

NS4860 500mA 多功能锂电池充放电管理 IC

1 特性

- 最大 500mA 线性充电电流，外部可调节
- 内部预设 4.2V 充电浮充电压
- 支持 0V 电池充电激活
- 支持充满/再充功能
- 内置同步升压放电模块，输出电压 5.1V
- 同步升压 VOUT 最大输出电流 500mA
- 电池待机电流 $\leq 10\mu\text{A}@4.2\text{V}$
- 输出待机电压近电池电压
- VOUT 输出放电截止电流 $5\text{mA}@4.2\text{V}$
- 支持 1/2/3/4LED 灯显示
- 支持自动负载检测
- 支持 KEY 键开启/关闭升压功能
- 支持 NTC 温度检测功能
- 支持霍尔芯片驱动控制
- 内置电池欠压锁存和过温保护
- 内置输入欠压锁存和过压保护等

4 典型应用电路

2 说明

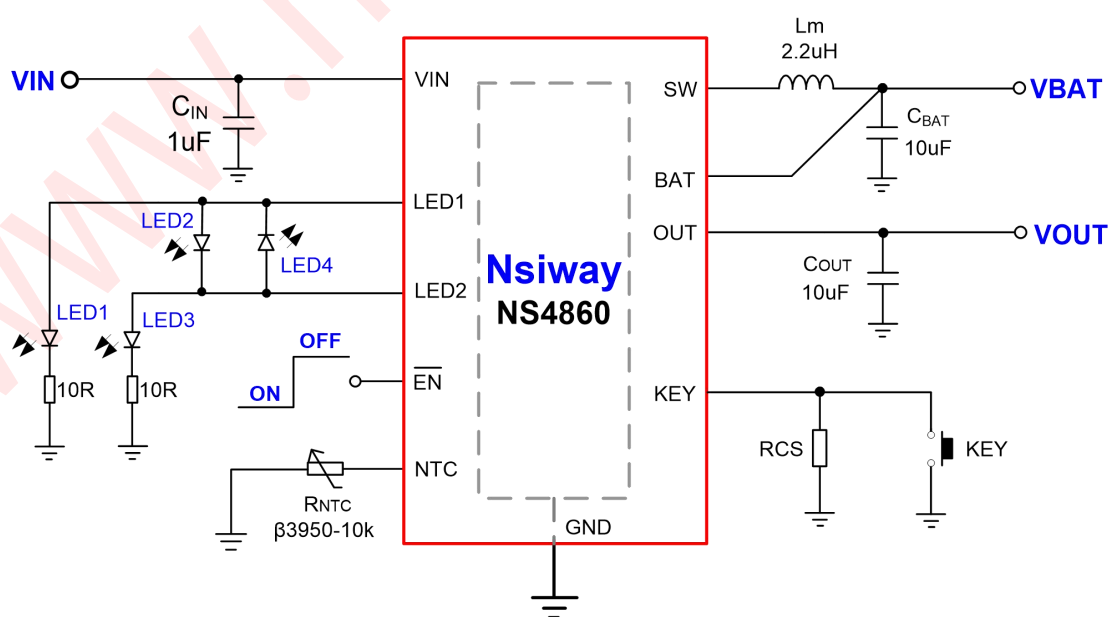
NS4860 是一款单节锂电池充电管理和电池状态显示的多功能电源管理芯片。芯片内部集成了充电模块和放电模块同时还集成有 KEY、NTC 和 HALL 功能引脚，可以给客户提供更灵活的选择。芯片内置多重保护功能，能够为便携式锂电池充电提供完整的解决方案。芯片的高度集成使其在应用时仅需极少的外围器件，有效的减小 PCB 尺寸，降低方案的成本。

NS4860 内置涓流/恒流/恒压三段式充电模式，且支持 0V 电池电压充电。放电模式采用同步升压结构，更高效为输出提供升压。

NS4860 采用的封装形式为 DFN3x3-10L。

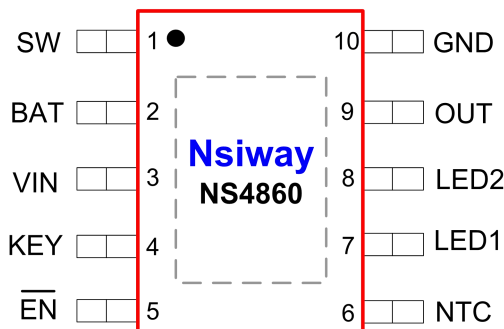
3 应用范围

- 移动电源
- 蓝牙耳机充电仓
- 便携式锂电池充电设备



5 引脚配置

DFN3X3-10L 封装引脚图：



编号	引脚名称	引脚功能
1	SW	开关节点
2	BAT	电池正极输入口
3	VIN	电源供电口输入端
4	KEY	按键输入引脚。单击开启升压，长按关闭升压。
5	$\overline{\text{EN}}$	霍尔控制引脚。浮空或接 GND 工作。接高电平关闭输出。
6	NTC	温度检测控制引脚。
7	LED1	LED 状态显示 1
8	LED2	LED 状态显示 2
9	OUT	BOOST 升压输出端
10	GND	功率地
11	地焊盘	接 GND

