

## TWS 耳机充电仓电源管理芯片

### 特性

- 支持霍尔或 MCU 直接驱动控制
- 配合霍尔可实现开盖亮灯 8S，合盖自动激活升压
- 支持 NTC 功能
- 轻载自动关机电流 7mA
- 待机电压：电池电压或 2V 可设定
- 待机电流 4uA
- 充电电流：0.2A/0.3A/0.4A/0.9A
- 最大放电电流 1A
- 输出过压、短路、过流保护
- 智能温度控制
- 支持 1/2 灯电量指示
- 升压效率高达 93%
- ESOP8 封装

### 概述

LY6294ET 是一款应用于蓝牙充电仓的全集成电源管理芯片，内部集成了锂电池充电管理、同步升压转换器、电池电量管理和保护功能模块。

LY6294ET 支持霍尔直接驱动控制 EN 脚，实现开盖耳机自动回连、以及开盖亮灯 8S 和合盖自动激活升压，无需外加 MOS 管和三极管等输出回路控制电路，同时也可以使用 MCU 控制 EN 脚从而控制 OUT 快速开通与关断，实现充电仓与耳机的通讯，无需外加控制 MOS 和电流泄放 MOS。

LY6294ET 集成 NTC 温度保护功能，只需一颗 NTC 电阻即可实现在充电和放电状态下对锂电池的温度监测。

### 应用

- 蓝牙耳机充电仓
- 便携式锂电池应用

## LY629 系列 TWS 充电仓系列产品选型表

| 订购型号      | 丝印   | 封装    | 数量/盘 | 指示灯数    | 功能描述             | 充电电流 (mA)       |
|-----------|------|-------|------|---------|------------------|-----------------|
| LY6294X   | 4X   | ESOP8 | 4K   | 1/2/3/4 | 带按键开关机           | 200/300/400/900 |
| LY6294EX  | 4EX  | ESOP8 | 4K   | 1/2/3/4 | 带霍尔控制接口          | 200/300/400/900 |
| LY6294TX  | 4TX  | ESOP8 | 4K   | 1/2/3/4 | 支持 NTC           | 200/300/400/900 |
| LY6294ETX | 4ETX | ESOP8 | 4K   | 1/2     | 支持 NTC，带霍尔控制接口   | 200/300/400/900 |
| LY6298    | 98   | QFN16 | 4K   | 1/2/3/4 | 双通道，支持 NTC，带霍尔接口 | 可调              |
| LY6298C   | 98C  | CPC16 | 7.5K | 1/2/3/4 | 双通道，支持 NTC，带霍尔接口 | 可调              |

