

概述

SY8812是一款专为蓝牙耳机仓设计的芯片。芯片内部集成充电模块和放电模块。充电电流外部可以调节；放电模块集成两路输出限流开关，提供了独立的负载存在检测和负载插入检测，同时支持输出电流检测。芯片集成NTC保护功能，更安全的对电池进行充放电。

SY8812具备放电使能控制，MCU可以直接通过EN来灵活控制芯片的放电功能。SY8812集成了单线的状态码输出，方便实现芯片向MCU上报芯片状态。SY8812非常适合蓝牙耳机充电仓的设计，极大简化了外围电路和元器件，为蓝牙耳机充电仓的应用提供了简单易用的方案。

SY8812采用的封装形式为3mm*3mm QFN16。

应用

蓝牙耳机充电仓
便携式锂电池应用
其他小功率电源应用

特点

- ◆ VIN端耐压可达30VDC
- ◆ 自动识别状态待机电流：5uA
- ◆ 常输出状态待机电流：2.5uA
- ◆ 充电电流可外部电阻调节
- ◆ 最大线性充电电流：1A
- ◆ 充电电流温度调节功能，充电电流随温度升高自动减小
- ◆ C/10 充电终止，自动再充电
- ◆ 4.2V/4.35V充电浮充电压，精度达±1%
- ◆ 集成充电过压保护
- ◆ 同步升压输出5.05V，效率高达93%@0.1A
- ◆ 支持负载插入识别
- ◆ 支持负载电流轻载检测，轻载检测电流3mA
- ◆ 具备负载电流两级过流保护功能
- ◆ 支持5.05V常输出
- ◆ 升压输出热调节功能
- ◆ 放电模块过流、短路、过压、过温保护
- ◆ 使能控制，状态控制
- ◆ 状态码输出
- ◆ 已通过IEC62368认证
- ◆ 1-4 LED显示，外部自动识别
- ◆ KEY版本：集成按键功能，单击启动放电&电量显示，长按3S按键关闭放电
- ◆ HALL版本：支持HALL芯片直接驱动，关盒自动启动放电，开盒耳机自动开机回连

典型应用电路（一）（充电：0.5A；放电截止：3mA；电池温度范围：充电 0°C~45°C；放电 0°C~45°C）

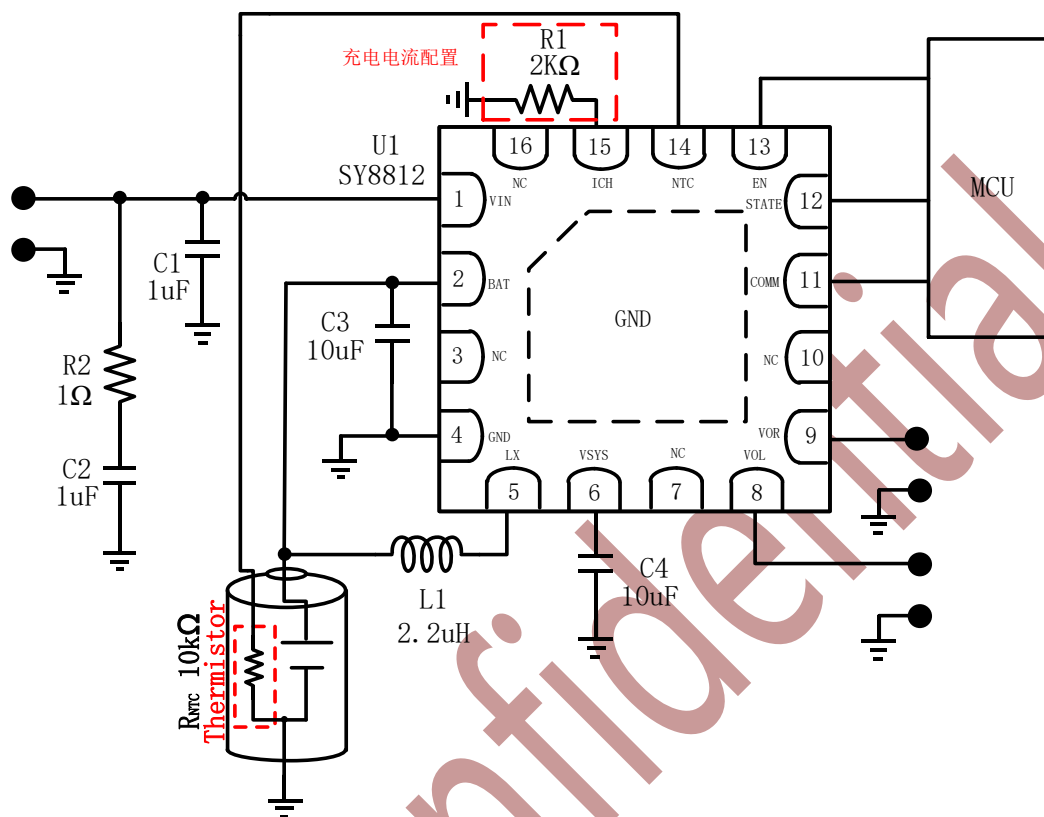


Fig.1. 典型应用电路图

（注：若选择 NTC 功能，则必须选择精度 1%、阻值 10K 且 $\beta = 3950$ 的 NTC 电阻；不需要 NTC 保护功能的应用中，NTC 脚浮空处理；）

典型应用电路（二）（充电：0.5A；放电截止：3mA；电池温度范围：充电 0°C~45°C；放电 0°C~45°C）

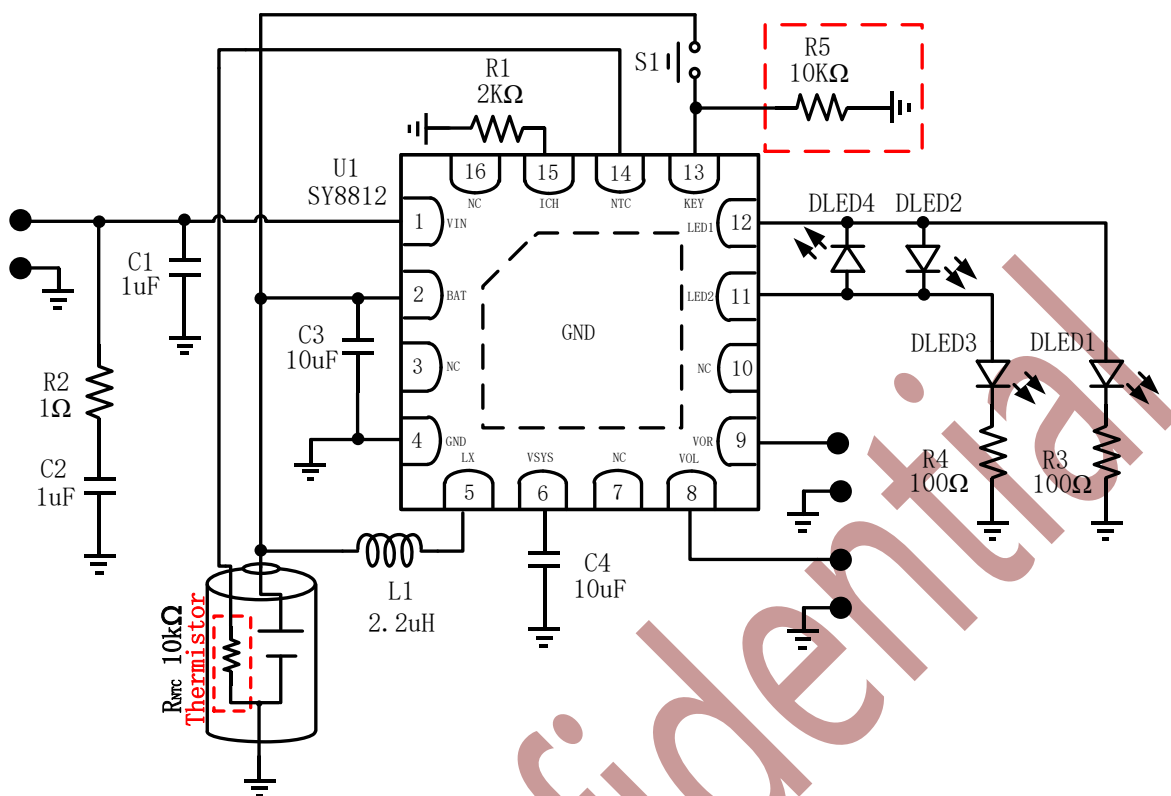


Fig.2. KEY 版本典型应用电路图

注：

1. KEY 键 PIN 通过电阻 R5 接地时 VOL、VOR 常输出 5.05V；不接电阻 R5 时，芯片工作在轻载自动关闭输出版本。
2. SY8812 的 LED 指示功能可芯片外部灵活配置，支持 1 灯、2 灯、3 灯、4 灯电量指示。
3. 若选择 NTC 功能，则必须选择精度 1%、阻值 10K 且 $\beta = 3950$ 的 NTC 电阻；不需要 NTC 保护功能的应用中，NTC 脚浮空处理；

典型应用电路（三）（充电：0.5A；放电截止：3mA；电池温度范围：充电 0℃~45℃；放电 0℃~45℃）

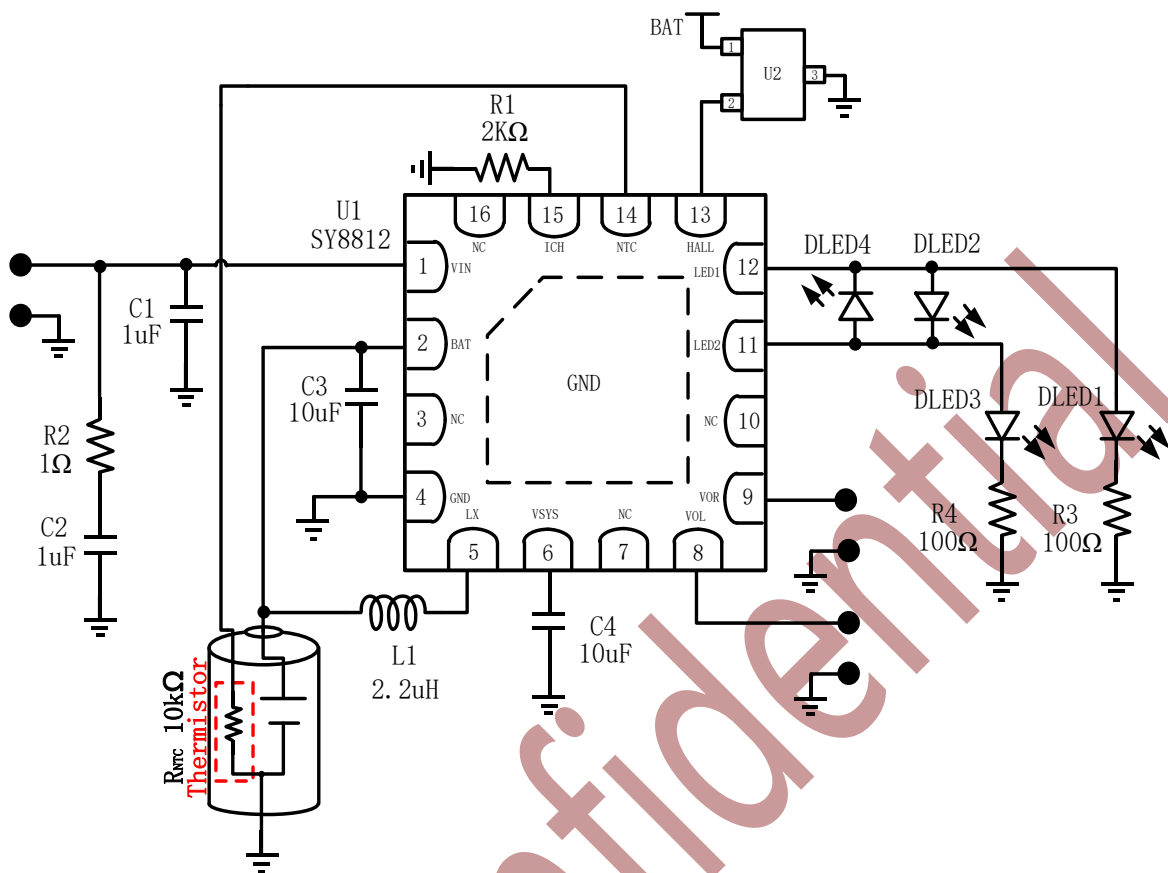


Fig.3. HALL 版本典型应用电路图

注：

1. SY8812 的 LED 指示功能可芯片外部灵活配置，支持 1 灯、2 灯、3 灯、4 灯电量指示。
2. 若选择 NTC 功能，则必须选择精度 1%、阻值 10K 且 $\beta = 3950$ 的 NTC 电阻；不需要 NTC 保护功能的应用中，NTC 脚浮空处理；