6 极限工作参数

- 引脚电压-----0.3V ~+10V
- 工作温度范围-----40℃ ~ +85℃
- 存储温度范围-----55℃ ~ +150℃
- 结温范围-----+150℃
- 焊接温度（10s 内）-----+265℃

注 1：超过上述极限工作参数范围可能导致芯片永久性的损坏。长时间暴露在上述任何极限条件下可能会影响芯片的可靠性和寿命。

注 2：NS4860 可以在 0℃ 到 70℃ 的限定范围内保证正常的工作状态。超过-40℃ 至 85℃ 温度范围的工作状态受设计和工艺控制影响。

7 电气特性

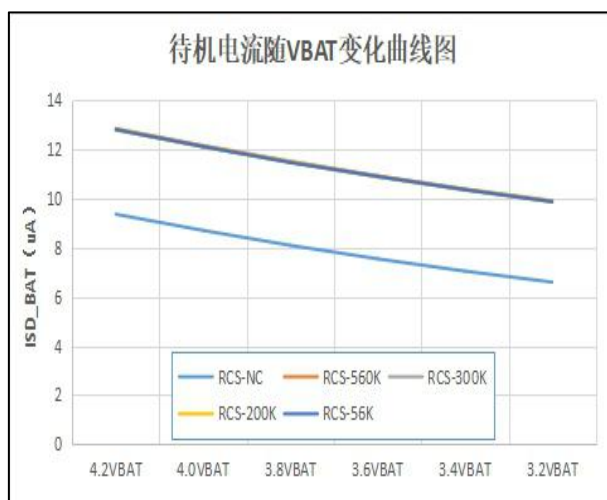
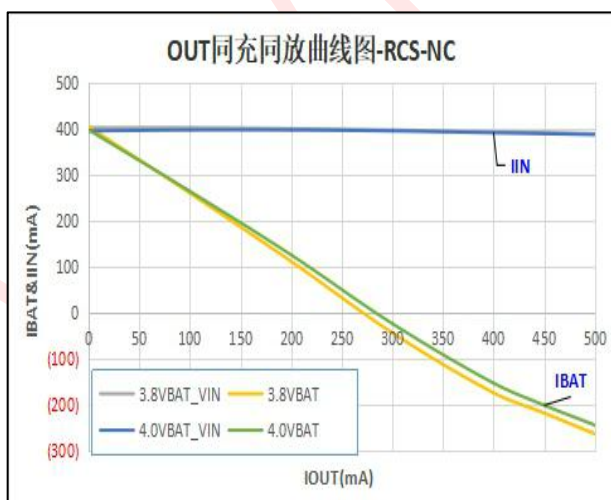
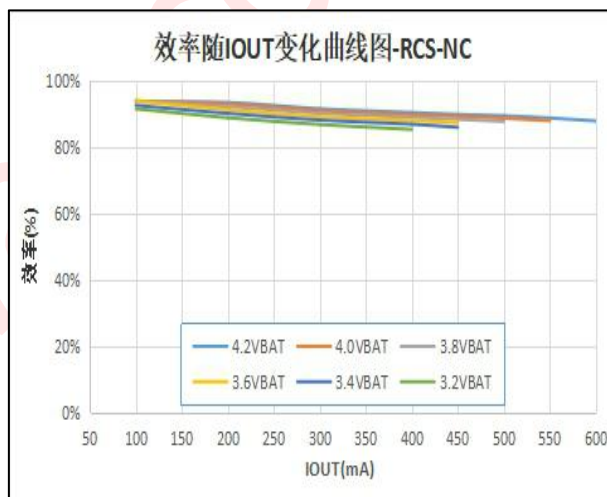
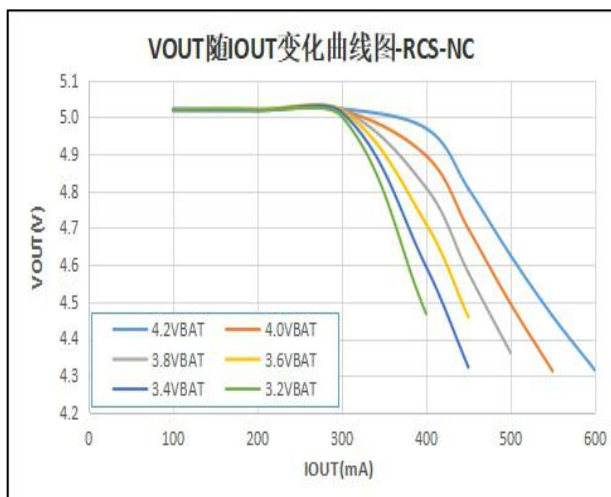
工作条件: $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{IN}}=5\text{V}$, $C_{\text{IN}}=1\mu\text{F}$, $C_{\text{OUT}}=10\mu\text{F}$, $C_{\text{BAT}}=10\mu\text{F}$, $L=2.2\mu\text{H}$, $R_{\text{CS}}=\text{NC}$ 。