说明：X 表示 A/B/C/D 四个版本，对应充电电流分别为：A-200mA，B-300mA，C-400mA，D-900mA

## 典型应用

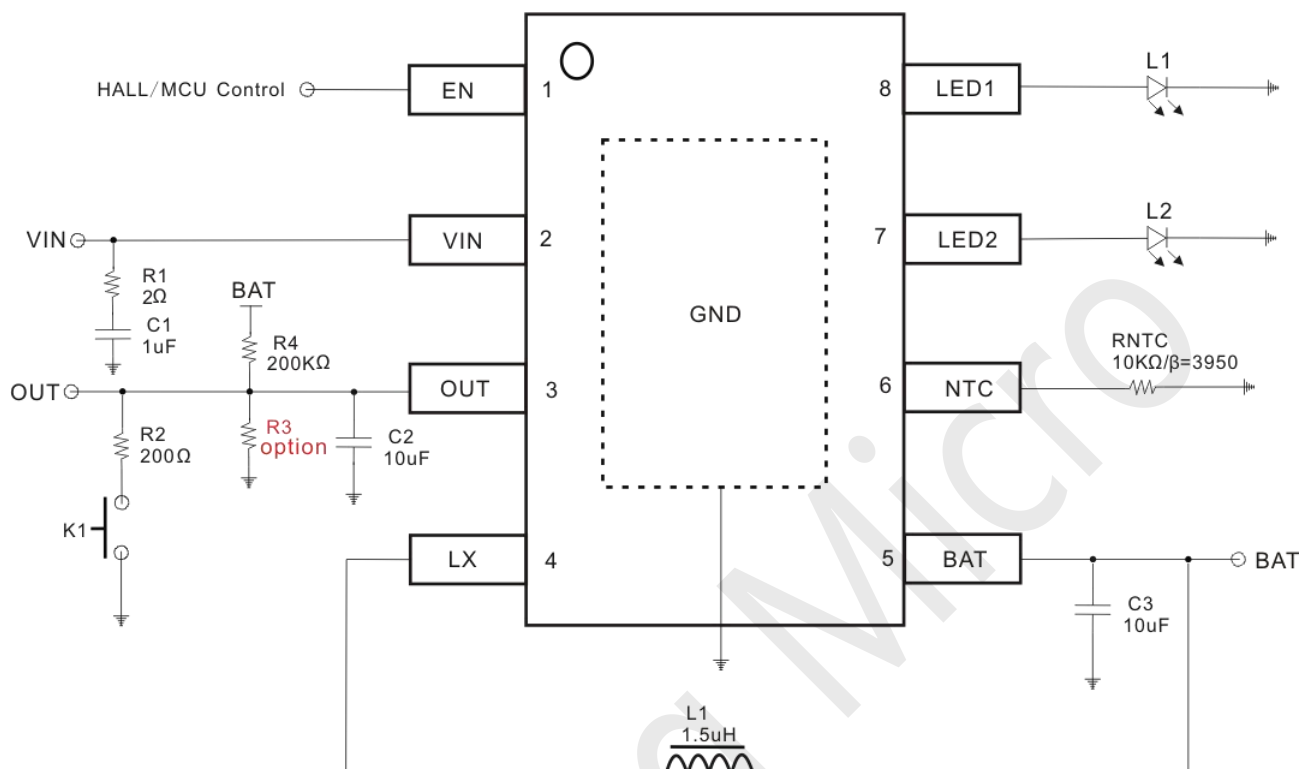


Fig1.LY6294ET 典型应用电路

### 注:

- 1、单击按键可以开机和显示电量，若不需按键，R2 和 K1 不接；
- 2、EN 脚可直接接受霍尔芯片输出控制，也可接受 MCU 控制，若不用，EN 脚需悬空或接地；
- 3、待机电压选择固定 2V 模式时，R3 须预留电阻位置备用，用于调节自动检测电流；
- 4、若不需要 NTC 保护功能，则 NTC 脚需悬空；使用 NTC 功能时必须先接 NTC 脚电阻，后接电池。