管脚功能

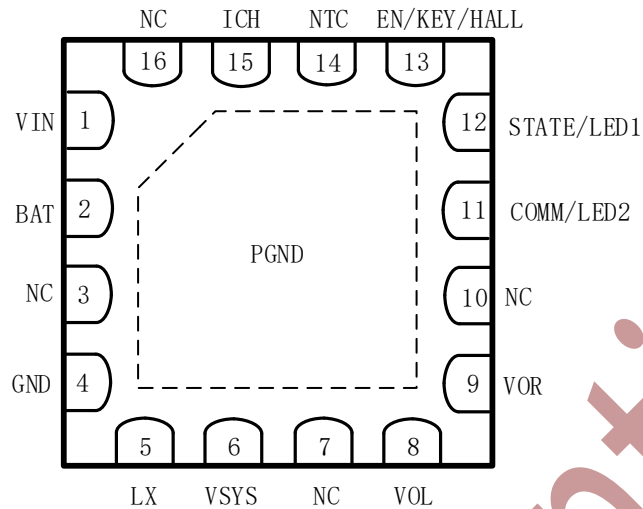


Fig.4. 芯片引脚示意图

| 名称 | 端口 | I/O | 功能描述 |
|-------------|------|-----|--|
| VIN | 1 | I | 适配器输入端 |
| BAT | 2 | I | 电池正极输入 |
| NC | 3 | - | 无连接 |
| GND | 4 | - | 系统地 |
| LX | 5 | O | 开关输出端 |
| VSYS | 6 | O | BOOST 输出端 |
| NC | 7 | - | 无连接 |
| VOL | 8 | O | 左耳机电源 |
| VOR | 9 | O | 右耳机电源 |
| NC | 10 | - | 无连接 |
| COMM/LED2 | 11 | I | COMM: 芯片通讯状态控制端口: 在待机状态置高, 进入自动识别负载状态; LED2: LED 指示输出2 |
| STATE/LED1 | 12 | O | STATE: 芯片状态串码输出, 推挽输出 LED1: LED 指示输出1 |
| EN/KEY/HALL | 13 | I | 对于 EN 版本: 芯片放电使能控制输入端口 对于 KEY 版本: 连接到按键; 对于 HALL 版本: 连接到 HALL 元件 |
| NTC | 14 | I/O | 电池温度监测端口, 悬空时屏蔽 NTC 功能 |
| ICH | 15 | I | 充电电流设置端口, 必需外接电阻到 GND |
| NC | 16 | - | 无连接 |
| PGND | PGND | - | 连接到 GND |

订购信息

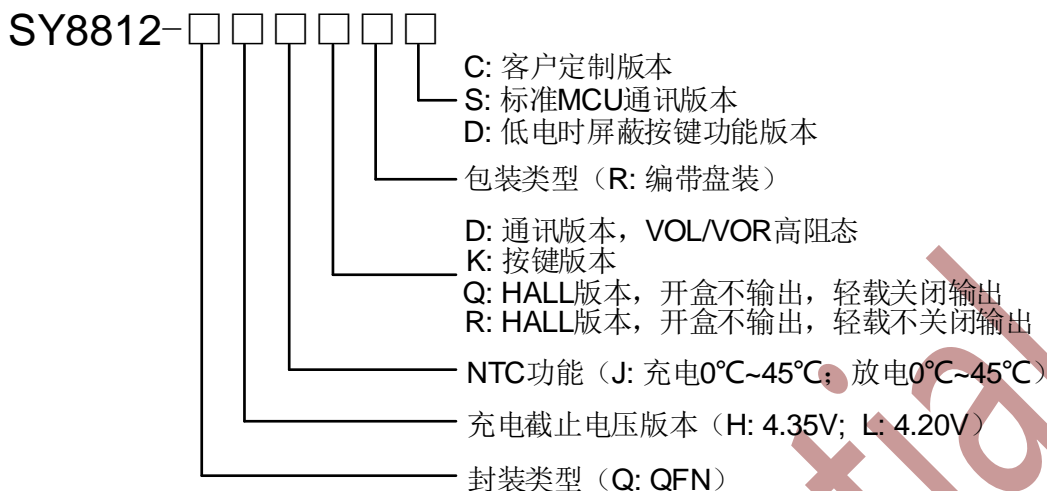
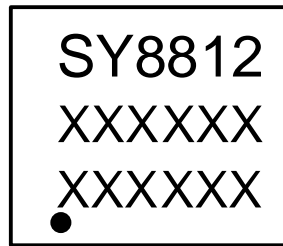


Fig.5. 订购信息示意图

| EN 版本 | | | |
|---------------|----------------|------------|----------|
| 订购型号 | 封装形式 | 充电截止电压 (V) | 包装数量 (颗) |
| SY8812-QLJDRS | QFN16(3mm*3mm) | 4.20 | 3000 |
| SY8812-QHJDRS | | 4.35 | 3000 |

| HALL/KEY 版本 | | | | | |
|---------------|--------------------|------------|---|--|----------|
| 订购型号 | 封装形式 | 充电截止电压 (V) | HALL/KEY 功能说明 | 灯显说明 | 包装数量 (颗) |
| SY8812-QLJQRD | QFN16 (3mm*3mm) | 4.20 | 1、HALL 开盒放入负载后只提示不输出 | 标准灯版本: 1、支持 1~4 灯显示 2、选择 2 灯时为 2 灯标准灯显 | 3000 |
| SY8812-QHJQRD | | 4.35 | 2、检测到输出轻载后关闭输出 | | |
| SY8812-QLJRDR | | 4.20 | 1、HALL 开盒放入负载后只提示不输出 | | 3000 |
| SY8812-QHJRDR | | 4.35 | 2、检测到输出轻载后不关闭输出 | | |
| SY8812-QLJKRD | | 4.20 | 当 KEY 配置为“自动识别”版本时: 1、单击 KEY 升压 5.05V, 查看电量; 2、长按 KEY 关闭 VOL/VOR 的 5.05V, 且 VOL/VOR 被弱上拉到 VBAT; | | 3000 |
| SY8812-QHJKRD | | 4.35 | 当 KEY 配置为“常 5.05V 输出”版本时: 1、单击/长按 KEY 查看电量; | | 3000 |

丝印说明



1. 第一行 6 位字符为产品型号;
2. 第二行 6 位字符前 4 位为年周号, 后 2 位为生产代码;
3. 第三行 6 位字符为生产批号;

功能框图

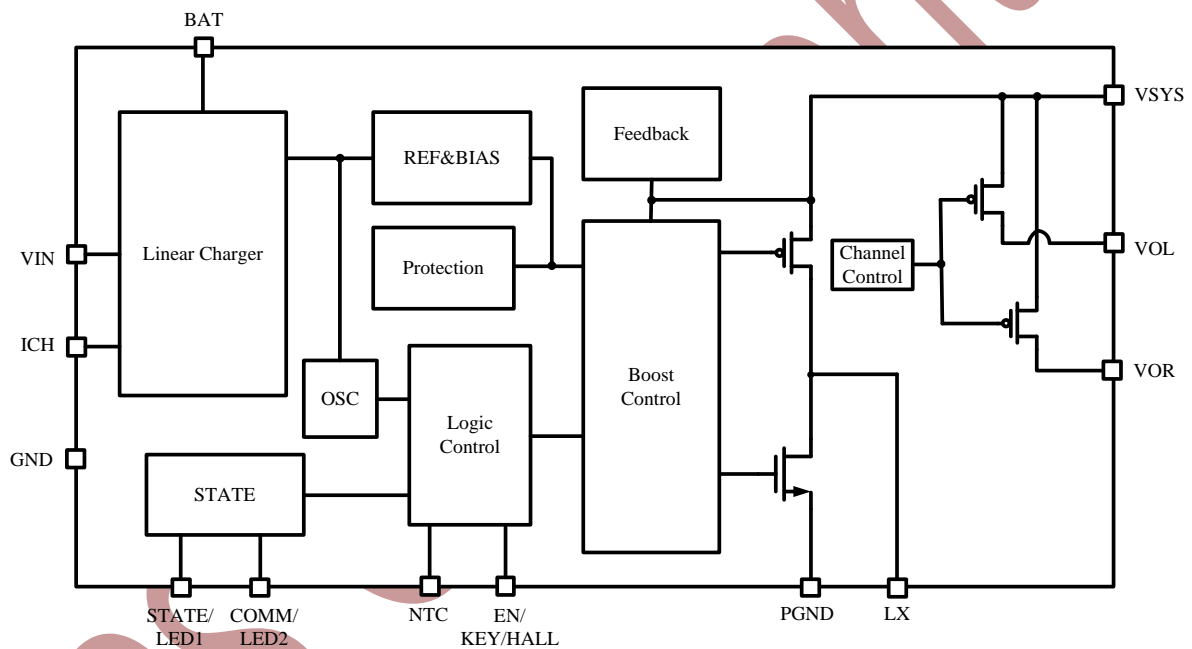


Fig.6. 功能框图

电性参数

极限参数⁽¹⁾

| 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|------|-----|----|
| VIN引脚耐压 | -0.3 | +30 | V |
| 其余引脚耐压 | -0.3 | +6 | V |
| 储存环境温度 | -65 | 150 | °C |
| 工作环境温度 | -20 | 85 | °C |
| 工作结温范围 | -40 | 150 | °C |
| HBM（人体放电模型） | 2K | - | V |
| MM（机器放电模型） | 200 | - | V |
| CDM（器件放电模型） | 1000 | - | V |

推荐工作条件⁽²⁾

输入电压----- 2.9V to 5.5V
 工作结温范围----- -40°C to 125°C
 环境温度范围----- -20°C to 85°C

注：

- (1) 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。
 (2) 推荐工作条件是指超过该条件外不能保证正常工作。