符号	参数名称	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	工作电压范围		4.5	5.0	6.0	V
$V_{\text{IN_UVLO}}$	输入欠压锁存电压	V_{IN} 上升		3.8		V
$V_{\text{IN_OVP}}$	输入过压保护电压	V_{IN} 上升		5.8		V
$V_{\text{FLOAT_BAT}}$	电池浮充电压			4.2		V
ΔV_{RECHAG}	再充电电池门限电压	$V_{\text{FLOAT_BAT}} - V_{\text{RECHAG}}$		0.15		V
I_{CG}	恒流充电电流	$R_{\text{CS}}=\text{NC}$ 或 560k		500		mA
		$R_{\text{CS}}=300\text{k}$		400		
		$R_{\text{CS}}=200\text{k}$		300		
		$R_{\text{CS}}=56\text{k}$		200		
I_{TRIKL}	涓流充电电流	$V_{\text{BAT}} < V_{\text{TRIKL}}$		$10\% \cdot I_{\text{CG}}$		mA
V_{TRIKL}	涓流充电阈值电压	V_{BAT} 上升		3.0		V
$V_{\text{TR_HYS}}$	涓流充电迟滞电压			0.15		V
I_{TERM}	充电截止电流门限			10		mA
V_{BAT}	电池工作电压		2.9		4.35	V
V_{OUT}	额定输出电压	$V_{\text{BAT}}=3.7\text{V}$, $R_{\text{OUT}}=\text{NC}$	4.95	5.1	5.25	V
I_{STDB}	待机电流	$V_{\text{BAT}} \leq 4.2\text{V}$, $R_{\text{CS}}=\text{NC}$			10	uA
		$V_{\text{BAT}} \leq 4.2\text{V}$, $R_{\text{CS}}=560\text{k}-56\text{k}$			13	
$V_{\text{UV_BAT}}$	电池欠压闭锁阈值电压	V_{BAT} 下降		2.9		V
$V_{\text{HYS_BAT}}$	电池欠压闭锁迟滞	V_{BAT} 上升		0.3		V
$f_{\text{SW_BOOST}}$	升压模块开关频率			1.0		MHz
I_{OUT}	V_{OUT} 输出负载能力				500	mA
$I_{\text{END_OUT}}$	V_{OUT} 放电结束电流				5	mA
$T_{\text{HD_OUT}}$	V_{OUT} 输出无负载时, V_{OUT} 升压状态保持时间			8		s

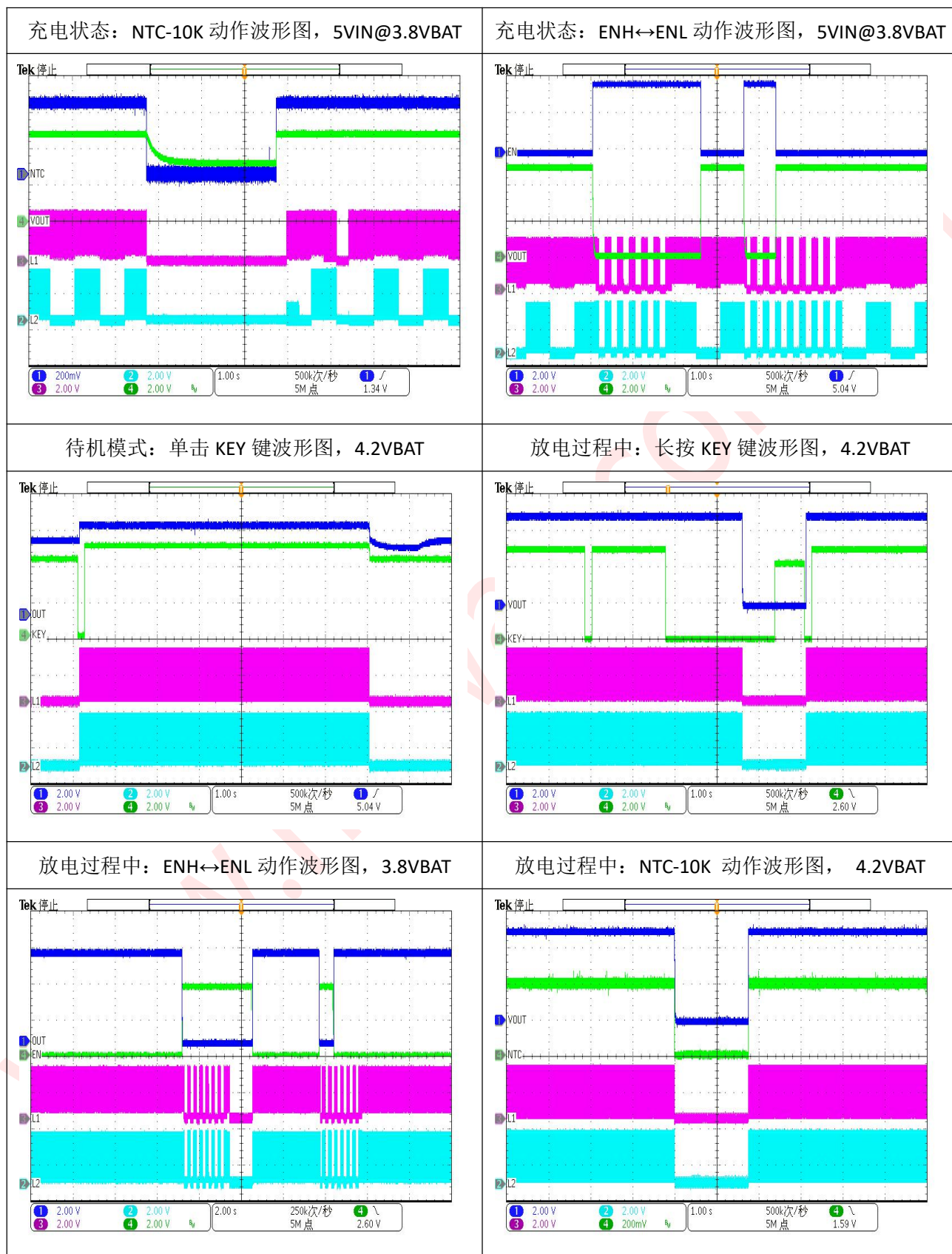
V _{SHUT_OUT}	VOUT 重载保护电压			4.2		V
T _{OTP}	芯片过温保护			150		°C
V _{ENL}	$\overline{\text{EN}}$ 引脚使能低电平	V _{EN} 下降		0.5	0.7	V
V _{ENH}	$\overline{\text{EN}}$ 引脚使能高电平	V _{EN} 上升	0.8	1.0		V
T _{KEY_ON}	单击 KEY 键时间		30			ms
T _{KEY_OFF}	长按 KEY 键时间		2			s
T _{NTC_CHG}	充电状态温度阈值	NTC-10k, $\beta=3950$	0		45	°C
T _{NTC_DISCHG}	放电状态温度阈值	NTC-10k, $\beta=3950$	-10		60	°C