## 带 OVP 应用电路

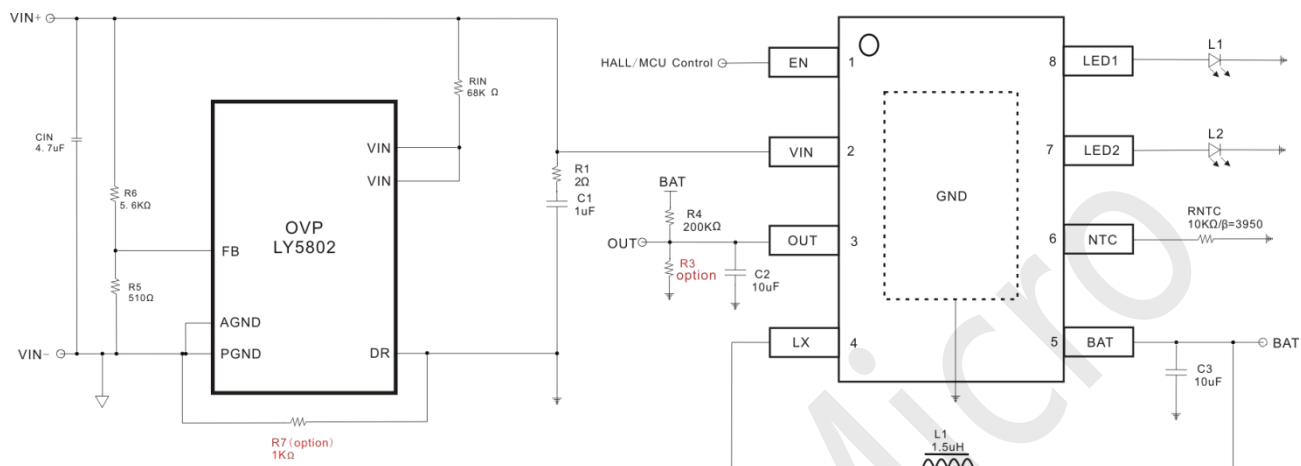


Fig2.带 OVP 应用电路

## 功能框图

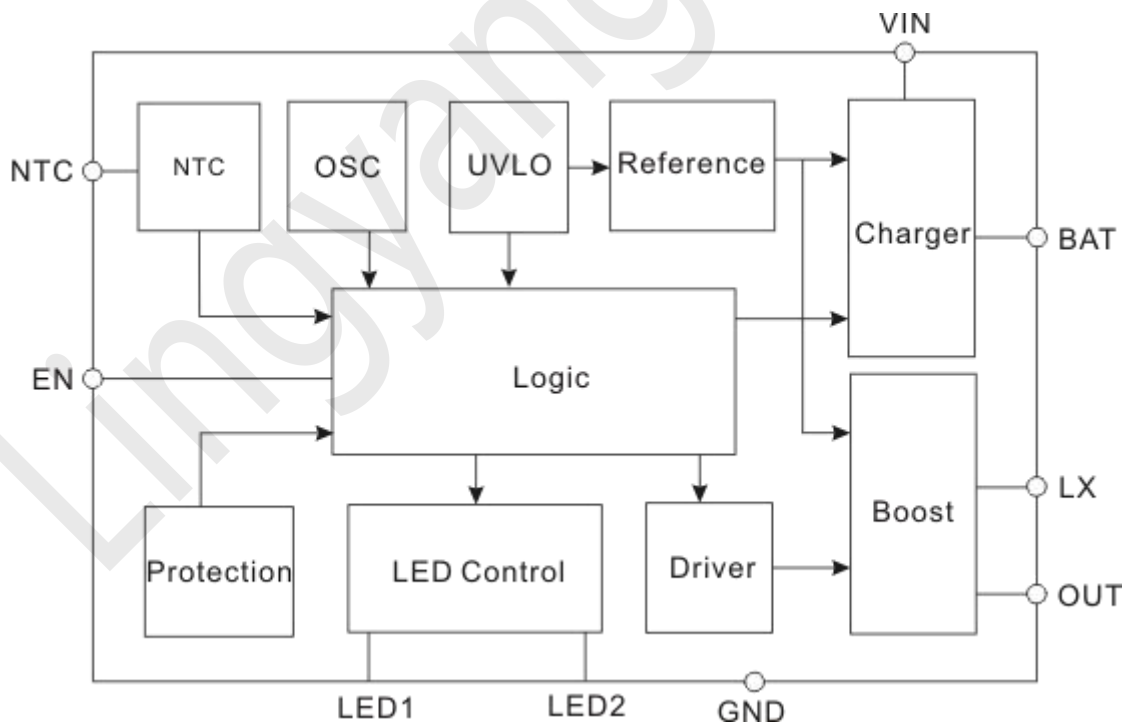


Fig3.功能框图

## 管脚信息

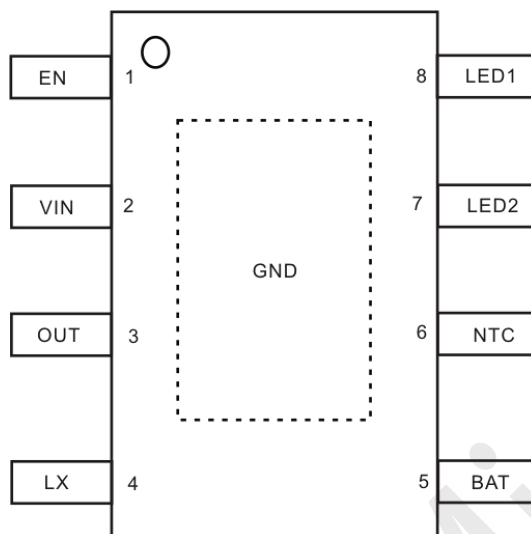


Fig4.管脚示意图

| 管脚号         | 管脚名称 | 管脚描述                                                       |
|-------------|------|------------------------------------------------------------|
| 1           | EN   | HALL 信号控制脚，开盖关闭 OUT 输出电压，合盖激活 OUT 输出，也可以接受 MCU 信号控制 OUT 输出 |
| 2           | VIN  | 适配器输入                                                      |
| 3           | OUT  | 5.1V 放电输出                                                  |
| 4           | LX   | 开关输出                                                       |
| 5           | BAT  | 电池正极                                                       |
| 6           | NTC  | NTC 功能脚，外接 NTC 电阻，若不用需悬空；使用 NTC 功能时必须先接 NTC 脚电阻，后接电池       |
| 7           | LED2 | 放电指示脚，放电过程常亮，低电后闪烁提示                                       |
| 8           | LED1 | 充电指示脚，充电过程 1HZ 闪烁，充满后常亮                                    |
| Exposed PAD | GND  | 系统地，必须与地良好接触                                               |

## 极限参数

| 参数        | 最小值  | 最大值     | 单位 |
|-----------|------|---------|----|
| VIN       | -0.3 | 7       | V  |
| 其它引脚      | -0.3 | VIN+0.3 | V  |
| 储存温度      | -50  | 150     | ℃  |
| 工作结温      | -25  | 125     | ℃  |
| 最大功耗      |      | 1       | W  |
| ESD (HBM) |      | 2       | KV |
| ESD (MM)  |      | 200     | V  |

注：超出极限参数范围芯片可能会损坏。

## 电气特性

如无特殊说明,  $V_{IN}=5V$ ,  $T_a=25^{\circ}C$

| 符号                  | 参数           | 测试条件                             | 最小值  | 典型值                 | 最大值  | 单位          |
|---------------------|--------------|----------------------------------|------|---------------------|------|-------------|
| $I_{OUT\_OFF}$      | 输出轻载关机电流     | BAT=3.7V                         |      | 7                   |      | mA          |
| $T_{SD}$            | 输出轻载关机延时     | $I_{LOAD}<7mA$                   |      | 8                   |      | S           |
| $T_{CONST}$         | 恒温模式结温       |                                  |      | 110                 |      | $^{\circ}C$ |
| $I_{LED}$           | LED 灯驱动电流    | BAT=3.8V                         |      | 2                   |      | mA          |
| $I_{ENL}$           | EN 脚下拉电流     |                                  |      | 5                   |      | $\mu A$     |
| $V_{ENH}$           | EN 高电平       |                                  | 1.6  |                     |      | V           |
| $V_{ENL}$           | EN 低电平       |                                  |      |                     | 0.3  | V           |
| <b>充电部分</b>         |              |                                  |      |                     |      |             |
| $V_{IN}$            | VIN 工作电压     |                                  | 4.6  | 5                   | 5.5  | V           |
| $V_{IN\_OVP}$       | VIN 过压保护     |                                  |      | 5.9                 |      | V           |
| $V_{IN\_OVP\_REC}$  | 过压保护恢复电压     |                                  |      | 5.6                 |      | V           |
| $V_{FULL}$          | 预设电池充满电压     |                                  | 4.14 | 4.2                 | 4.26 | V           |
| $V_{TRK}$           | 涓流充电阈值电压     |                                  |      | 2.9                 |      | V           |
| $V_{TRK\_HYS}$      | 涓流充电迟滞电压     |                                  |      | 100                 |      | mV          |
| $I_{CC}$            | 恒流充电电流       | LY6294ETA                        |      | 0.2                 |      | A           |
|                     |              | LY6294ETB                        |      | 0.3                 |      | A           |
|                     |              | LY6294ETC                        |      | 0.4                 |      | A           |
|                     |              | LY6294ETD                        |      | 0.9                 |      | A           |
| $I_{TRK}$           | 涓流充电电流       | $V_{BAT}<2.8V$                   |      | $0.12 \cdot I_{CC}$ |      | mA          |
| $I_{FULL}$          | 截止充电电流       |                                  |      | $0.1 \cdot I_{CC}$  |      | mA          |
| $\Delta V_{RECHRG}$ | 再充电阈值电压      | $V_{BAT}-V_{RECHRG}$             |      | 200                 |      | mV          |
| $R_{VIN\_OUT}$      | VIN 到 OUT 内阻 |                                  |      | 350                 |      | $m\Omega$   |
| <b>放电部分</b>         |              |                                  |      |                     |      |             |
| $V_{BAT\_ON}$       | BAT 开启电压     | VBAT 上升                          |      | 3.2                 |      | V           |
| $V_{BAT\_LOW}$      | BAT 低电提示电压   |                                  |      | 3.1                 |      | V           |
| $V_{BAT\_OFF}$      | BAT 关机电压     | VBAT 下降                          |      | 2.8                 |      | V           |
| $I_{SDBY\_BAT}$     | BAT 待机电流     | $V_{BAT}=3.7V$                   |      | 4                   |      | $\mu A$     |
| $T_{ON\_MIN}$       | 最小导通时间       |                                  |      | 150                 |      | nS          |
| $D_{MAX}$           | 最大占空比        |                                  |      | 90                  |      | %           |
| Frequency           | 升压开关频率       |                                  |      | 1                   |      | MHz         |
| $V_{OUT}$           | 升压输出电压       | $I_{LOAD}=0.2A$                  | 4.8  | 5.1                 | 5.3  | V           |
| $V_{OUT\_SDBY}$     | 待机输出电压       | $V_{BAT}=3.7V, I_{LOAD}=10\mu A$ |      | 2                   |      | V           |
| $V_{OCP}$           | 输出短路保护电压     |                                  |      | 3.0                 |      | V           |
| $V_{HL}$            | 输出重载保护电压     |                                  |      | 4.1                 |      | V           |