典型性能参数

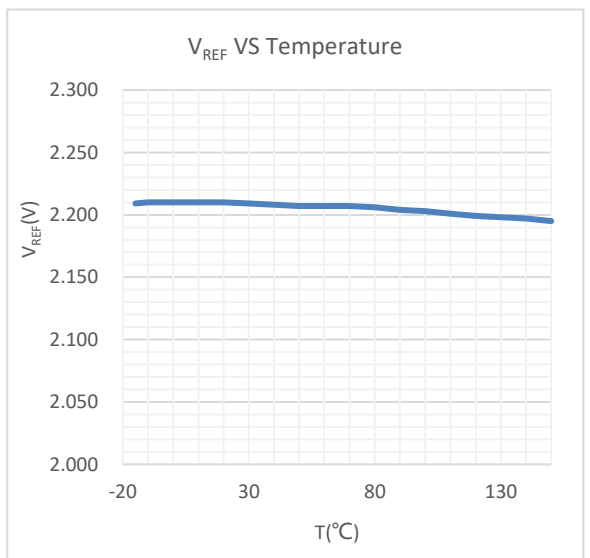
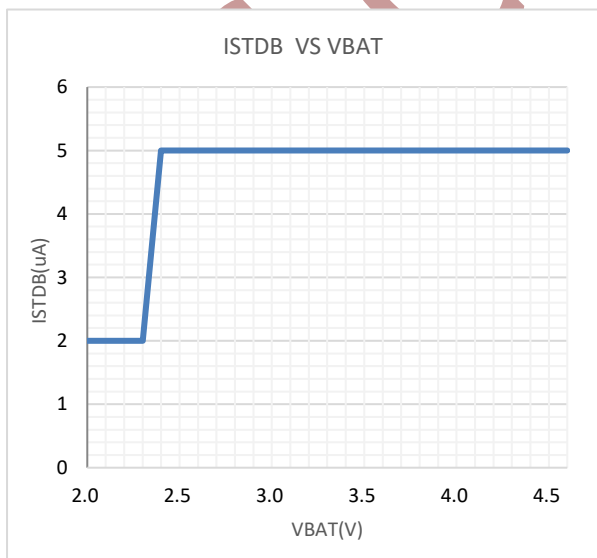
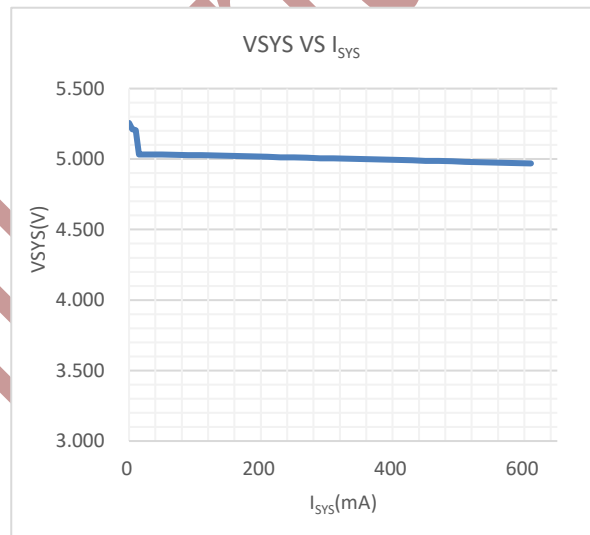
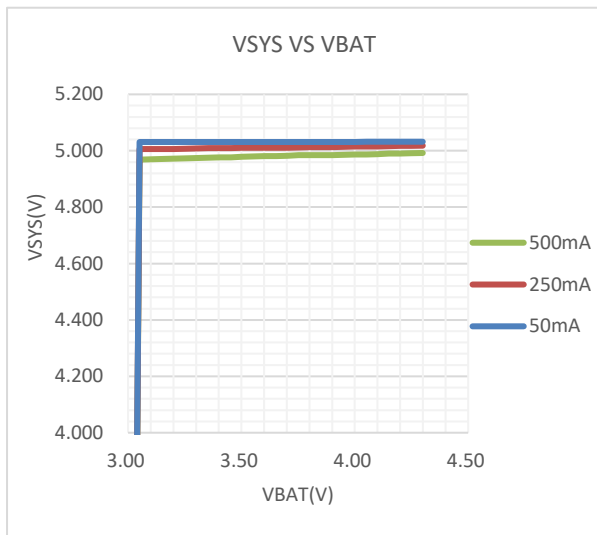
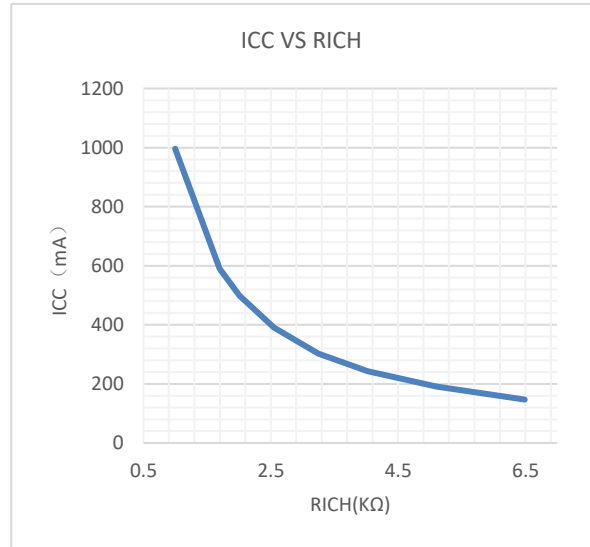
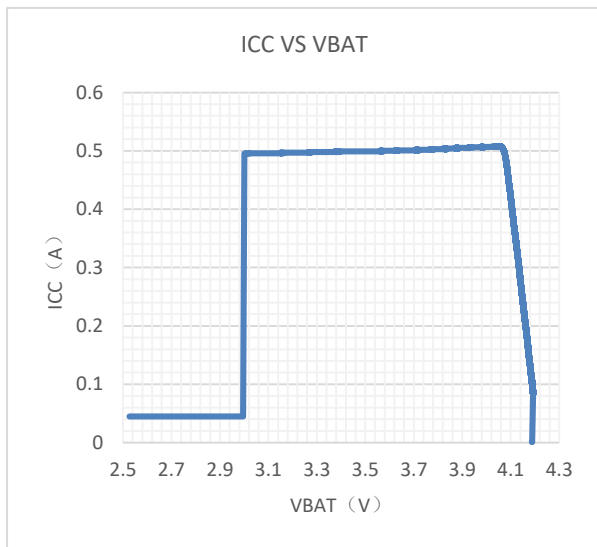
（如无特殊说明，VIN=5V，VBAT=3.7V，Ta=25°C，L1=2.2uH）

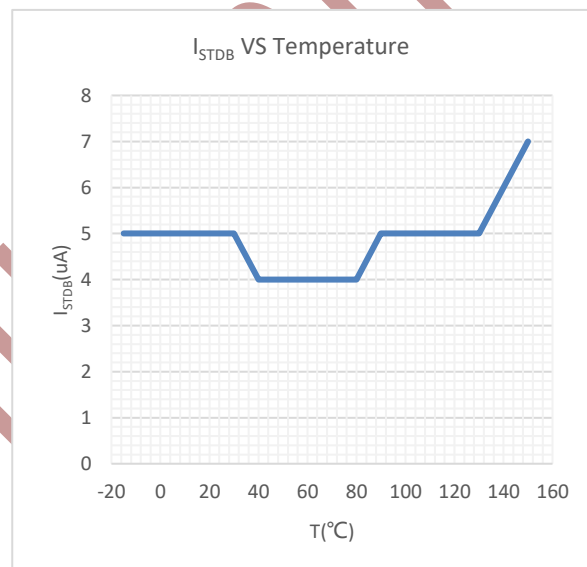
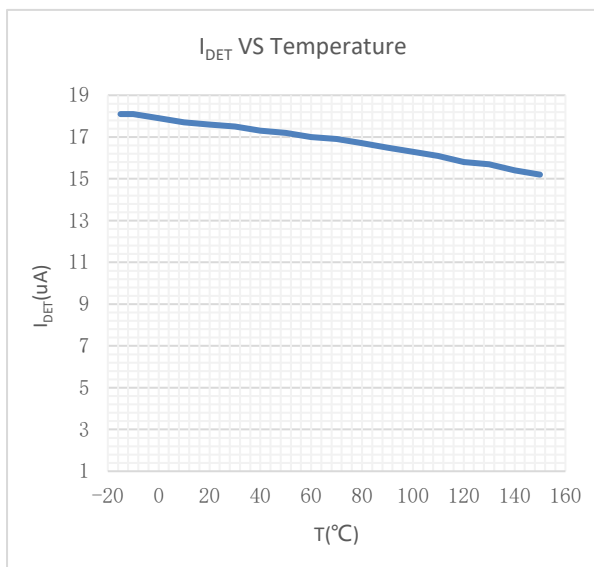
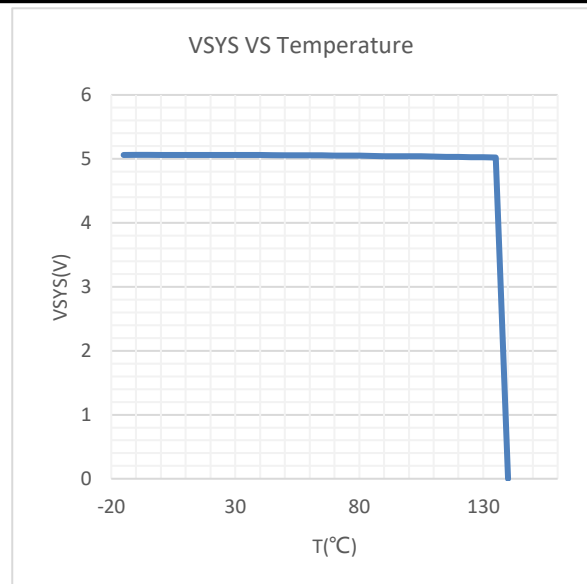
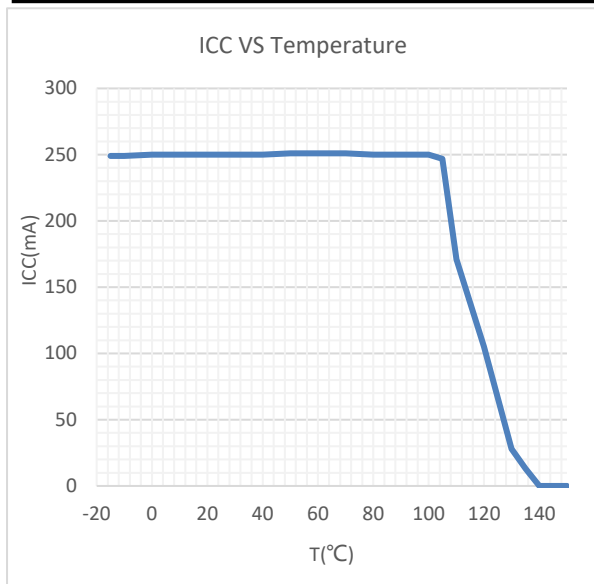
| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|-----------------------|------|------|-----|------|----|
| ISTDB | 待机电流（EN=0或负载自动识别版本） | | 3 | 5 | 7 | μA |
| | 空载电流（EN=1或常输出5.05V版本） | | - | 2.5 | 5 | μA |
| IEN | EN引脚下拉电流 | | - | 2 | - | uA |
| VENH | EN高门限阈值 | | - | 2 | - | V |
| VENL | EN低门限阈值 | | - | 0.5 | - | V |
| Tcode | 状态码单位时间 | | 0.4 | 0.5 | 0.6 | mS |
| IKEY | KEY引脚下拉电流 | | - | 60 | - | uA |
| TKEY_S | 单击KEY键时间 | | 100 | - | - | mS |
| TKEY_L | 长按KEY键时间 | | 1.5 | - | - | S |
| VHALLH | HALL高门限阈值 | | - | 2 | - | V |
| VHALLL | HALL低门限阈值 | | - | 0.5 | - | V |
| THALL | HALL跳变滤波时间 | | 48 | - | - | mS |
| OTP | 过温保护 | | - | 150 | - | °C |
| THYS | 过温保护滞回 | | - | 20 | - | °C |
| 充电部分 | | | | | | |
| VIN | 输入电压范围 | | 4.4 | 5 | 6 | V |
| VINOV | 输入过压保护 | | 5.8* | 6 | 6.2* | V |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|--|---|---------------------|-------|------------------|----|
| V _{UV} | 输入欠压保护 | | 4.2 [*] | 4.4 | 4.6 [*] | V |
| V _{DPPM} | VIN自适应适配器电压点 | | 4.4 [*] | 4.6 | 4.8 [*] | V |
| V _{FLOAT} | 浮充电压, 4.20V版本 | 0°C≤TA≤85°C | 4.158 | 4.2 | 4.242 | V |
| | 浮充电压, 4.35V版本 | | 4.306 | 4.350 | 4.393 | V |
| ΔV _{RECHRG} | 再充电迟滞电压 | V _{FLOAT} -V _{RECHRG} | 150 | 200 | 250 | mV |
| I _{CC} | 恒流充电电流 | R _{ICH} =4.0K | 0.225 | 0.250 | 0.275 | A |
| I _{TRIKL} | 涓流充电电流 | R _{ICH} =4.0K | - | 25 | - | mA |
| V _{TRIKL} | 涓流充电阈值电压 | | - | 3.0 | - | V |
| V _{TRHYS} | 涓流充电迟滞电压 | | - | 200 | - | mV |
| I _{TERM} | 终止电流门限 | | 0.1*I _{CC} | | | mA |
| V _{BAT} OVP | 电池过压保护电压 | 4.20V版本 | - | 4.5 | - | V |
| | | 4.35V版本 | - | 4.65 | - | V |
| 放电部分 | | | | | | |
| V _{BAT} | 电池工作电压 | | 3 | - | 4.35 | V |
| V _{UV_BAT} | 电池低电量关闭输出电压 | | - | 3.05 | - | V |
| V _{HYS_BAT} | 电池欠压闭锁迟滞 | VBAT上升、无VIN | - | 0.3 | - | V |
| | | VBAT上升、有VIN | - | 0.6 | - | V |
| V _{SYS} | 额定输出电压 | VBAT=3.7V | 4.95 | 5.05 | 5.15 | V |
| R _{PMOS} | 高边PMOS导通电阻 | | - | 300 | - | mΩ |
| R _{NMOS} | 低边NMOS导通电阻 | | - | 200 | - | mΩ |
| I _{PNMOS} | 低边NMOS峰值限流 | | - | 1 | - | A |
| I _{sys} | 输出电流 | VBAT=3.0~4.2V | - | 0.5 | - | A |
| η | 转换效率 | VBAT=4.2V V _{SYS} =5.05V& I _{sys} =0.1A | - | 93 | - | % |
| V _{RIPPLE} | 输出纹波电压 | V _{SYS} =5.05V& I _{sys} =0.1A | - | 100 | - | mV |
| T _{SHUT_LED} | 输出无负载, 或者轻载时, 关闭VOL/VOR 时间 (自动识别负载版本) | | - | 4 | - | S |
| V _{SHORT} | 短路保护电压 | | - | 4.3 | - | V |
| V _{sys_OVP} | 输出过压保护 | | - | 5.5 | - | V |
| T _{SS} | 软启动时间 | | - | 2 | - | ms |
| 输出限流开关 | | | | | | |
| I _{limt} | 单路输出电流开关限定电流 | VBAT=3.0~4.2V | - | 150 | - | mA |
| I _{END} | 轻载电流检测 | | - | 3 | - | mA |
| R _{vol} , R _{vor} | 限流开关阻抗 | V _{SYS} =5.05V | - | 920 | - | mΩ |
| LED显示 | | | | | | |
| V _{LB} | 低电量报警电压 | | - | 3.3 | - | V |
| I _{LED} | LED驱动电流 | | - | 2 | - | mA |

