

概述

SY8821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。

SY8821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。SY8821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。SY8821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。

SY8821采用的封装形式为3mmx3mm 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

- ◆ 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
- ◆ 4.20V/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
- ◆ 支持负载电流检测，轻载关机电流4.5mA
- ◆ 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：4.5mA；电池温度范围：充电 0°C~45°C；放电-10°C~60°C）

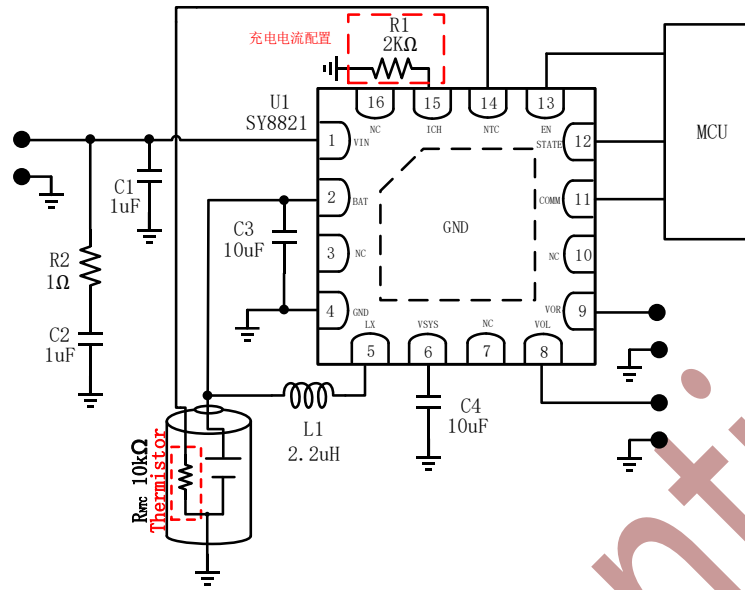


Fig.1. EN 版本典型应用电路图

（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：4.5mA；电池温度范围：充电 0°C~45°C；放电-10°C~60°C）