## 功能说明

### 充电模式

VIN 接入且 VIN 电压在工作电压范围内的情况下，LY6294ET 工作于充电模式。LY6294ET 支持涓流、恒流、恒压充电，同时支持 0V 电池充电，当电池电压低于 2.9V 时，芯片工作在涓流充电模式，涓流充电电流为恒流充电电流的 0.12 倍，当电池电压大于 2.9V，芯片采用恒流模式对电池充电，当电池电压接近 4.2V，充电电流逐渐减小，当充电电流减小到恒流充电电流的 0.1 倍时，充电过程结束。

当充电完成后，芯片会持续监测电池电压，如果电池电压降低到再充电阈值 4.0V 以下时，芯片重新开启新的充电周期，从而确保电池始终处于满电状态。

由于内置电源路径管理，VIN 在给充电仓电池充电的同时，另一路通过 OUT 给蓝牙耳机充电，即使电池电压为 0V，仍然可以由 VIN 供电正常给蓝牙耳机充电而无需等待电池电压上升到升压开启电压。LY6294ET 充电电流为 0.2A、0.3A、0.4A、0.9A 可选，其它电流版本需定制，充满电压默认提供 4.2V 版本，若需要 4.3V/4.35V 版本，请另行定制。

### 升压工作与待机状态

在待机模式下，若 OUT 端口检测到有负载接入，则芯片启动升压输出，当 OUT 负载电流小于 7mA 且持续 8S 后，芯片自动关机，关机后芯片待机电流为 4uA。

芯片 OUT 待机电压可设定为电池电压或固定 2V 电压 2 种情况：

1、如果 OUT 到 BAT 加上拉电阻 R4，则芯片 OUT 待机电压空仓时为电池电压，耳机在仓时为电池电压减去耳机待机电流在 R4 上产生的压降，R4 建议 200K。为了匹配耳机入仓检测，耳机端软件应设定为耳机入仓时打开下拉电流(大于 50uA 档位)或者打开下拉电阻(小于 100K 档位)，耳机入仓激活充电仓芯片升压后关闭上述下拉，或者待耳机充满电后关闭上述下拉。采用此种模式的优点是既可以保证耳机入仓检测的灵敏性，又可以将耳机的待机电流降低到最低值，所以优先推荐使用此待机模式。注意此种模式下不需要加 OUT 到地下拉电阻 R3。

2、如果需要待机电压为固定 2V，则不加 OUT 到 BAT 的上拉电阻 R4，但是此种情况下需要在 OUT 到 GND 加一个预留下拉电阻 R3，当耳机充满后有重复启动升压现象时，则通过调整这个下拉电阻来消除该现象，R3 默认建议 750K，根据耳机实际情况调整。

如果需要按键，可以在 OUT 脚接 200Ω电阻和按键到地，单击按键开机升压和显示电量。

升压启动时内置软启动电路，防止启动瞬间电池对输出电容充电而出现较大的冲击电流，工作时开关工作频率为 1MHZ，最大输出电流为 1A，轻载时，芯片进入间歇性工作模式，以降低损耗。

### EN 脚使能控制

LY6294ET 的 EN 脚可以直接接受 HALL 芯片输出信号控制，VIN 接入充电时，若 EN 输入高电平，则边充边放路径关闭，OUT 输出 0V，EN 输入低电平后 OUT 恢复输出，VIN 接入条件

下无论 EN 输入什么信号，给充电仓电池的充电过程不受影响仍然正常充电；放电时，若 EN 输入高电平，升压关闭，OUT 输出 0V，EN 输入低电平后 OUT 恢复输出。