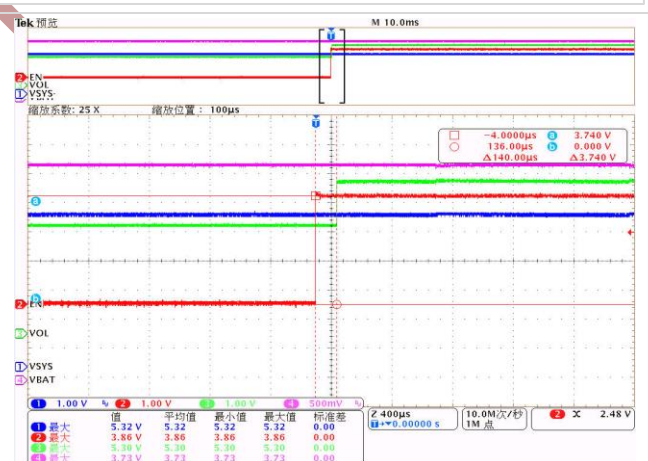
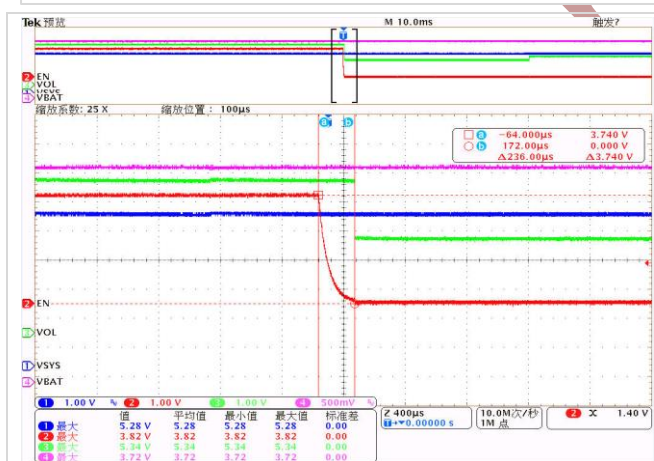
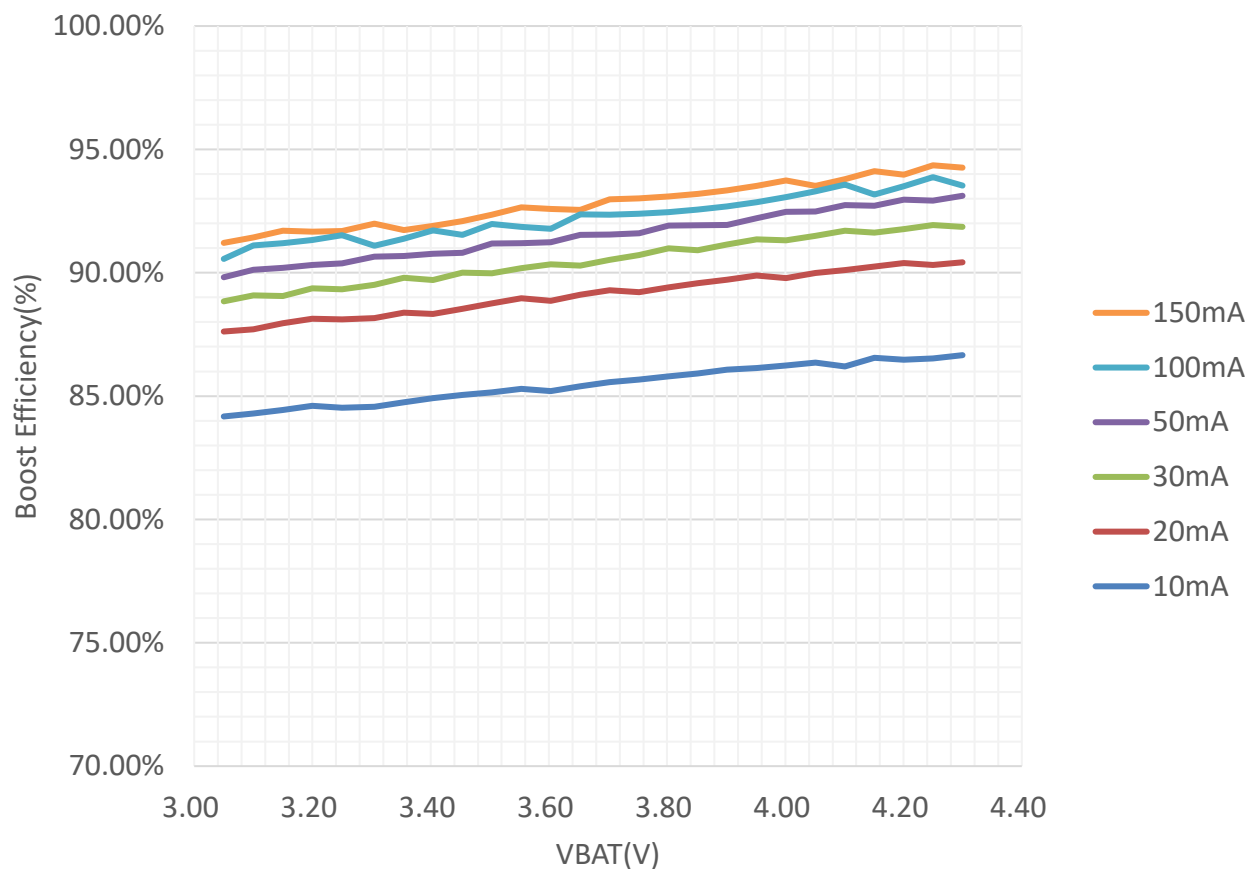
说明: 带*标的最小值或最大值为设计理论值;

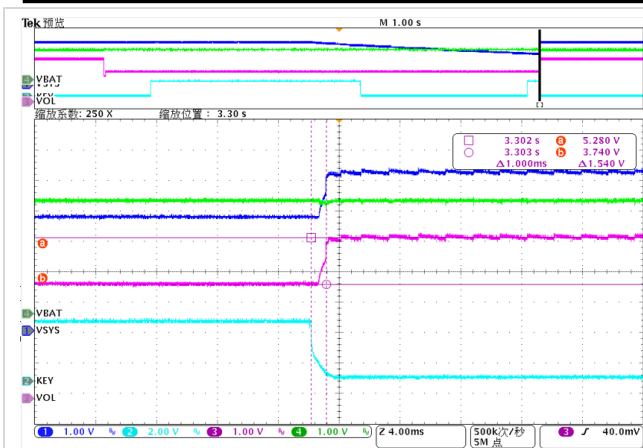
典型特性



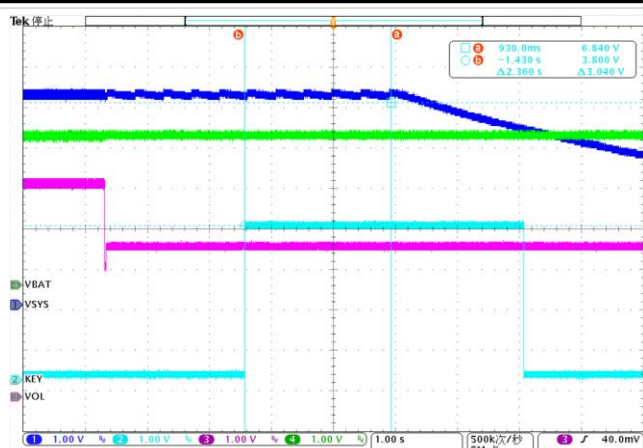


Boost Efficiency VS VBAT

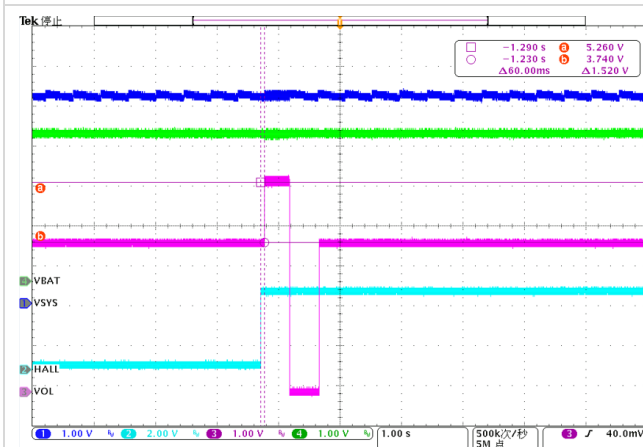




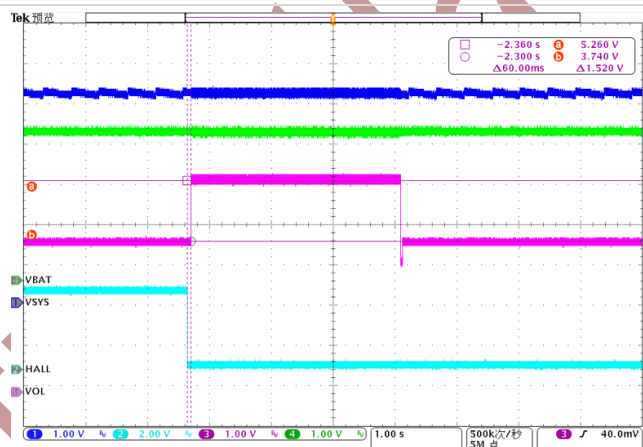
单击 KEY 启动 BOOST 波形



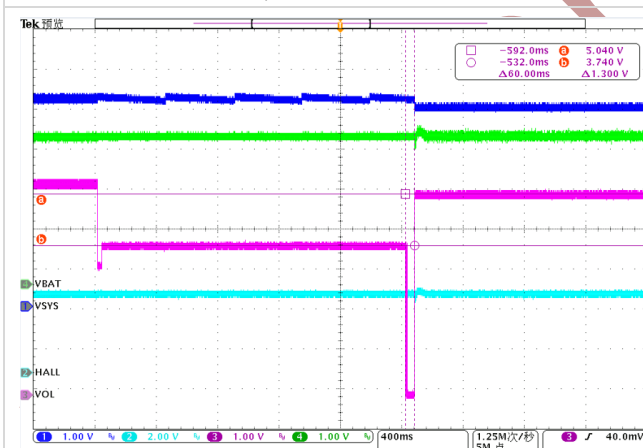
长按 KEY 关闭 BOOST 波形



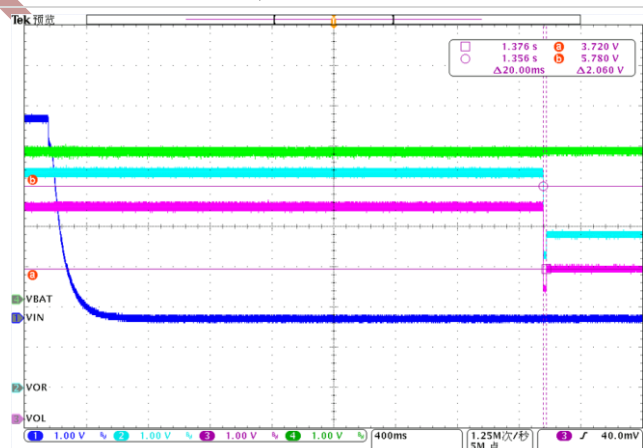
HALL 版本、空载、开盒波形



HALL 版本、空载、关盒波形



HALL 版本、开盒、放入负载波形



轻载自动关机波形

功能说明:

充电模块

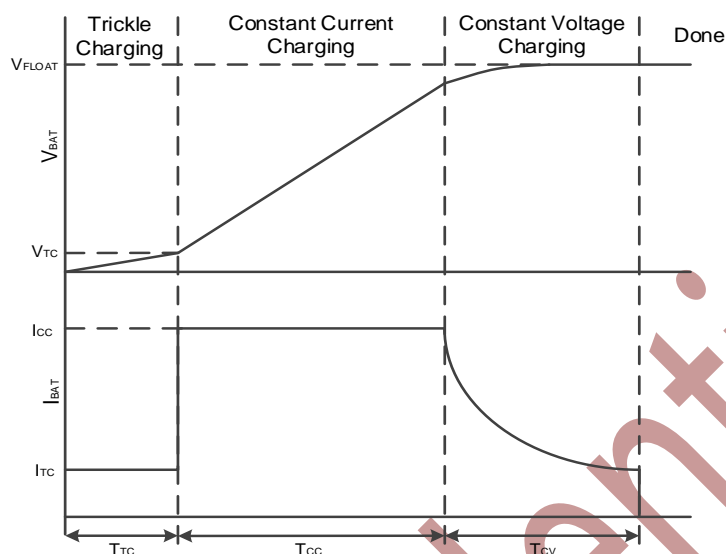


Fig.7. 充电模式示意图

SY8812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涓流、恒流和恒压充电。充电电流外部电阻可以调节，最大充电电流为1A。在恒流模式下芯片采用线性充电，充电电流为 I_{CC} ；在涓流模式下，充电电流为 $0.1 \cdot I_{CC}$ ；在恒压模式下，充电电流逐渐减小，当充电电流减小到充电截止电流以下时，充电周期结束。针对浮充电压为4.2V版本芯片，当电池电压再次降到4V以下，系统自动开始新的充电周期。

SY8812充电电流的计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{1000}{R_{ICH}(k\Omega)} \text{ (mA)}, \text{ 其中, } 30\text{mA} \leq I_{CC} \leq 1\text{A}, \text{ 禁止 } I_{CC} \text{ 的设置超出范围}$$

充电部分的保护和功能主要有：自适应适配器功能，过温限流功能， I_{CH} 短路/开路保护功能，输入过压/欠压保护功能。

芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 110°C 时自动降低充电电流，直到 150°C 以上将电流减小至0。这个功能可以使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。

当适配器输出电流小于设定的充电电流时，芯片能根据适配器最大输出电流自动调节，减小充电电流来适应适配器，防止适配器过放而造成的损坏。

放电模块

升压输出

SY8812 提供一路同步升压输出，集成功率 MOS，可提供 5.05V/0.5A 输出，效率高达 93%。SY8812 采用迟滞电流模式控制，芯片通过恒定电感电流纹波保持在大约 600mA；同时根据负载情况调整电感电流的直流值来保证输出电压恒定。由于输入电压、输出电压、电感量等均会影响电感电流的上升下降斜率，

SY8812 升压输出的开关频率并不固定，而是取决于芯片的工作状态。当所需要的平均输入电流已经小于由恒定迟滞电流窗口所确定的平均电感电流时，SY8812 会进入断续模式以保持轻载状态下工作的高效率。

Fig.8.为迟滞电流工作状态示意图

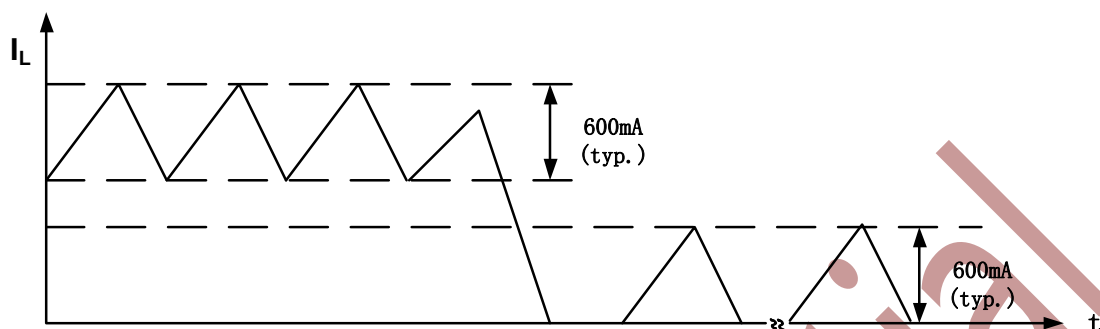


Fig.8. 迟滞电流工作状态

若负载电流继续降低，SY8812将进入Burst模式。在Burst模式下，芯片通过几个开关周期工作将输出电压上升至设定的电压点后进入Sleep状态，在Sleep状态中，芯片停止开关并保持在超低功耗状态，直到输出电压下降到另一个设定的电压点后再次打开功率开关。当负载电流大于Burst模式下所能提供的最大电流后，芯片退出Burst模式。Fig.9.为SY8812 Burst模式工作状态图。

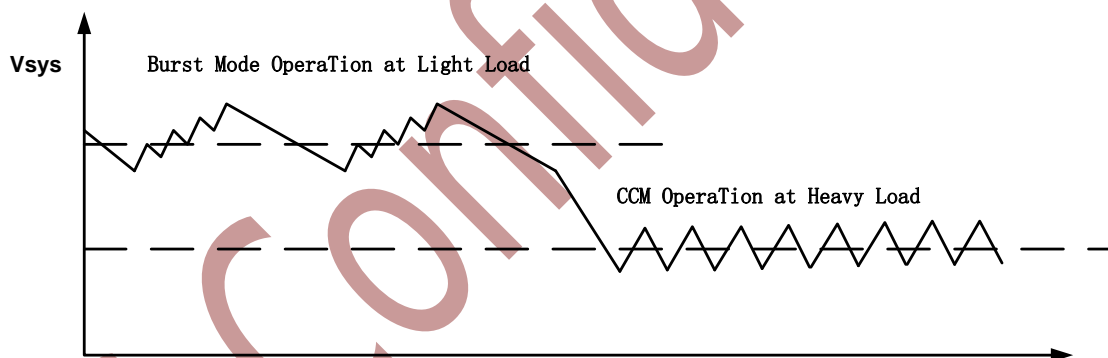


Fig.9. Burst 模式工作状态

当放电模块输出电流需要大于0.5A时，芯片进入逐周期限流模式，限定输出的峰值电流，输出电压开始减小。

SY8812提供输出过流、过压、短路、过热以及电池欠压等多种异常保护，可以有效保护电池及系统安全。在应用中如果发生VSYS过流或短路的情况时，系统自动关闭，并进入打嗝模式，当异常解除后，芯片自动恢复工作。

在放电过程中，如果电池电压下降到3V以下后，系统将自动关闭，并锁定在欠压闭锁状态，放电模块不工作。当电池电压回弹到欠压迟滞电压以上，且在EN端出现上升沿或者下降沿的情况，可重新启动放电模块；或者重新插入VIN激活系统，重新启动放电模块。

输出限流开关

SY8812集成了从VSYS到VOL和VOR的两路输出限流开关，在VOL和VOR端提供了负载插入识别和负

载电流检测。

当SY8812检测到负载插入后，芯片通过状态码上报MCU，再由MCU通过拉高EN管脚开启VOL或VOR端口的放电功能。

当VOL和VOR的端口电流均小于设定的轻载电流阈值（3mA）时，将触发芯片轻载；当VOL或VOR任一端口电流大于设定的电流（4mA）时，将触发芯片重载；触发轻载或者重载后，芯片STATE管脚将立即发送状态码上报MCU。

当正常输出的VOL/VOR的任一端口发生过流或者短路时，将同时关闭VOL和VOR，并进入打嗝模式同时通过状态码上报MCU。当异常解除后，芯片自动恢复输出。

EN 功能

SY8812 检测到 EN 为低电平时，关闭 VOL/VOR 输出通道并进入自动识别负载状态；EN 为高电平时打开 VOL/VOR 的放电功能。无论 EN 为高电平还是低电平，系统的 Boost 均保持启动状态。

SY8812 允许 MCU 通过 COMM 脚和 EN 脚输入组合产生 VOL/VOR 的不同输出状态的切换，实现仓与耳机之间的斩波通讯功能，COMM 脚芯片内部默认上拉。输入状态组合如下表所示。

表 1. EN 与 COMM 状态组合真值表

| EN | COMM | 功能 |
|----|------|-------------------------------|
| 0 | 0 | VOL/VOR 输出高阻态 |
| 0 | 1 | VOL/VOR 以自动识别电流上拉至 VBAT（待机状态） |
| 1 | 0 | VOL/VOR 输出 0V |
| 1 | 1 | VOL/VOR 输出 5.05V |

KEY 键功能

KEY键版本的KEY/HALL管脚需要接按键。

在VIN没有插入且电池电压正常的情况下，单击KEY键可以查看电量，同时启动放电模块。当电池电压低于3.0V时，单击KEY键，放电模块不启动，LED指示灯无反应。只有VIN重新插入或者待BAT电压回升到3.3V以上后单击KEY键才能重新启动放电模块。

在VIN没有插入且电池电压正常的情况下，长按KEY键3S可以强制关闭升压输出模块，单击KEY键或者重新放入负载可以再次启动。

HALL 功能

HALL 版本的 KEY/HALL 管脚需要接 HALL 元件。

SY8812 处于轻载状态时，将不会关闭 VSYS 的 5.05V 电压。在 Boost 启动之后，Boost 将一直工作，即 VSYS 一直有 5.05V，但 VOL/VOR 会根据当前的负载状态自动切换为：（1）5.05V 输出；（2）自动负载识别状态。

SY8812 检测到关盒信号时，VOL/VOR 将打开并输出 5.05V。

在关盒状态下，若两个耳机都充满：

- 1、HALL-Q 版本芯片会自动关闭 VOL/VOR，并将 VOL/VOR 恢复到自动识别状态，即 VOL/VOR 被弱上拉到 VBAT；
- 2、HALL-R 版本芯片不会关闭 VOL/VOR，将保持 VOL/VOR 输出 5.05V；

SY8812 检测到开盒信号时，VOL/VOR 将发送一个 5.05V 到 0V 的脉冲波形，如 Fig.10.所示，提醒耳机已经处于开盒状态。脉冲波形结束后 SY8812 将 VOL/VOR 输出约为 0V 的低压状态，确保耳机的开机回连。

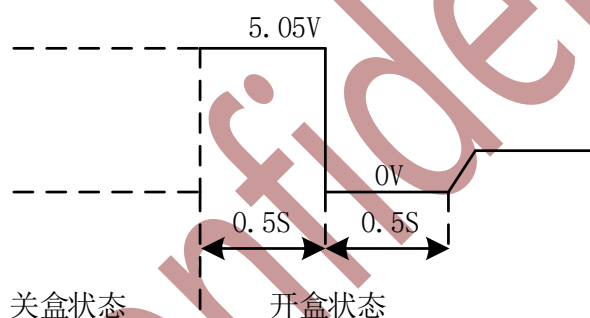


Fig.10. VIN=0 时，HALL 开盒示意图

在开盒状态下，若 SY8812 检测到耳机放入，则在耳机放入的时刻，LED 将以当前耳机仓电池电量闪烁一次，提醒用户耳机已正确放入以及当前仓的电池电量；此时对应放入耳机的输出端将会被拉低到约为 0V 的低压状态，未放入耳机的输出端将保持弱上拉到 VBAT；