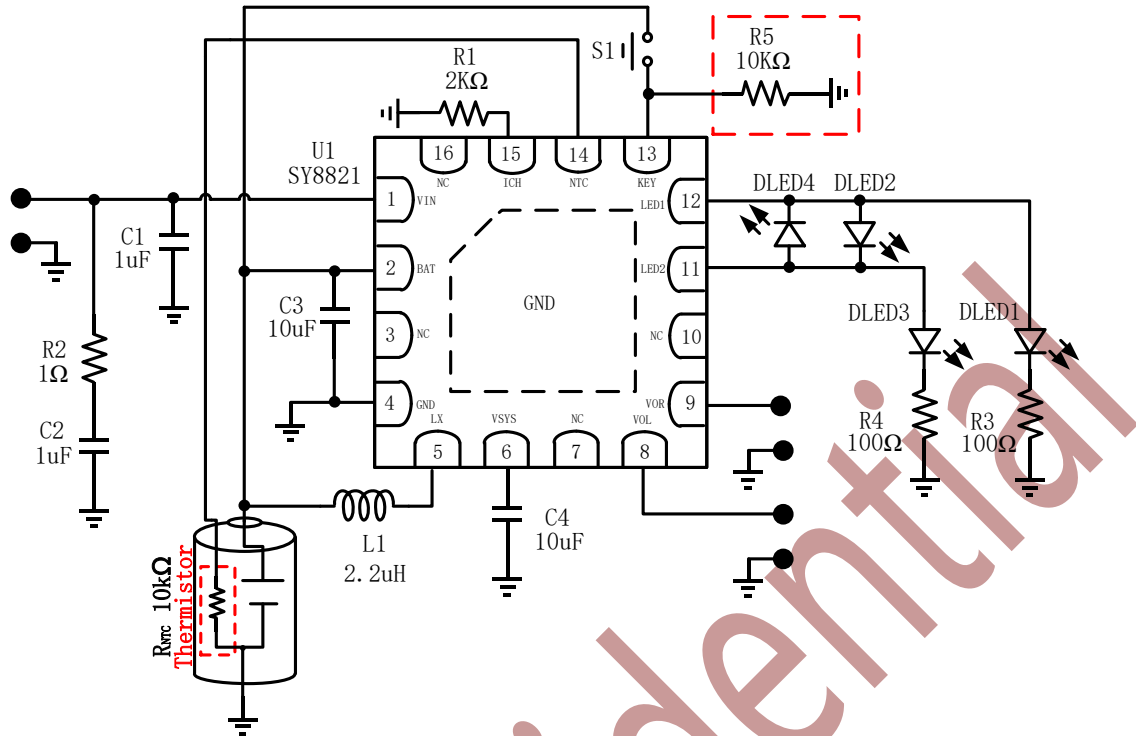


Fig.2. KEY 版本典型应用电路图

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. SY8821 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：4.5mA；电池温度范围：充电0℃~45℃；放电-10℃~60℃）