EN 脚可以直接接受霍尔芯片的输出信号，轻松实现开盖耳机自动回连、合盖自动给耳机充电，无需外加 MOS 管和三极管等输出回路控制电路，同时可实现开盖亮灯 8S。合盖时若耳机本身已充满电，则合盖亮 8S 后灭灯，合盖时若耳机未充满，则正常放电，直到耳机充满后灭灯。EN 脚也可以接受 MCU 的控制信号，快速关断 OUT 输出电压，可以实现充电仓与耳机的通讯，无需外加控制 MOS 和电流泄放 MOS。

## 保护功能

LY6294ET 提供全方位保护功能，以保证芯片在各种条件下能够稳定安全的工作，包括：

1、温度保护：无论充电还是放电状态，若芯片结温升高到  $110^{\circ}\text{C}$ ，则充电或放电电流开始减小，芯片进入温度限制模式，若结温继续升高到  $140^{\circ}\text{C}$ ，则电流减小到 0，由于温度限制，不用担心芯片温度过高而损坏。

2、短路保护/重载保护：如果输出短路，或者触发输出重载保护，芯片关闭输出并锁定，这时需要移除短路条件后，重新接入负载或者插入 USB 充电器后自动恢复到正常工作状态。

3、电池欠压保护：放电时，若电池电压低于  $2.8\text{V}$ ，则关闭输出，需要重新给电池充电至  $3.2\text{V}$  以上时，才可以再次放电。

4、VIN 欠压保护，当 VIN 电压低于  $4.1\text{V}$  时，关闭充电通路，防止电池倒灌电流到充电器。

## NTC 保护

LY6294ET 提供电池温度保护功能，芯片通过检测 NTC 脚电阻值来判断电池温度是否超过设定温度范围，有以下 3 种情况：

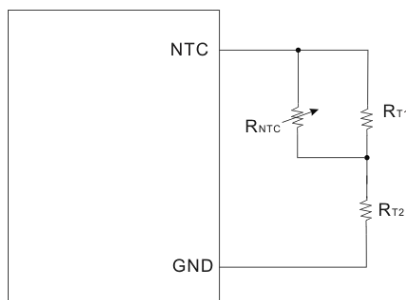
1、若不需要 NTC 功能，NTC 脚必须悬空。

2、使用芯片默认的保护温度值，只需按照典型应用电路图，在 NTC 脚到地使用一颗标准阻值为  $10\text{K}$  且  $\beta=3950$  的 NTC 电阻即可，此时电池正常工作状态如下：

充电状态： $0^{\circ}\text{C}<T<45^{\circ}\text{C}$  时，正常充电； $T\leq 0^{\circ}\text{C}$  或  $T\geq 45^{\circ}\text{C}$  时，停止充电；

放电状态： $-10^{\circ}\text{C}<T<60^{\circ}\text{C}$  时，正常放电； $T\leq -10^{\circ}\text{C}$  或  $T\geq 60^{\circ}\text{C}$  时，停止放电。

3、若需要调节温度保护值，可以给  $R_{\text{NTC}}$  并联电阻和串联电阻进行调节，如下图所示：



$R_{\text{NTC}}$  采用阻值为  $10\text{K}$  且  $\beta=3950$  的 NTC 电阻，芯片通过检测 NTC 脚电阻值的大小来判断温度的高低，充电时高温检测电阻值为  $4.4\text{K}$ ，低温检测电阻值为  $33\text{K}$ ，充电时计算公式如下：

$$R_{T1} // R_{NTC\_HOT} + R_{T2} = 4.4K,$$

$$R_{T1} // R_{NTC\_COLD} + R_{T2} = 33K;$$

放电时高温检测电阻值为 2.5K，低温检测电阻值为 55K，放电时计算公式如下：

$$R_{T1} // R_{NTC\_HOT} + R_{T2} = 2.5K,$$

$$R_{T1} // R_{NTC\_COLD} + R_{T2} = 55K。$$

通过查找对应保护温度点的 NTC 电阻值  $R_{NTC\_HOT}$  和  $R_{NTC\_COLD}$ ，即可得出  $R_{T1}$  和  $R_{T2}$  的阻值。

根据  $R_{T1}$  和  $R_{T2}$  的不同选择组合，温度调节分 3 种不同情况：

1)  $R_{T1}$  开路，只接  $R_{T2}$ ，此时  $R_{T2}$  一般选择 200Ω~1KΩ 之间，高温和低温保护温度同时升高，但是低温保护温度升高很小可以忽略，主要是高温保护温度升高为主。常用参考如下：

| RT2 阻值 | 充电温度范围     | 放电温度范围     |
|--------|------------|------------|
| 200Ω   | 0℃<T<46℃   | -10℃<T<62℃ |
| 300Ω   | 0℃<T<47℃   | -10℃<T<64℃ |
| 510Ω   | 0℃<T<48℃   | -10℃<T<66℃ |
| 750Ω   | 0.5℃<T<50℃ | -10℃<T<70℃ |
| 1KΩ    | 0.5℃<T<52℃ | -10℃<T<75℃ |

2)  $R_{T2}$  短路，只接  $R_{T1}$ ，此时  $R_{T1}$  一般选择 20KΩ~300KΩ 之间，保护温度降低，当  $R_{T1}$  低于 56K 后放电无低温无保护，当  $R_{T1}$  低于 33K 后充电与放电均无低温无保护。常用参考如下：

| RT1 阻值 | 充电温度范围      | 放电温度范围     |
|--------|-------------|------------|
| 200KΩ  | -3.5℃<T<45℃ | -16℃<T<60℃ |
| 100KΩ  | -7℃<T<44℃   | -24℃<T<59℃ |
| 51KΩ   | -20℃<T<43℃  | T<58.5℃    |
| 30KΩ   | T<41℃       | T<58℃      |
| 20KΩ   | T<39℃       | T<57℃      |

