056H 置于停机模式，使得电池漏电流降至 0.1uA 以下。
- 重新将 CE 端置为高电位或连接设定电阻器可启动一个新的充电循环
- 若 4056H 处于欠压闭锁模式，则 /CHRG 和 /STDBY 引脚呈高阻抗状态：要么 V_{CC} 高出 BAT 引脚电压的幅度不足 140mV，要么施加在 VCC 引脚上的电压不足。

自动重启

一旦充电循环被终止，4056H 立即采用一个具有 1ms 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_{RECHRG} 以下时，充电循环重新开始。确保电池被维持在（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 引脚输出进入一个强下拉状态。

热效应

- 由于 ESOP8/DFN2*2-8 封装的外形尺寸很小，因此需要采用一个热设计精良的 PCB 板布局以最大程度地增加可使用的充电电流，用于耗散 IC 所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过底部的散热片到达 PCB 板铜面。



■ PCB 板铜面为散热器，散热片相连的铜箔面积应尽可能地宽阔，并向外延伸至较大的铜面积，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途的。当进行 PCB 板布局设计时，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。

增加热调节电流

降低内部 MOSFET 两端的压降能够显著减少 IC 中的功耗。在热调节期间，这具有增加输送至电池的电流的作用。对策之一是通过一个外部元件（例如一个电阻器或二极管）将一部分功率耗散掉，详见典型应用。

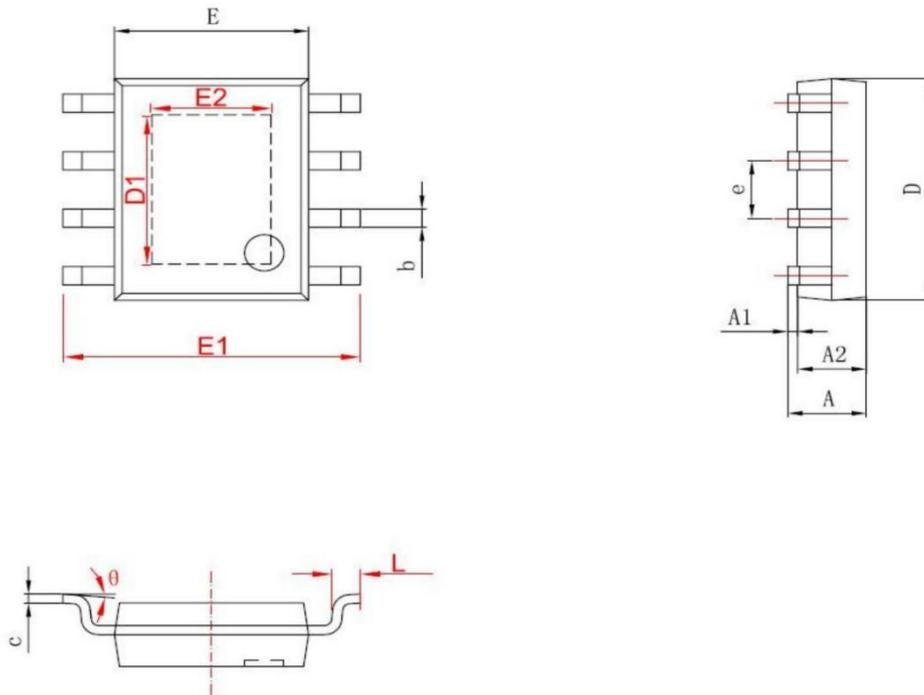
输入上电耐压的提高

■ 4056H 的输入耐压，特别是插拔上电压与输入电容网络有直接关系。如需要最高耐压上电环境，参考典型应用实例，需要 0.2 欧耗散电阻，3 欧与 1 μ F 串联的 RC 电阻网络都必须连接，并优化走线布局位置。

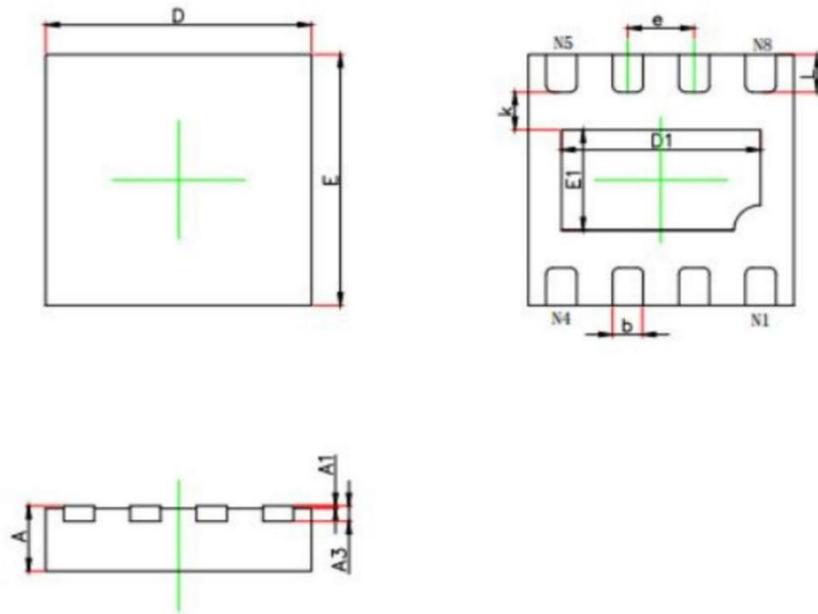
■ 如输入电源环境无需考虑过高输入耐压，才可节省输入端电阻配置。



Package Dimensions ESOP8



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

Package Dimensions DFN2x2-8L


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700	0.800	0.020	0.024
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.152REF.		0.006REF.	
D	1.924	2.076	0.076	0.082
E	1.924	2.076	0.076	0.082
D1	1.400	1.600	0.055	0.063
E1	0.700	0.900	0.028	0.035
k	0.250MIN		0.010MIN	
b	0.180	0.280	0.007	0.011
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.224	0.376	0.009	0.015



Important Notice and Disclaimer

HL Microelectronics reserves the right to make changes to this document and its products and specifications at any time without notice.

Customers should obtain and confirm the latest product information and specifications before final design, purchase or use.

HL Microelectronics makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, not does HL Microelectronics assume any liability for application assistance or customer product design.

HL Microelectronics does not warrant or accept any liability with products which are purchased or used for any unintended or unauthorized application.

No license is granted by implication or otherwise under any intellectual property rights of HL Microelectronics.

HL Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of HL Microelectronics.