电池温度保护（NTC）

SY8812提供电池温度保护（NTC）功能，一旦触发保护系统自动关闭，当这些异常解除后，系统恢复正常工作。在边充边放状态下，优先检测充电保护，当检测到充电保护后关闭充电，保持放电继续工作；若检测到放电状态下电池过温，则同时关闭充电和放电，只有当温度回到正常范围时才能继续启动充放电功能；SY8812放电电池温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；充电电池温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

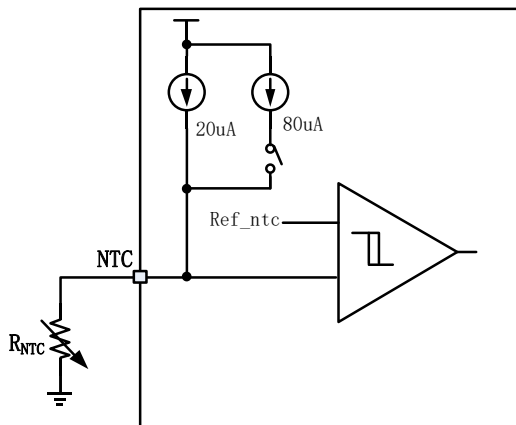


Fig.11. NTC 保护示意图

电池温度保护如图11所示，芯片内部提供恒定电流流经NTC电阻，通过检测NTC电阻上的电压来检测电池温度，芯片内部设定有高低温阈值来提供NTC保护。因此对于需要NTC保护的应用，NTC电阻必须选用 10K 且 $\beta = 3950$ ；若不需要NTC保护功能，则将NTC PIN脚浮空。NTC管脚不能接电容。

NTC功能如下表所示：

表 2. NTC 功能表

| | NTC功能 |
|-----|--|
| 充 电 | 1、 $T < 0^{\circ}\text{C}$ 时，关闭充电； 2、 $0^{\circ}\text{C} < T < 45^{\circ}\text{C}$ 时，以 I_{CC} 充电； 3、 $45^{\circ}\text{C} < T$ 时，关闭充电； |
| 放 电 | 1、 $T < 0^{\circ}\text{C}$ 时，关闭放电； 2、 $0^{\circ}\text{C} < T < 45^{\circ}\text{C}$ 时，正常放电； 3、 $45^{\circ}\text{C} < T$ 时，关闭放电； |

工作模式设置

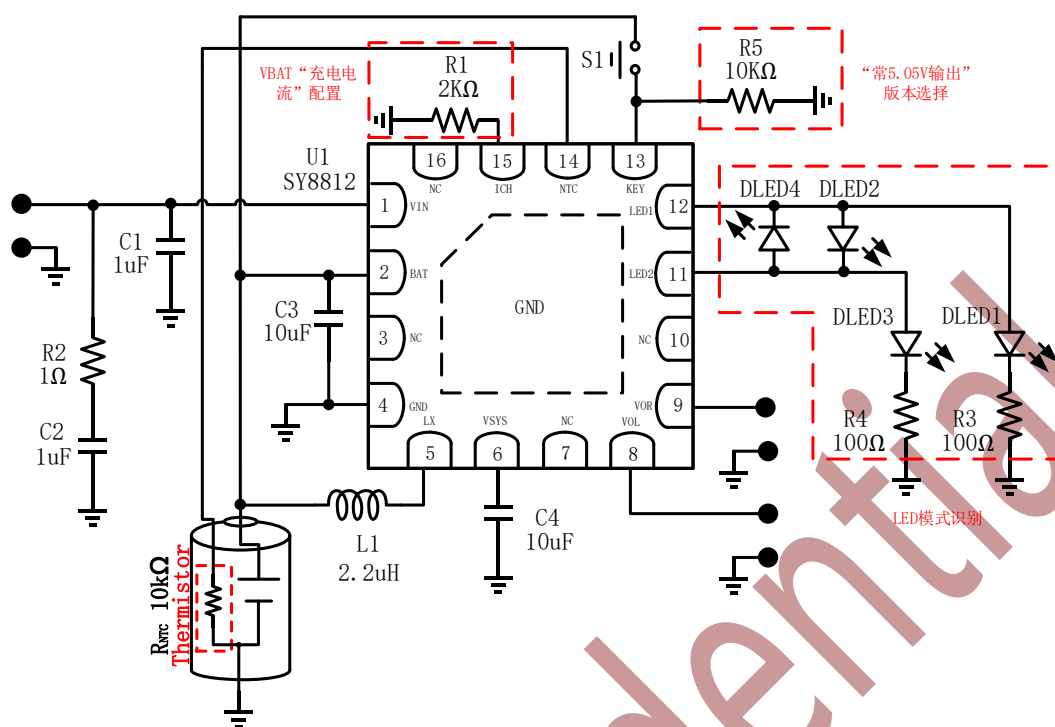


Fig.12. 工作模式设置

如Fig.12.所示，SY8812在KEY管脚通过接入电阻R5或者不接入电阻R5来设定常输出或者轻载关闭输出。

SY8812可以通过接入R1的阻值来设定充电电流的大小。

SY8812通过LED1、LED2 PIN脚灯的不同接法来自动设定显示模式，并支持1~4灯显示模式。

SY8812模式配置在VIN第一次上电时读取并锁定，只有芯片VBAT和VIN都掉电才能清除配置。

LED 灯显示

LED灯显示分为充电电量显示、放电电量显示和耳机放入提示。SY8812支持1~4颗LED灯显示，根据PIN脚灯的接法自动识别显示模式。KEY版本和HALL版本的LED接法是一样的。

SY8812的LED电源是VIN与VBAT二选一（谁高选谁），因此，VBAT=0V时，插入VIN，LED也能点亮。

针对以下几种灯显方式中所述的耳机放入“闪烁 1 次”，说明如下：

- 1、充电时：先灭 0.5S，然后显示当前状态；
- 2、放电时：先灭 0.5S，然后亮 4S 后灭掉；

1 灯显示模式

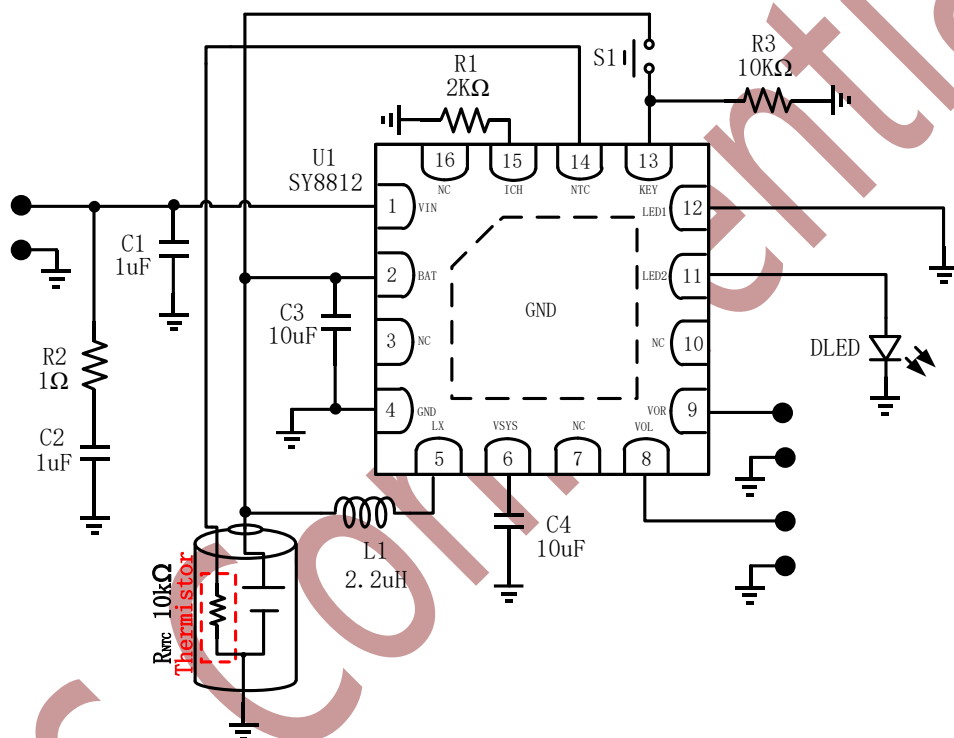


Fig.13. 1 灯显示模式

| 模式 | 状态 | DLED |
|------|--------|---------------|
| 充电 | 充满状态 | 长亮 |
| | 充电状态 | 1Hz 闪烁 |
| 放电 | 正常放电状态 | 亮 4S 后灭掉 |
| | 低电量状态 | 1Hz 闪烁 4S 后灭掉 |
| 耳机放入 | - | 闪烁 1 次 |

2 灯显示模式（充电放电各一个灯）

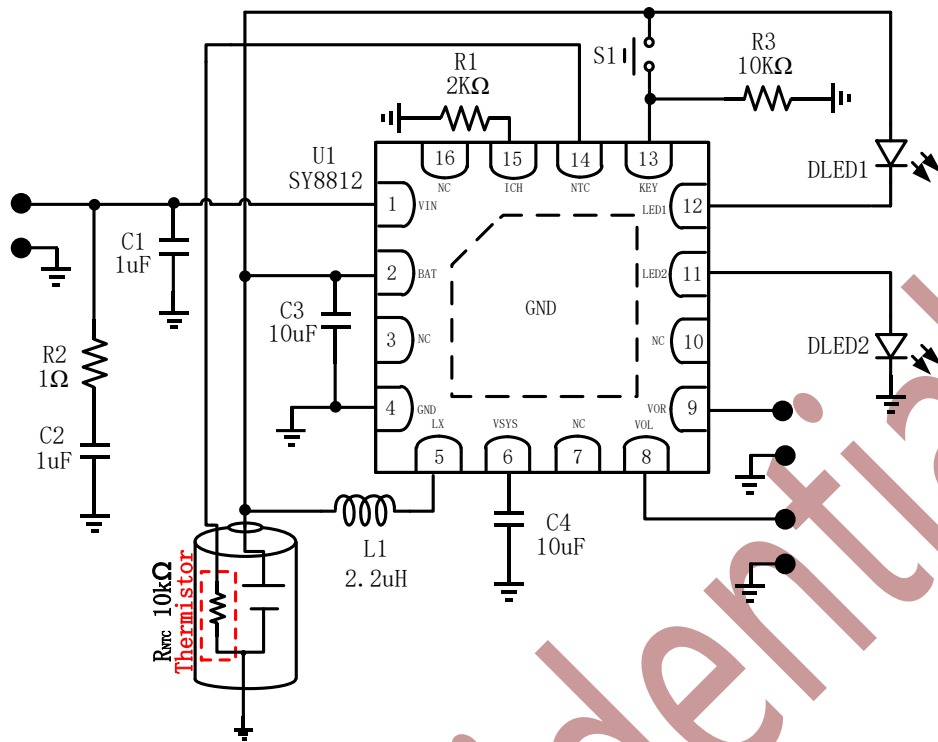


Fig.14. 2 灯显示模式（充电放电各一个灯）

| 模式 | 状态 | DLED1 | DLED2 |
|------|--------|---------------|--------|
| 充电 | 充满状态 | 灭 | 长亮 |
| | 充电状态 | 灭 | 1Hz 闪烁 |
| 放电 | 正常放电状态 | 亮 4S 后灭掉 | 灭 |
| | 低电量状态 | 1Hz 闪烁 4S 后灭掉 | 灭 |
| 耳机放入 | - | 闪烁 1 次 | |