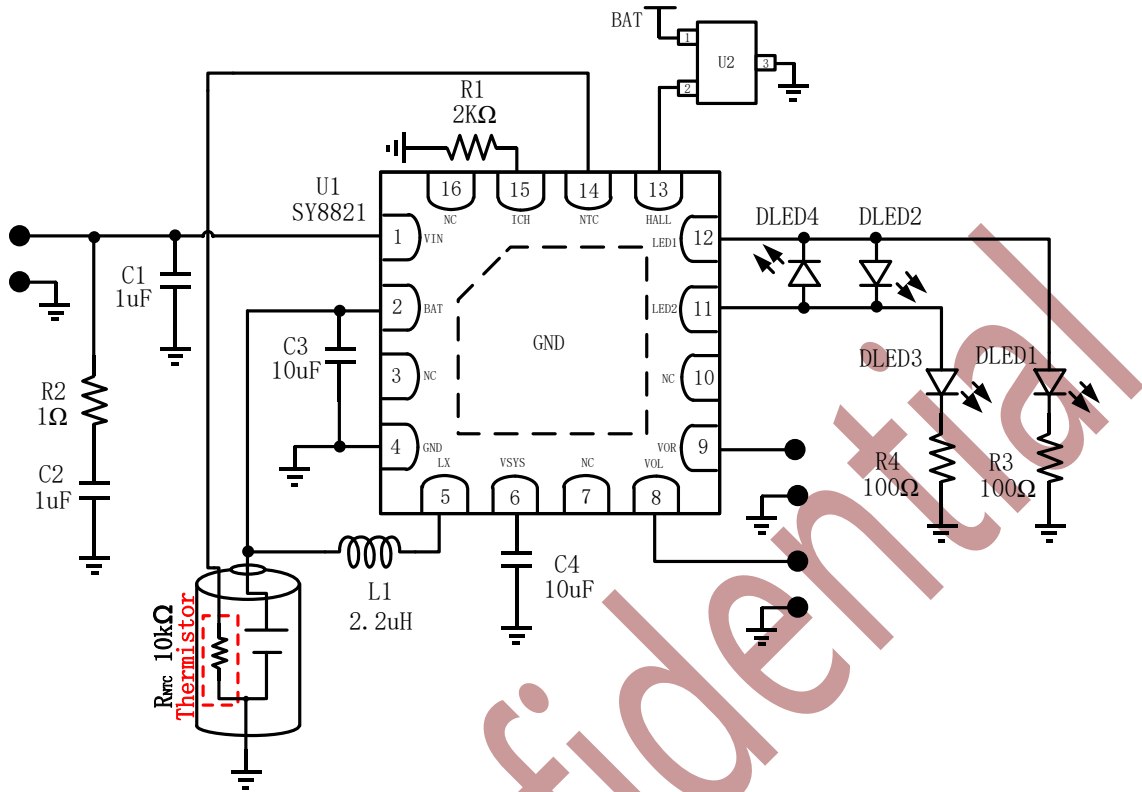


Fig.3. HALL 版本典型应用电路图

注：

1. SY8821 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

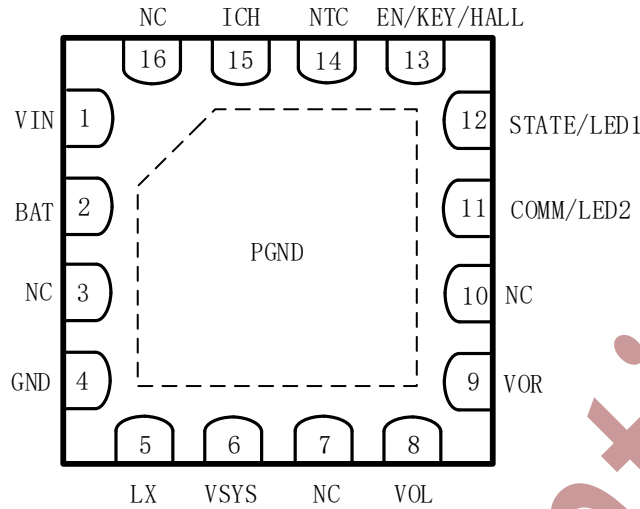


Fig.4. 芯片引脚示意图

| 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 | 左耳耳机电源 |
| VOR | 9 | O | 右耳耳机电源 |
| NC | 10 | - | 无连接 |
| COMM/LED2 | 11 | I/O | 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

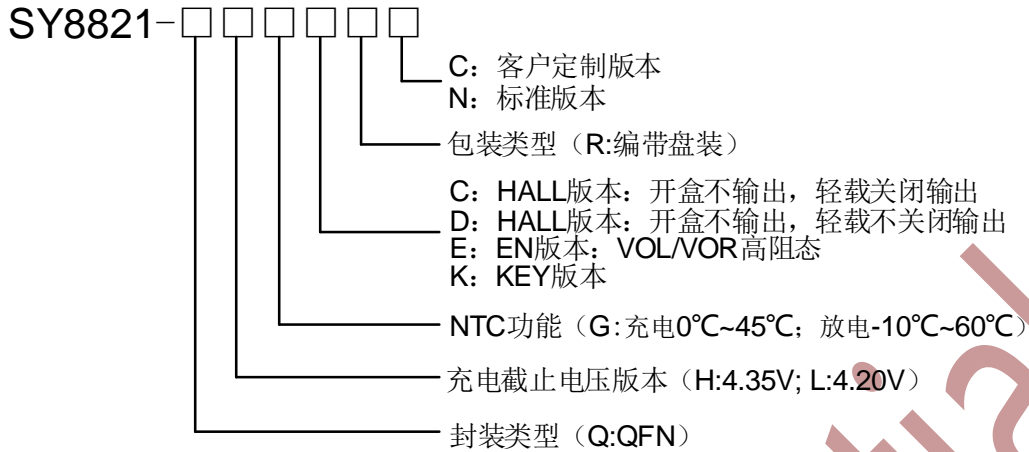
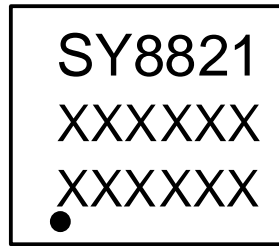


Fig.5. 订购信息说明图

| EN 版本 | | | |
|---------------|----------------|------------|----------|
| 订购型号 | 封装形式 | 充电截止电压 (V) | 包装数量 (颗) |
| SY8821-QLGERN | QFN16(3mm*3mm) | 4.20 | 3000 |
| SY8821-QHGERN | | 4.35 | 3000 |

| 订购型号 | 封装形式 | 说明 | | | 包装数量 (颗) |
|---------------|--------------------|------------|--|--|----------|
| | | 充电截止电压 (V) | HALL/KEY 功能说明 | 灯显说明 | |
| SY8821-QLGCRN | 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 |
| SY8821-QHGCRN | | 4.35 | | | |
| SY8821-QLGDRN | | 4.20 | 1、HALL 开盒放入负载后只提示不输出 | | 3000 |
| SY8821-QHGDRN | | 4.35 | | | |
| SY8821-QLGKRN | | 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; | | 3000 |
| SY8821-QHGKRN | | 4.35 | 2、长按 KEY 关闭 VOL/VOR 的 5.05V, 且 VOL/VOR 被弱上拉到 VBAT; 当 KEY 配置为“常 5.05V 输出”版本时: 1、单击/长按 KEY 查看电量; | | |