8 典型特性曲线

下列特性曲线中, $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{CC}}=5\text{V}$, $C_{\text{IN}}=1\mu\text{F}$, $C_{\text{OUT}}=10\mu\text{F}$, $C_{\text{BAT}}=1\mu\text{F}$, $L=2.2\mu\text{H}$, $\text{RCS}=\text{NC}$ 。



充电和放电状态波形图：

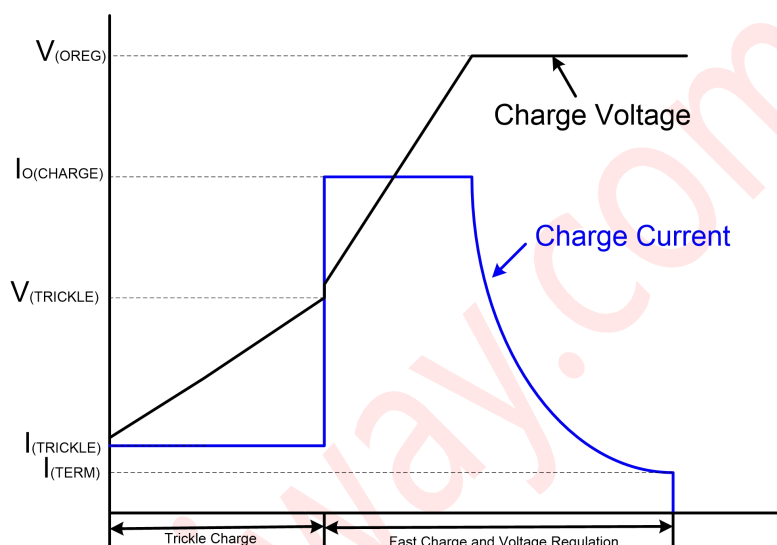


9 应用说明

9.1 充电部分

激活状态：电池初上电之后需要通过 VIN 上电激活才可以使得芯片功能正常化。

NS4860 内部集成了完整的线性充电模块，利用芯片内部的功率管对电池进行涪流、恒流和恒压充电。在涪流模式下充电电流为 $10\% \cdot I_{CG}$ ，在恒流模式下充电电流为 I_{CG} ，此电流可以通过外置电阻调节，最大充电电流为 500mA。在恒压模式下充电电流会逐渐减小，直到触发充电截止后充电周期结束。若电池电压再次下降到再充阈值以下时，系统会自动检测 V_{BAT} 电压并重新开始充电周期。



在充电状态下 LED 显示灯始终由 VIN 供电，使得电池电压在全范围内充电均有 LED 显示效果。也避免了涪流和恒流充电切换时 LED 灯亮度变化。在电池充满之后可以始终保持电池电压值，不会因电池 VBAT 供电导致电池电压在充满状态维持期间不断下降。

在 VIN 接入后开始充电，若电池电压在 3.2V 以上，升压模块会自动开启，VOUT 电压为 5.1V。而在电池电压较低时升压不会开启，VOUT 电压为电池电压。

在充电过程中，若 VOUT 异常短路，充电电流和充电 LED 指示灯保持充电状态，不受影响。在 VOUT 输出短路解除之后 VOUT 自动恢复至 5.1V，但若电池电压较低时，VOUT 恢复至待机电压。

9.2 升压输出部分

NS4860 内部集成了升压模块，在 VOUT 接入负载时能自动升压至 5.1V，并提供最大 500mA 的电流输出。当 VOUT 负载拔出后，芯片 VOUT 会在保持升压状态 8s 后关闭升压并进入待机模式。在待机模式下输出电压 VOUT 为近 VBAT 电压。此时若有负载接入或 KEY 键单击时，可以再次触发升压工作。