3)  $R_{T1}$  和  $R_{T2}$  同时使用，高温保护温度升高，低温保护温度降低，此时  $R_{T1}$  一般选择 20KΩ~300KΩ 之间， $R_{T2}$  一般选择 200Ω~1KΩ 之间。常用参考如下：

| RT1 阻值 | RT2 阻值 | 充电温度范围      | 放电温度范围     |
|--------|--------|-------------|------------|
| 100KΩ  | 1KΩ    | -7℃<T<51℃   | -24℃<T<74℃ |
| 100KΩ  | 750Ω   | -7℃<T<49℃   | -24℃<T<69℃ |
| 100KΩ  | 100Ω   | -7℃<T<45℃   | -24℃<T<60℃ |
| 200KΩ  | 750Ω   | -3.5℃<T<50℃ | -16℃<T<70℃ |
| 200KΩ  | 510Ω   | -3.5℃<T<48℃ | -16℃<T<66℃ |
| 51KΩ   | 750Ω   | -18℃<T<48℃  | T<69℃      |
| 30KΩ   | 750Ω   | T<45.5℃     | T<68℃      |

LY6294ET 无法同时满足高温保护温度降低，低温保护温度升高的需求。

特别注意：使用 NTC 功能时必须先焊接 NTC 脚电阻，后接电池。

## LED 指示

LY6294ET 支持 1~2 灯指示

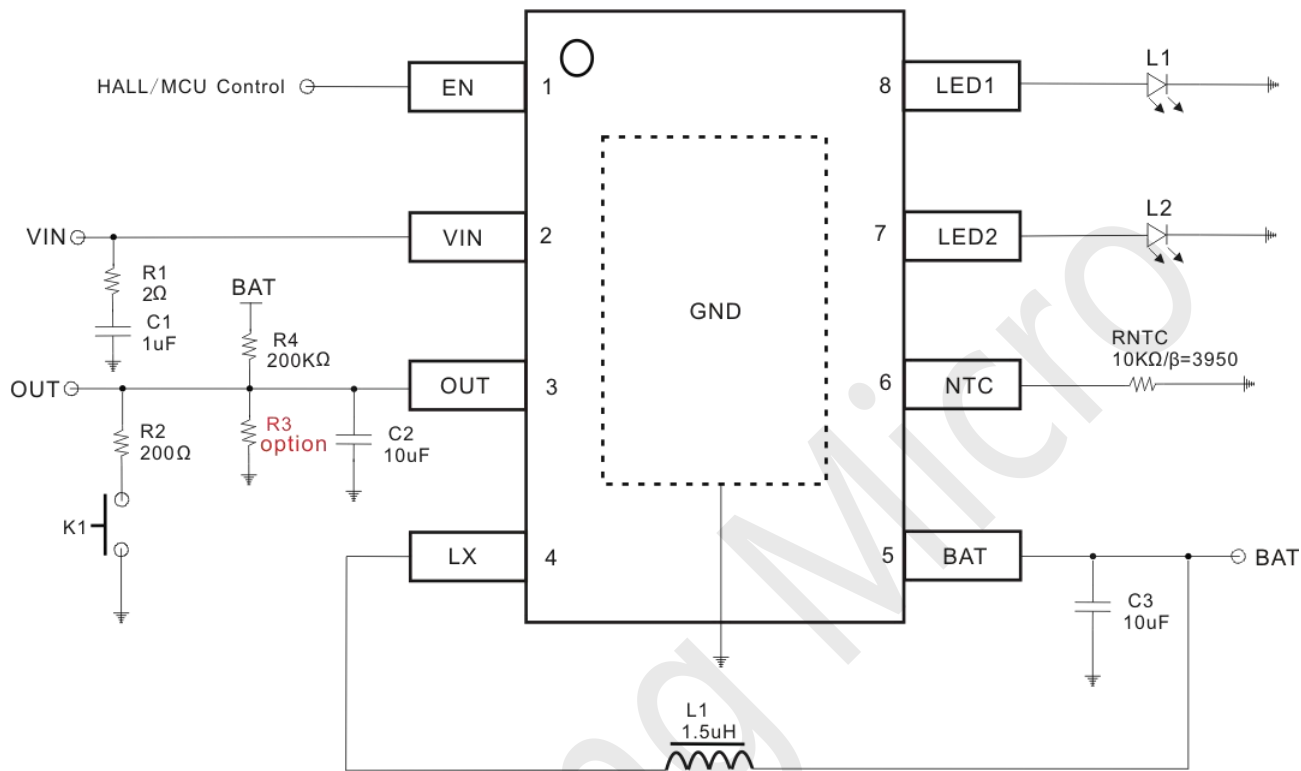


Fig5. 2 灯模式 (LED3 须接地)

| 工作模式 | 状态        | L1     | L2     |
|------|-----------|--------|--------|
| 充电   | 充电        | 1HZ 闪烁 | 灭      |
|      | 充满        | 常亮     | 灭      |
| 放电   | >3.1V     | 灭      | 常亮     |
|      | 2.8V-3.1V | 灭      | 2HZ 闪烁 |
|      | <2.8V     | 灭      | 灭      |