3 灯显示模式

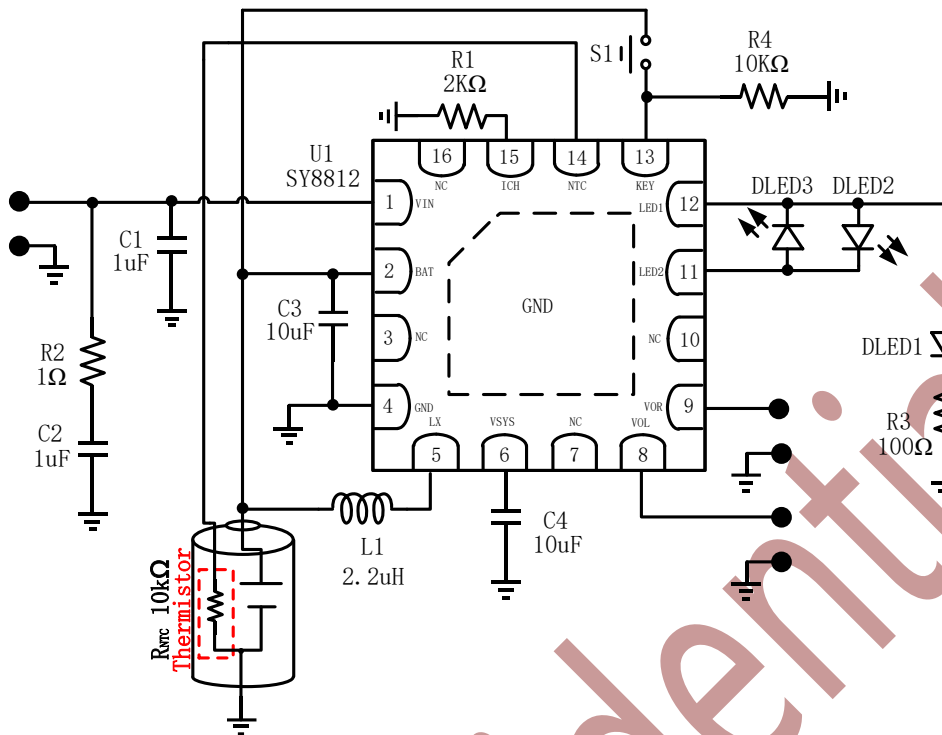


Fig.15. 3 灯显示模式

| 模式 | 电量 | DLED1 | DLED2 | DLED3 |
|------|----------|---------------|----------|----------|
| 充电 | 充满状态 | 长亮 | 长亮 | 长亮 |
| | 66%-100% | 长亮 | 长亮 | 1Hz 闪烁 |
| | 33%-66% | 长亮 | 1Hz 闪烁 | 灭 |
| | 0%-33% | 1Hz 闪烁 | 灭 | 灭 |
| 放电 | 66%-100% | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 |
| | 33%-66% | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 灭 |
| | 5%-33% | 亮 4S 后灭掉 | 灭 | 灭 |
| | 0%-5% | 1Hz 闪烁 4S 后灭掉 | 灭 | 灭 |
| 耳机放入 | - | 闪烁 1 次 | | |

4 灯显示模式

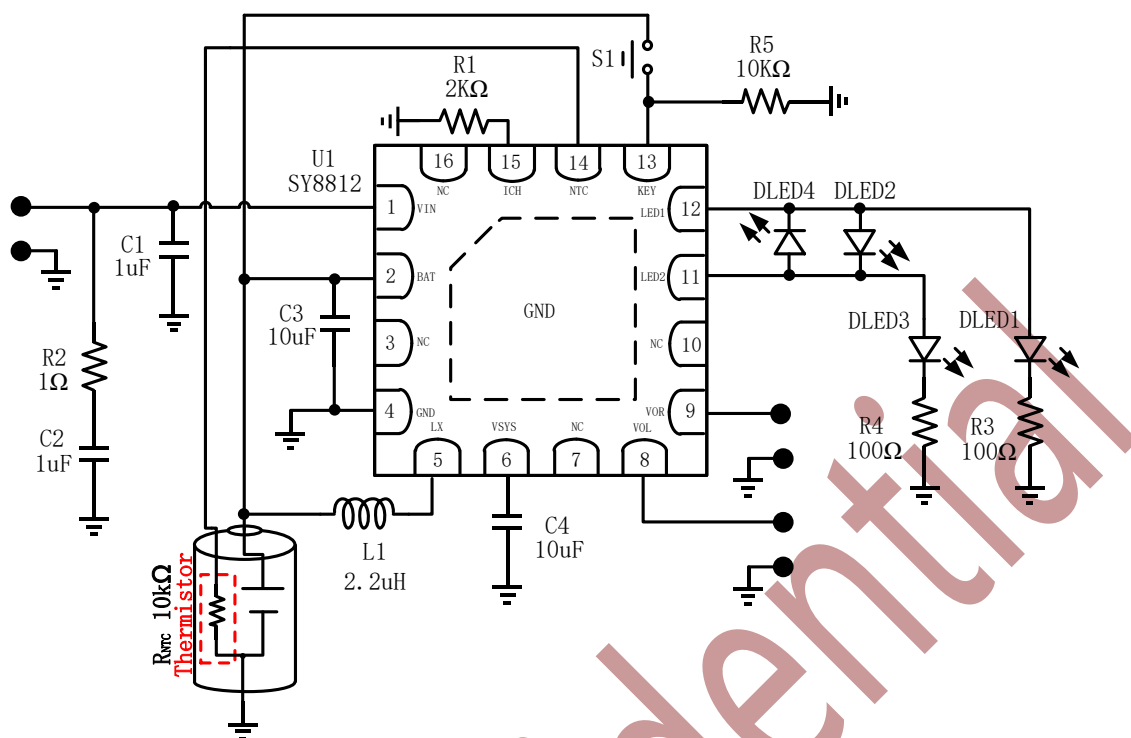


Fig.16. 4 灯显示模式

| 模式 | 电量 | DLED1 | DLED2 | DLED3 | DLED4 |
|------|----------|---------------|----------|----------|----------|
| 充电 | 充满状态 | 长亮 | 长亮 | 长亮 | 长亮 |
| | 75%-100% | 长亮 | 长亮 | 长亮 | 1Hz 闪烁 |
| | 50%-75% | 长亮 | 长亮 | 1Hz 闪烁 | 灭 |
| | 25%-50% | 长亮 | 1Hz 闪烁 | 灭 | 灭 |
| | 0%-25% | 1Hz 闪烁 | 灭 | 灭 | 灭 |
| 放电 | 75%-100% | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 |
| | 50%-75% | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 灭 |
| | 25%-50% | 亮 4S 后灭掉 | 亮 4S 后灭掉 | 灭 | 灭 |
| | 5%-25% | 亮 4S 后灭掉 | 灭 | 灭 | 灭 |
| | 0%-5% | 1Hz 闪烁 4S 后灭掉 | 灭 | 灭 | 灭 |
| 耳机放入 | - | 闪烁 1 次 | | | |

LED 灯显电量点

表 3.4 灯/3 灯转灯电压点

| LED 方案 | 电池电量 | 4.20V 版本 | | 4.35V 版本 | |
|--------|------|----------|--------|----------|--------|
| | | 充电 (V) | 放电 (V) | 充电 (V) | 放电 (V) |
| 4 灯方案 | 75% | 4.10 | 3.90 | 4.25 | 4.04 |
| | 50% | 4.00 | 3.75 | 4.14 | 3.88 |
| | 25% | 3.80 | 3.60 | 3.94 | 3.73 |
| 3 灯方案 | 66% | 4.00 | 3.75 | 4.14 | 3.88 |
| | 33% | 3.80 | 3.60 | 3.94 | 3.73 |

状态码输出

SY8812 通过 STATE 送出芯片的工作状态,例如当芯片检测到负载接入时可以串码上报 MCU,由 MCU 决定何时开启 EN; 状态码共有 24 位, 每一位的所表达的状态由下表所示。

表 4. 状态码定义

| Bit | 信号 | 标志位含义 | |
|--------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | | 0 | 1 |
| 0 | bat_uvlo_ok | VBAT 欠压 | VBAT 正常 |
| 1 | vinok | VIN 电压异常 | VIN 电压正常 |
| 2 | en_cg | 芯片处于非充电状态 | 芯片处于充电状态 |
| 3 | cg_vl | 充电时: BAT 端电压小于 4.05V | 充电时: BAT 端电压大于 4.05V |
| 4 | cg_ed | VIN 充电未截止 | VIN 充电截止 |
| 5 | en_discg | VSYS 放电异常 | VSYS 放电正常 |
| 6 | en_vo | VOL/VOR 放电未开启 | VOL/VOR 放电使能 |
| 7 | ich_os | ICH 管脚正常 | ICH 管脚短路 |
| 8 | loadin_l | 左耳未曾有负载接入过 | 左耳曾经有负载接入 |
| 9 | loadin_r | 右耳未曾有负载接入过 | 右耳曾经有负载接入 |
| 10 | loadon_l | 左耳没有负载存在 | 左耳负载存在状态 |
| 11 | loadon_r | 右耳没有负载存在 | 右耳负载存在状态 |
| 12 | vol_ilo | 左耳负载小于 3mA | 左耳负载大于 4mA |
| 13 | vor_ilo | 右耳负载小于 3mA | 右耳负载大于 4mA |
| 14 | data1 | VBAT 放电极低电量报警 | VBAT 放电电量正常 |
| 15 | st_abnormal | NTC 和 VSYS 均正常 | NTC 异常或 VSYS 短路 |
| 16 | ntc_abnormal | NTC 正常 | NTC 异常 |
| 17 | vo_abnormal | VOL/VOR 未过流 | VOL/VOR 过流 |
| 21: 18 | st_Battery[3:0] | VBAT 电量信息 (请参照下表) | |
| 23: 22 | 00 | 保留位 | |

| VBAT 电量信息表 (4.2V 版本) | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
| Bit21 | Bit20 | Bit19 | Bit18 | 含义 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | $VBAT < 3.10$ |
| 0 | 0 | 0 | 1 | $3.10 \leq VBAT < 3.20$ |
| 0 | 0 | 1 | 0 | $3.20 \leq VBAT < 3.30$ |
| 0 | 0 | 1 | 1 | $3.30 \leq VBAT < 3.40$ |
| 0 | 1 | 0 | 0 | $3.40 \leq VBAT < 3.50$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | $3.50 \leq VBAT < 3.60$ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | $3.60 \leq VBAT < 3.65$ |
| 0 | 1 | 1 | 1 | $3.65 \leq VBAT < 3.70$ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | $3.70 \leq VBAT < 3.75$ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | $3.75 \leq VBAT < 3.80$ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | $3.80 \leq VBAT < 3.85$ |
| 1 | 0 | 1 | 1 | $3.85 \leq VBAT < 3.90$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|----------------------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | $3.90 \leq V_{BAT} < 4.00$ |
| 1 | 1 | 0 | 1 | $4.00 \leq V_{BAT} < 4.10$ |
| 1 | 1 | 1 | 0 | $4.10 \leq V_{BAT} < 4.20$ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | $4.20 \leq V_{BAT}$ |

| VBAT 电量信息表 (4.35V 版本) | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|----------------------------|
| Bit21 | Bit20 | Bit19 | Bit18 | 含义 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | $V_{BAT} < 3.21$ |
| 0 | 0 | 0 | 1 | $3.21 \leq V_{BAT} < 3.31$ |
| 0 | 0 | 1 | 0 | $3.31 \leq V_{BAT} < 3.42$ |
| 0 | 0 | 1 | 1 | $3.42 \leq V_{BAT} < 3.52$ |
| 0 | 1 | 0 | 0 | $3.52 \leq V_{BAT} < 3.63$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | $3.63 \leq V_{BAT} < 3.73$ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | $3.73 \leq V_{BAT} < 3.78$ |
| 0 | 1 | 1 | 1 | $3.78 \leq V_{BAT} < 3.83$ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | $3.83 \leq V_{BAT} < 3.88$ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | $3.88 \leq V_{BAT} < 3.94$ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | $3.94 \leq V_{BAT} < 3.99$ |
| 1 | 0 | 1 | 1 | $3.99 \leq V_{BAT} < 4.04$ |
| 1 | 1 | 0 | 0 | $4.04 \leq V_{BAT} < 4.14$ |
| 1 | 1 | 0 | 1 | $4.14 \leq V_{BAT} < 4.25$ |
| 1 | 1 | 1 | 0 | $4.25 \leq V_{BAT} < 4.35$ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | $4.35 \leq V_{BAT}$ |