在放电过程中，若 VOUT 输出电流持续拉载 500mA 以上，会使得输出电压下降直到触发输出短路保护。触发输出短路保护芯片会关闭升压模块。

放电模块内置了放电截止功能。当 V_{OUT} 负载电流小于 5mA 就会触发放电截止功能，升压模块会在保持 8s 后关闭并进入待机模式。

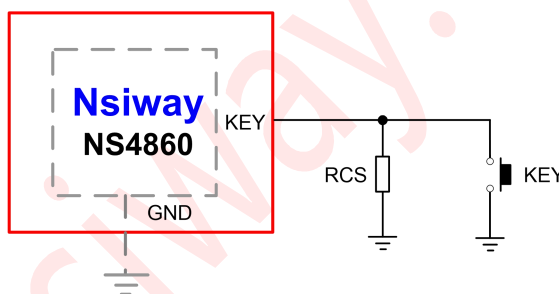
NS4860 还提供了电池欠压保护等多重保护功能，可以有效的保护电池及系统的安全。在应用中如果发生短路保护时，系统会自动关闭升压。在短路异常解除后，重新接入负载或 KEY 键单击，升压模块重新恢复工作。

在放电过程中，若电池电压下降到 3.2V 时 LED 灯开始以 1Hz 频率闪烁指示，表明电池电量不足；当电池电压继续下降到 2.9V 时升压模块自动关闭，LED 灯灭灯。 V_{IN} 重新接入或在电池电压大于 3.2V 通过单击 KEY 键可以解除欠压状态。解除后放电模块正常工作。

9.3 KEY 键和自动识别负载功能

NS4860 集成了自动负载检测功能。在待机模式下当有负载接入使得 V_{BAT} 与 V_{OUT} 之间的电压差在 900mV 以上时，即可触发升压工作。触发升压后 V_{OUT} 输出电压为 5.1V。

芯片外置 KEY 键引脚，在充电状态下单击或长按 KEY 键不会影响充电状态。在待机模式下单击 KEY 键可以触发升压，但当 V_{BAT} 电压小于 3.2V 时无法开启升压。在放电过程中可以长按 KEY 键关闭升压状态。



NS4860 支持 KEY 键引脚复用，外接电阻 RCS 来设置恒流充电电流，一共有 4 挡电流可选：

RCS 电阻	恒流充电电流
56K	200mA
200K	300mA
300K	400mA
560K 或 NC	500mA

9.4 $\overline{EN}$ 功能

NS4860 外置 $\overline{EN}$ 引脚，支持霍尔芯片输出控制，也可接受 MCU-I/O 输出控制。若不用 $\overline{EN}$ 功能，可以悬空或接 GND。

在充电状态下， $\overline{EN}$ 引脚接高电平时充电电流不受影响，但系统会关闭升压， V_{OUT} 输出为 0V。LED 指示灯会在闪烁 2s 之后恢复充电 LED 灯指示灯效。当 $\overline{EN}$ 引脚接低电平时 V_{OUT} 会切换并保持升压状态。

在待机模式下， $\overline{EN}$ 引脚接高电平时 V_{OUT} 输出为 0V，同时 LED 指示灯会在闪烁 2s 之后灭灯。当 $\overline{EN}$ 引脚接低电平时 V_{OUT} 会切换至升压状态，若检测到无负载接入，则升压会在保持 8s 之后重新进入待机模式。

在放电过程中下， $\overline{\text{EN}}$ 引脚接高电平时 VOUT 输出为 0V，同时 LED 指示灯会在闪烁 2s 之后灭灯。当 $\overline{\text{EN}}$ 引脚接低电平时升压模块恢复正常， VOUT 能够正常负载。

9.5 NTC 温度检测功能

NS4860 带有 NTC 引脚，可以提供电池温度保护功能，芯片通过检测 NTC 引脚电阻值的变化来判断电池温度是否超过设定温度范围。一旦触发 NTC 高/低温保护系统会自动关闭，当温度正常化之后，系统能够自动恢复。若不使用 NTC 功能，可在 NTC 引脚接入 10k 电阻即可。

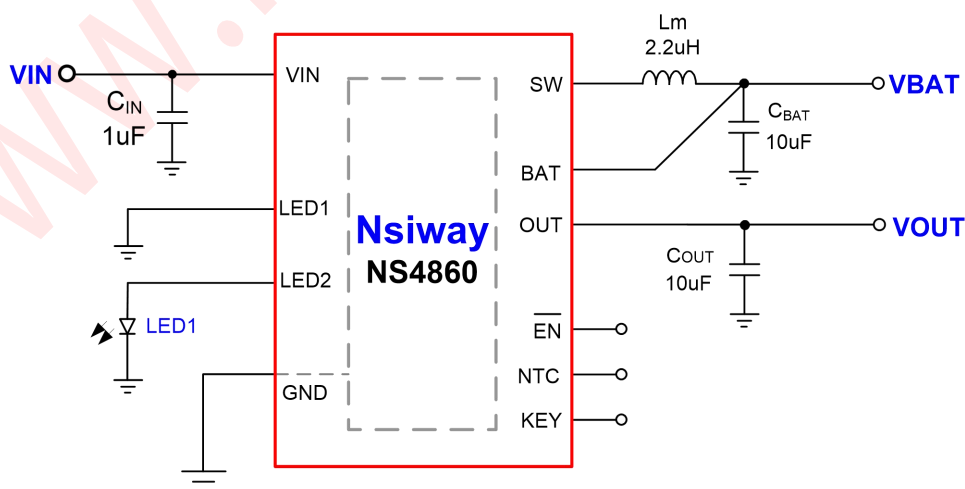
芯片内部采用恒定电流流经 NTC 电阻的方式采集 NTC 电阻电压来检测电池温度。芯片内部设定有高/低温保护阈值来提供 NTC 保护。因此，对于使用 NTC 保护应用，NTC 电阻必须选用为 NTC-10k 且 $\beta=3950$ 的规格。NTC 功能高/低温保护点如下：