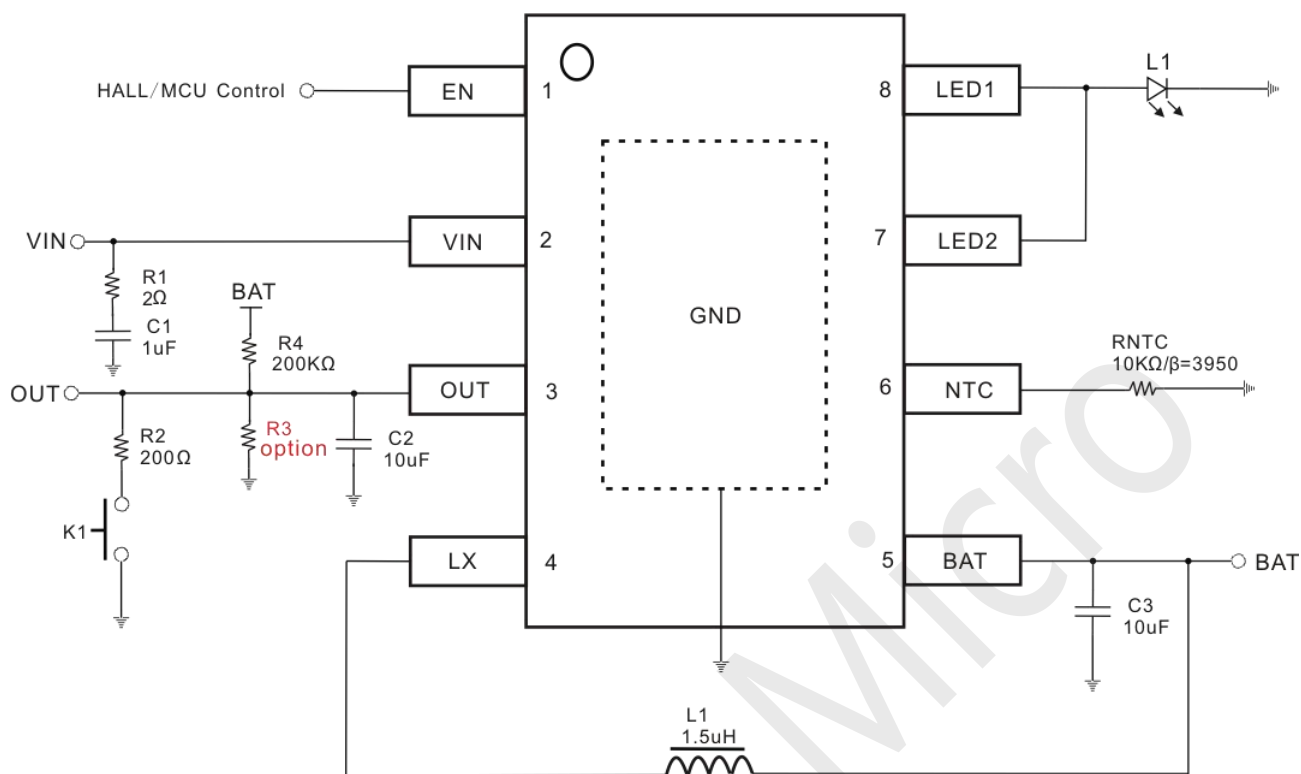


Fig6. 1 灯模式—1

| 工作模式 | 状态        | L1    |
|------|-----------|-------|
| 充电   | 充电中       | 1HZ闪烁 |
|      | 充满        | 常亮    |
| 放电   | >3.1V     | 常亮    |
|      | 2.8V-3.1V | 2HZ闪烁 |
|      | <2.8V     | 灭     |