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

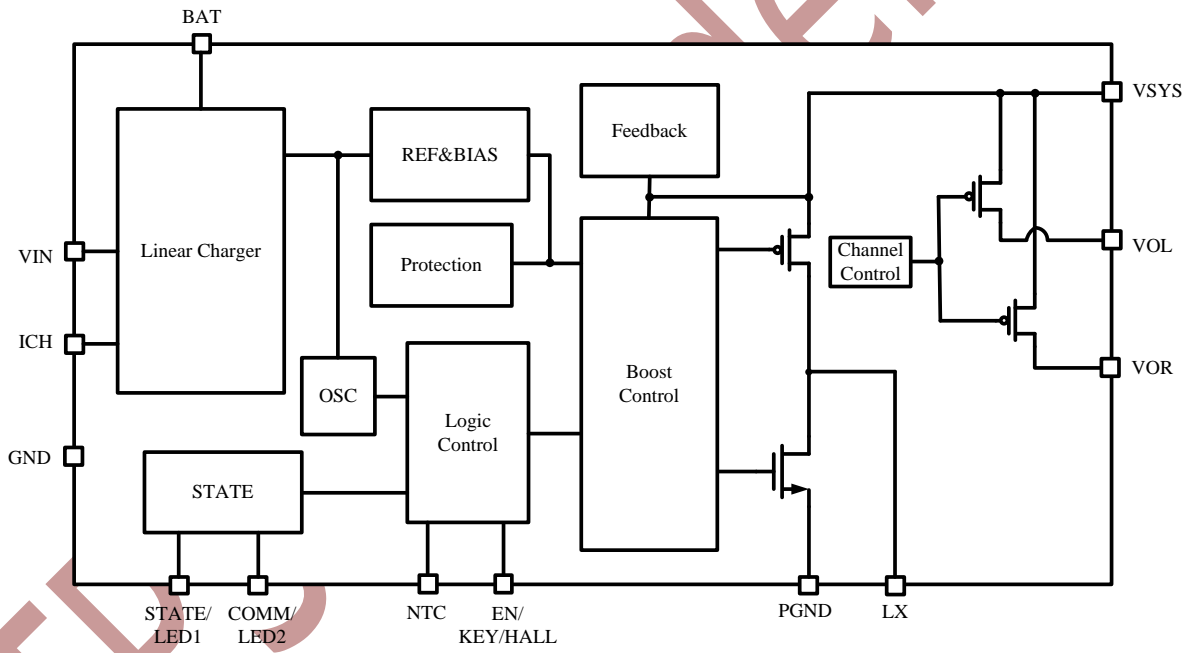


Fig.6. 功能框图

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 | +20 | 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