状态	NTC 温度保护点 (NTC-10k 且 $\beta=3950$)
充电状态	$T \leq 0^{\circ}\text{C}$ 时，关闭充电； $0^{\circ}\text{C} < T < 45^{\circ}\text{C}$ 时，正常充电； $T \geq 45^{\circ}\text{C}$ 时，关闭充电。
放电状态	$T \leq -10^{\circ}\text{C}$ 时，关闭放电； $-10^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ 时，正常放电； $T \geq 60^{\circ}\text{C}$ 时，关闭放电。

9.6 LED 显示模式和 LED 灯设置

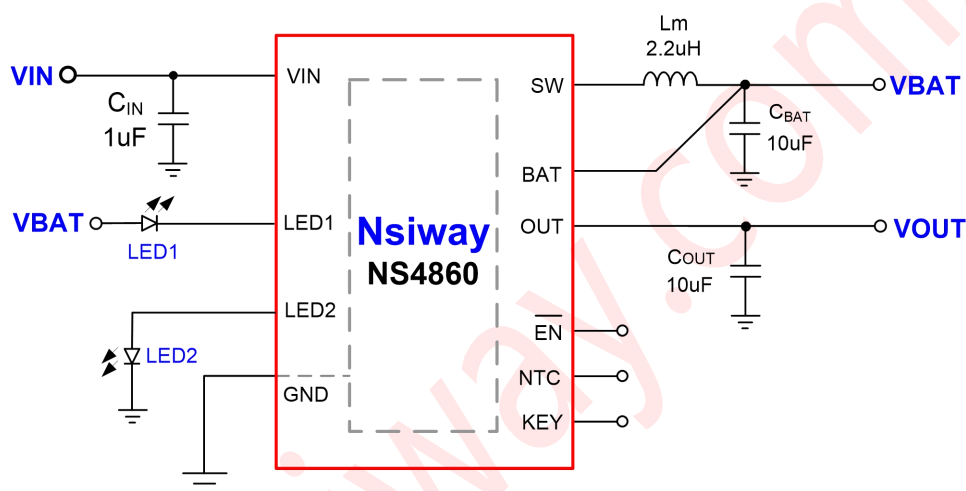
NS4860 可以通过 LED 的接法设定 LED 显示模式。通过 LED1、LED2 引脚的不同接法来设定显示模式，并支持 1-2-3-4LED 灯显示。

9.6.1 一灯显示模式



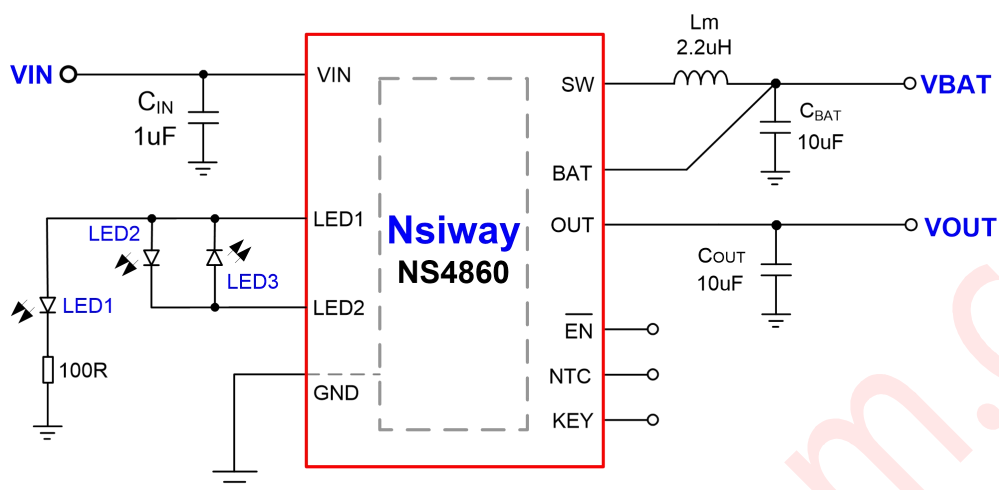
工作模式	电池电压	LED1 显示	工作状态
充电状态	$0 \leq V_{BAT} < 4.2V$	1Hz 闪烁	充电过程中
	4.2V	常亮	充满
放电状态	$3.2V < V_{BAT} \leq 4.2V$	常亮	放电过程中
	$2.9V < V_{BAT} \leq 3.2V$	1Hz 闪烁	低压报警
	$V_{BAT} \leq 2.9V$	灭灯	欠压保护