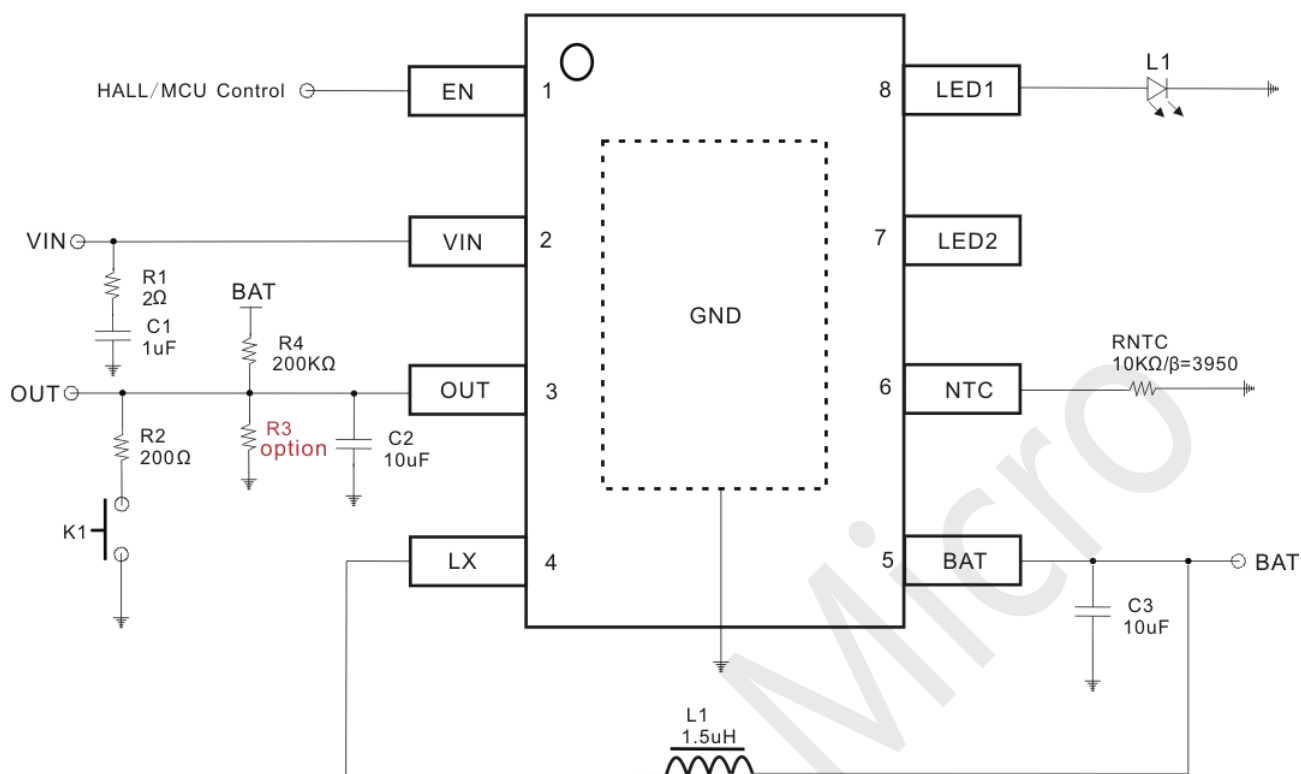


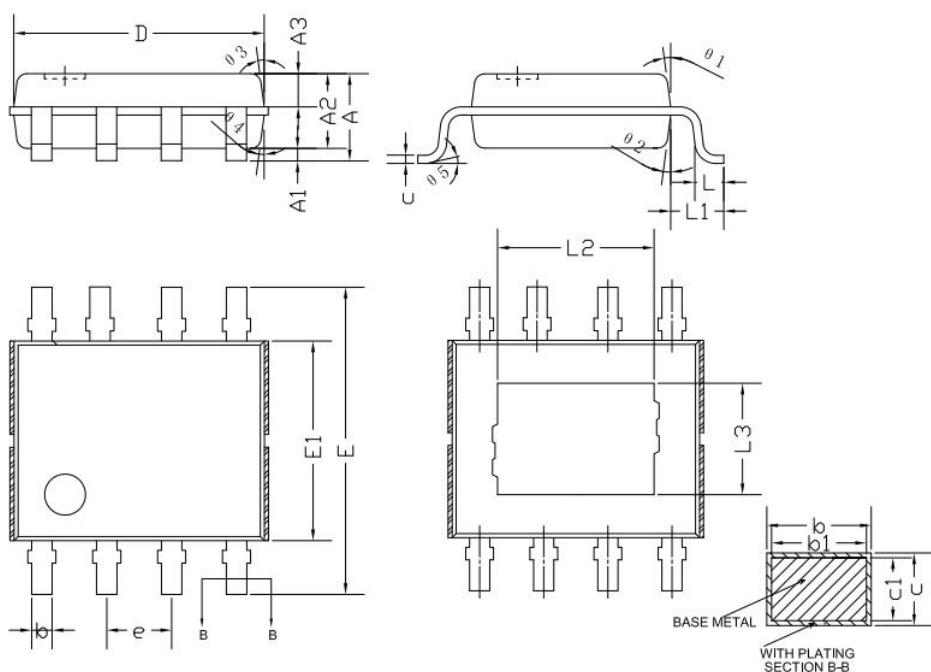
Fig7. 1 灯模式—2

| 工作模式 | 状态  | L1    |
|------|-----|-------|
| 充电   | 充电中 | 1HZ闪烁 |
|      | 充满  | 常亮    |
| 放电   | 放电中 | 灭     |

## PCB LAYOUT 注意事项

- 1、BAT 电容尽量靠近 BAT 脚；走线先经过电容再到芯片 BAT 脚；
- 2、芯片底部是芯片的地线，必须与 PCB 有良好接触，地线尽量保持完整，不被其它走线截断；
- 3、OUT 电容尽量靠近芯片，OUT 走线尽量短、宽；
- 4、电感靠近 SW 引脚，芯片和其它器件不要放置于电感正背面，以避免耦合干扰；
- 5、待机电压选择固定 2V 模式时，R3 须预留电阻位置备用，用于调节自动检测电流。

## 封装信息



| SYMBOL     | MILLIMETER |      |      |
|------------|------------|------|------|
|            | MIN        | NDM  | MAX  |
| A          | --         | --   | 1.65 |
| A1         | 0.05       | 0.10 | 0.15 |
| A2         | 1.40       | 1.42 | 1.50 |
| A3         | 0.60       | 0.65 | 0.70 |
| b          | 0.39       | --   | 0.46 |
| b1         | 0.38       | 0.41 | 0.44 |
| c          | 0.20       | --   | 0.24 |
| c1         | 0.19       | 0.20 | 0.21 |
| D          | 4.80       | 4.90 | 5.00 |
| E          | 5.90       | 6.00 | 6.20 |
| E1         | 3.85       | 3.90 | 4.00 |
| e          | 1.27(BSC)  |      |      |
| L          | 0.50       | 0.60 | 0.70 |
| L1         | 1.05(REF)  |      |      |
| L2         | 3.10(REF)  |      |      |
| L3         | 2.20(REF)  |      |      |
| $\theta_1$ | 6°         | ~    | 12°  |
| $\theta_2$ | 6°         | ~    | 12°  |
| $\theta_3$ | 5°         | ~    | 10°  |
| $\theta_4$ | 5°         | ~    | 10°  |
| $\theta_5$ | 0°         | ~    | 6°   |

注：本公司有权对该产品提供的规格进行更新、升级和优化，客户在试产或下订单之前请与本公司销售人员获取最新的产品规格书。