SY8812 的状态码由一个起始位加 24 位数据位组成，如图 10 所示，其中：

1. 起始位：以“0.5mS 高电平”+“15.5mS 低电平”表示；
2. 数据“1”：由“1.5mS 高电平”+“0.5mS 低电平”表示；
3. 数据“0”：由“0.5mS 高电平”+“1.5mS 低电平”表示；

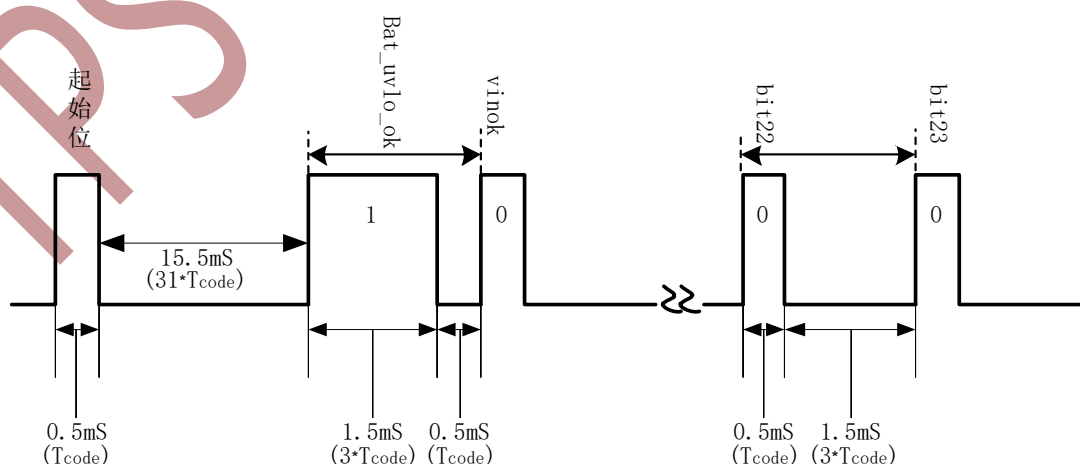


Fig.17. 状态码输出示意图

芯片状态码为推挽输出，高电平为 VIN&BAT 选择后的高电压，低电平为 GND。

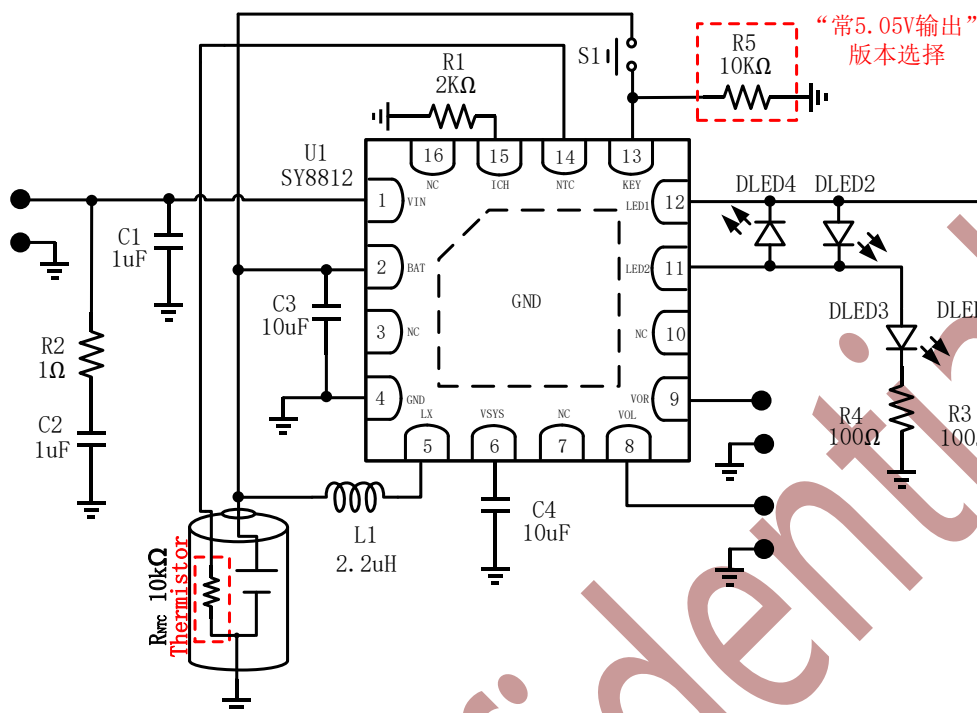
“状态码”有两种发送模式：

- (1) 定时发送：正常情况下，每 250ms 定时发送 1 次，全部共 24bit 数据。在 VOL/VOR 进入“轻载关机”后，“定时发送”将关闭，以便 IC 进入休眠，节省功耗。
- (2) 突发事件立即发送：当“突发事件”发生时，会立即发送一次“状态码”，但两次发送的最小时间间隔约 8ms。“突发事件”定义如下表所示。

表 5. “突发事件”表

| 编号 | 信号 | 说明 |
|----|-------------|----------|
| 0 | EN_rp | EN 信号上升沿 |
| 1 | Loadin_l | 负载放入 |
| 2 | Loadin_r | 负载放入 |
| 3 | Loadout_l | 负载取出 |
| 4 | Loadout_r | 负载取出 |
| 5 | Iload_rp | 负载大于 4mA |
| 6 | Vinok_rp | 插入 VIN |
| 7 | Vinh_fp | 拔出 VIN |
| 8 | Abnormal_rp | 芯片出现过流异常 |

应用方案原理图



典型电路元器件

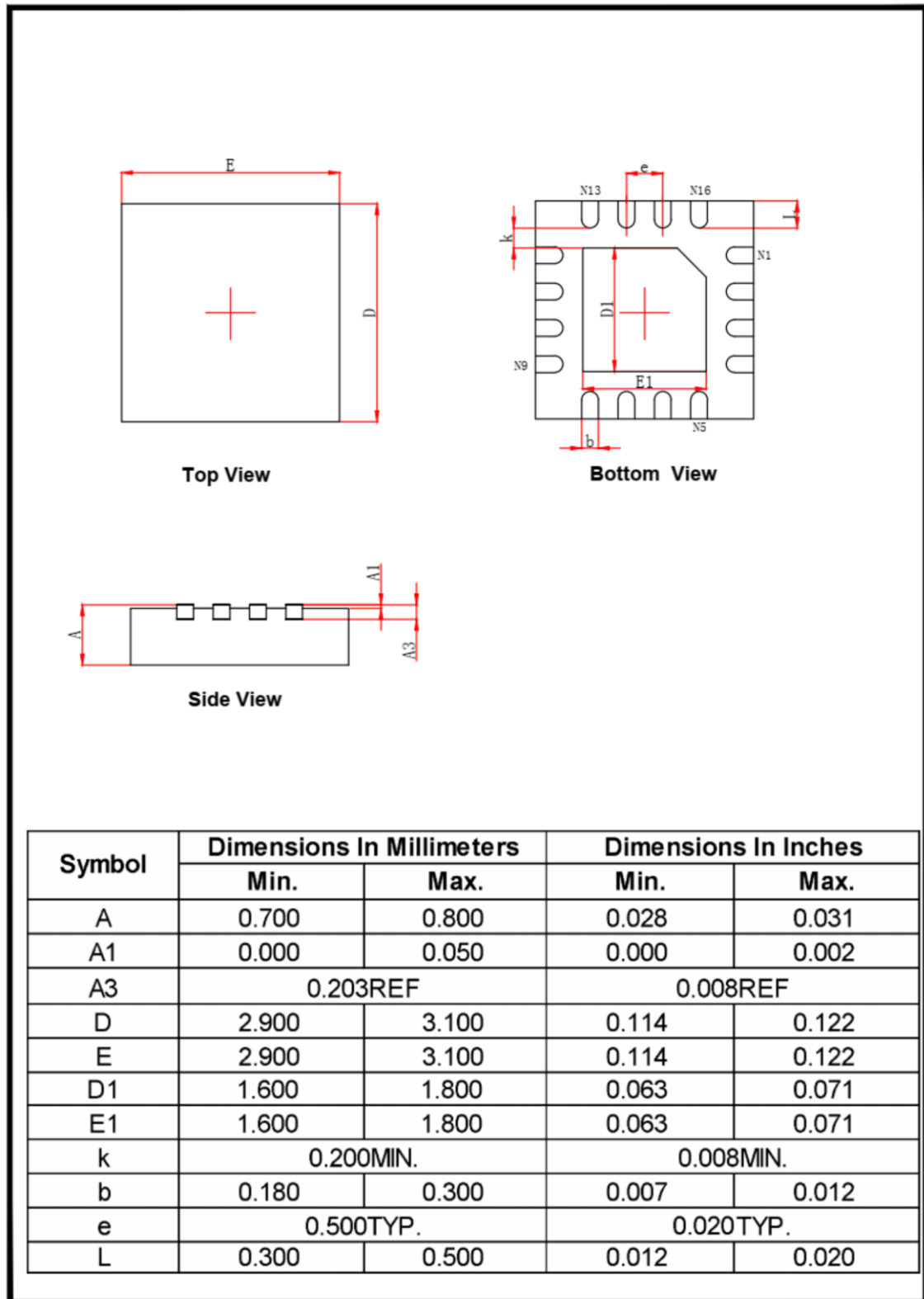
| 器件 | 器件类型 | 器件描述 | 制造商 | 参数 | 数量 |
|---------|--------|---|-------|----------|----|
| C1、C2 | 贴片电容 | CAP/0603/1uF/X5R/10%/35V | 三星或等同 | 1uF/35V | 2 |
| C3、C4 | 贴片电容 | CAP/0805/10uF/X5R/10%/10V | 三星或等同 | 10uF/10V | 2 |
| DLED1-4 | 贴片 LED | LED/0603/任意相同颜色的 LED 灯 | —— | 任意颜色 | 4 |
| R1 | 贴片电阻 | RES/0603/2K/1% | 国巨或等同 | 2KΩ | 1 |
| R2 | 贴片电阻 | RES/0603/1R/5% | 国巨或等同 | 1Ω | 1 |
| R3、R4 | 贴片电阻 | RES/0603/100R/5% | 国巨或等同 | 100Ω | 2 |
| R5 | 贴片电阻 | RES/0603/10K/5% | 国巨或等同 | 10KΩ | 1 |
| L1 | 贴片电感 | 0420 封装, 感值 2.2uH, 精度: $\pm 20\%$, 额定饱和电流要求: $>2A$ | - | 2.2uH | 1 |
| U1 | IC | QFN3*3 | 思远半导体 | SY8812 | 1 |

(注: 若选择 NTC 功能, 则必须选择精度 1%、阻值 10K 且 $\beta = 3950$ 的 NTC 电阻; 不需要 NTC 保护功能的应用中, NTC 脚浮空处理;)

PCB LAYOUT 注意事项

1. C3尽量靠近BAT脚，C1尽量靠近VIN 脚，R2和C2必须保留，并且走线时都经过电容再到IC管脚。
2. 电感L1与LX脚之间存在高频振荡，必须相互靠近并且尽量减小布线面积；其它敏感的器件必须远离电感以减小耦合效应。
3. 磁性元件（如磁铁）需远离电感放置，避免电感受磁场干扰，影响芯片正常工作。
4. 过孔会引起路径的高阻抗，如果设计中大电流需要通过过孔，建议使用多个过孔以减小阻抗。
5. 芯片GND直接连到系统地，连接的铜箔需要短、粗且尽量保持完整，不被其他走线所截断。
6. PCB的地线覆铜面积尽可能大，以利于散热，同时芯片底部的散热焊盘与地线覆铜须有良好的接触，以保证散热良好。
7. 应用中所使用的电容必须选用X5R以上的材质。

QFN 封装外观图



All specs and applications shown above subject to change without prior notice.

(以上电路及规格仅供参考,如本公司进行修正,恕不另行通知)

版本历史记录

| 版本 | 日期 | 描述 |
|--------|------------|--------------|
| Rev1.0 | 2020.12.23 | 初版发布 |
| Rev1.6 | 2021.12.29 | 优化完善部分参数表述信息 |

TPS Confidential