9.6.2 二灯显示模式



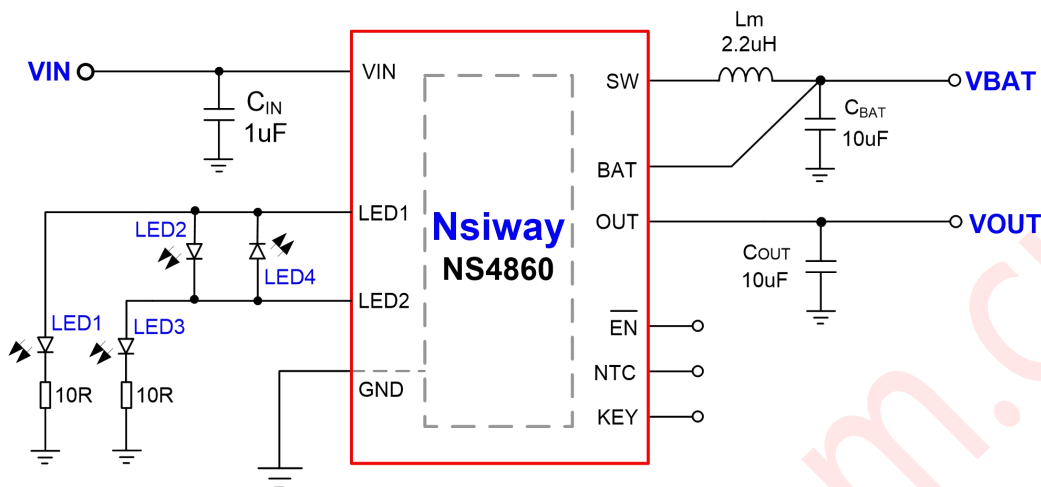
工作模式	电池电压	LED1 显示	LED2 显示	工作状态
充电状态	$0 \leq V_{BAT} < 4.2V$	灭灯	1Hz 闪烁	充电过程中
	4.2V	灭灯	常亮	充满
放电状态	$3.2V < V_{BAT} \leq 4.2V$	常亮	灭灯	放电过程中
	$2.9V < V_{BAT} \leq 3.2V$	1Hz 闪烁	灭灯	低压报警
	$V_{BAT} \leq 2.9V$	灭灯	灭灯	欠压保护

9.6.3 三灯显示模式



工作模式	电池电压	LED1 显示	LED2 显示	LED3 显示	工作状态
充电状态	$0 \leq V_{BAT} < 3.6V$	1Hz 闪烁	灭灯	灭灯	充电过程中
	$3.6V \leq V_{BAT} < 3.8V$	常亮	1Hz 闪烁	灭灯	
	$3.8V \leq V_{BAT} < 4.2V$	常亮	常亮	1Hz 闪烁	
	4.2V	常亮	常亮	常亮	充满
放电状态	$3.8V < V_{BAT} \leq 4.2V$	常亮	常亮	常亮	放电过程中
	$3.6V < V_{BAT} \leq 3.8V$	常亮	常亮	灭灯	
	$3.2V < V_{BAT} \leq 3.6V$	常亮	灭灯	灭灯	
	$2.9V < V_{BAT} \leq 3.2V$	1Hz 闪烁	灭灯	灭灯	低压报警
	$V_{BAT} \leq 2.9V$	灭灯	灭灯	灭灯	欠压保护

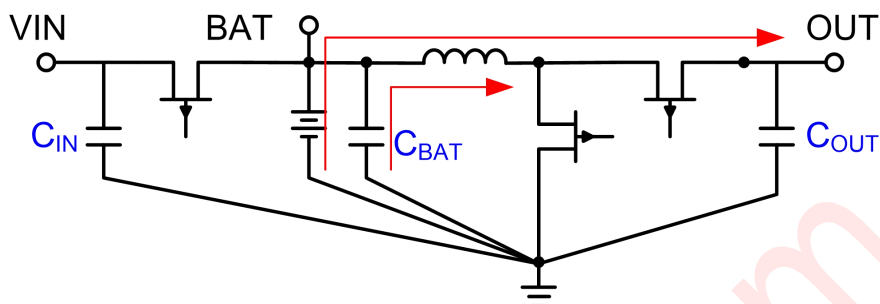
9.6.4 四灯显示模式



工作模式	电池电压	LED1 显示	LED2 显示	LED3 显示	LED4 显示	工作状态
充电状态	$0 \leq V_{BAT} < 3.6V$	1Hz 闪烁	灭灯	灭灯	灭灯	充电过程中
	$3.6V \leq V_{BAT} < 3.8V$	常亮	1Hz 闪烁	灭灯	灭灯	
	$3.8V \leq V_{BAT} < 4.0V$	常亮	常亮	1Hz 闪烁	灭灯	
	$4.0V \leq V_{BAT} < 4.2V$	常亮	常亮	常亮	1Hz 闪烁	
	4.2V	常亮	常亮	常亮	常亮	充满
放电状态	$4.0V < V_{BAT} \leq 4.2V$	常亮	常亮	常亮	常亮	放电过程中
	$3.8V < V_{BAT} \leq 4.0V$	常亮	常亮	常亮	灭灯	
	$3.6V < V_{BAT} \leq 3.8V$	常亮	常亮	灭灯	灭灯	
	$3.2V < V_{BAT} \leq 3.6V$	常亮	灭灯	灭灯	灭灯	
	$2.9V < V_{BAT} \leq 3.2V$	1Hz 闪烁	灭灯	灭灯	灭灯	低压报警
	$V_{BAT} \leq 2.9V$	灭灯	灭灯	灭灯	灭灯	欠压保护

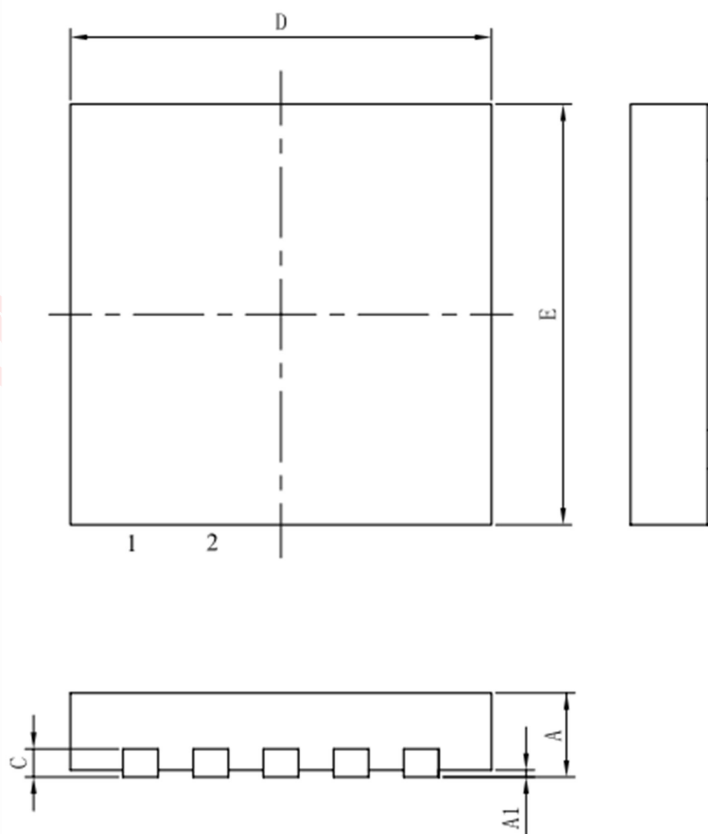
10 PCB 布局建议

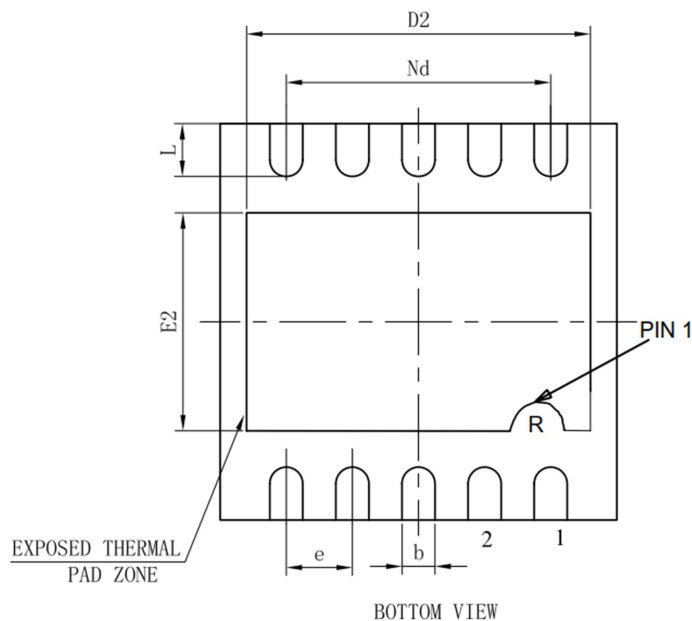
- 1、功率线（地线、SW 线、VIN 线）应该尽量做到短、直和宽；
- 2、BAT 引脚的电容 C_{BAT} 应靠近电感和 GND 放置，以降低升压模块工作时 BAT 电池端电压纹波，提高升压模块的环路稳定性。形成 $BAT \rightarrow C_{BAT} \rightarrow L_m \rightarrow MOSFET \rightarrow C_{OUT}$ 的升压路径；



- 3、 C_{IN} 电容和 C_{OUT} 电容需要靠近芯片引脚放置，GND 采用星型方式在芯片底部通过过孔连接各层，减小环路面积，提高芯片的抗干扰能力。
- 4、功率开关节点（SW Node）通常是高频电压方波应保持较小铺铜面积，模拟元件应远离功率开关节点区域放置以防止掺杂干扰噪音；

11 封装信息（DFN3x3-10L）





COMMON DIMENSIONS

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	MID	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.18	0.23	0.28
c	0.18	0.20	0.25
D	2.90	3.00	3.10
D2	2.30	2.40	2.50
e	0.50BSC		
Nd	2.00BSC		
E	2.90	3.00	3.10
E2	1.60	1.70	1.80
L	0.30	0.40	0.50
R	0.20 BSC		
L/F载体尺寸	2.6*1.9		

13 版本修改历史

声明：深圳市纳芯威科技有限公司保留在任何时间，并且没有通知的情况下修改产品资料和产品规格的权利，本手册的解释权归深圳市纳芯威科技有限公司所有，并负责最终解释。