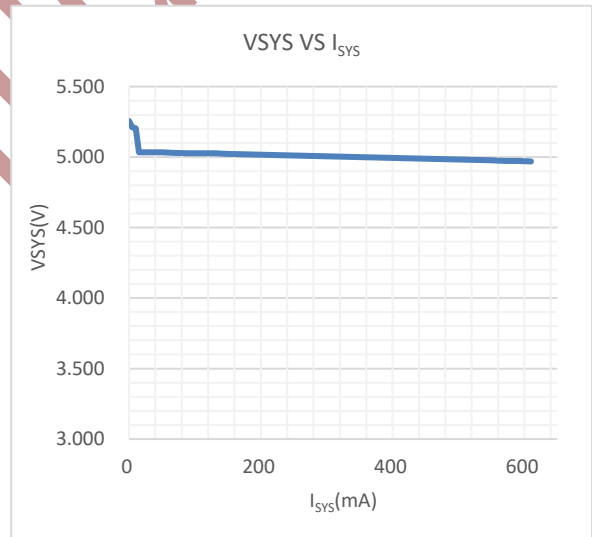
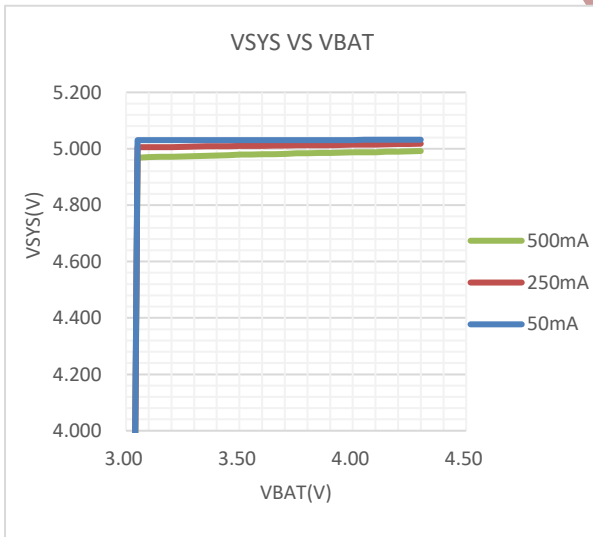
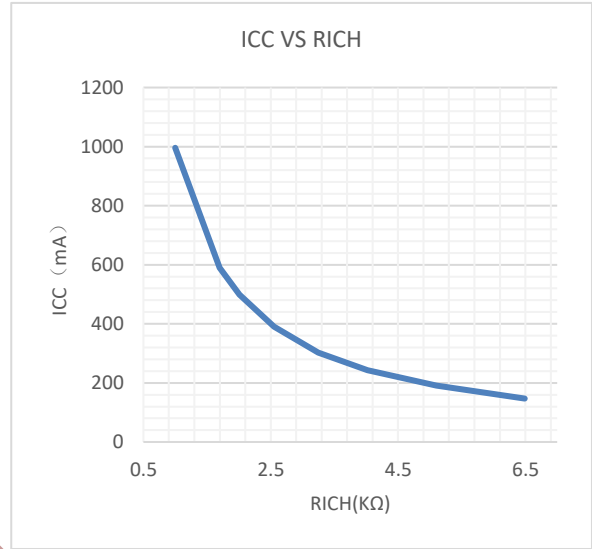
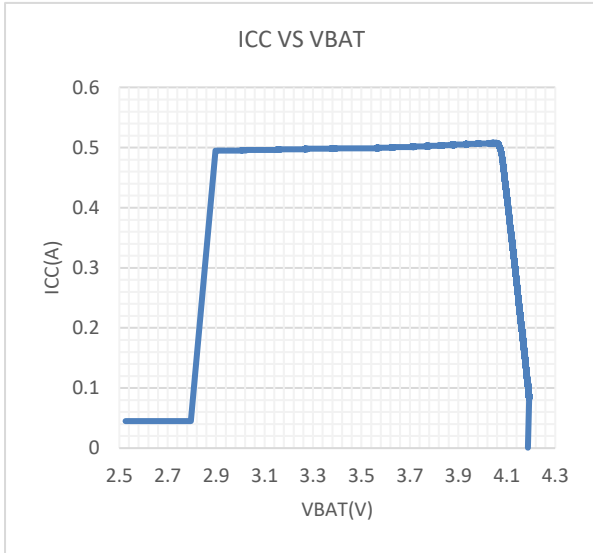
(如无特殊说明, VIN=5V, VBAT=3.7V, Ta=25°C, L1=2.2uH)

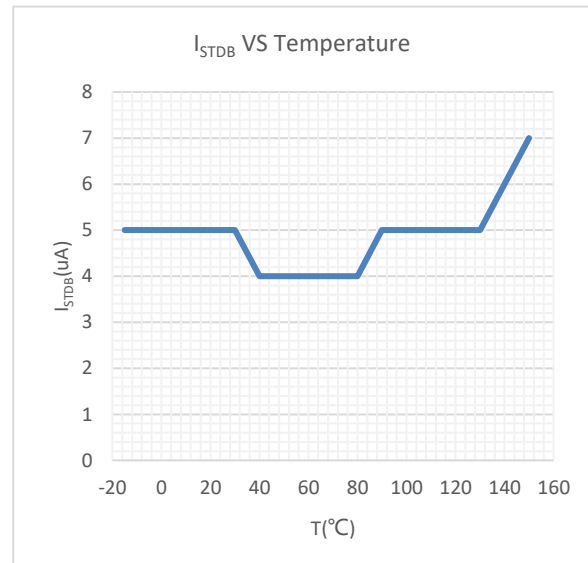
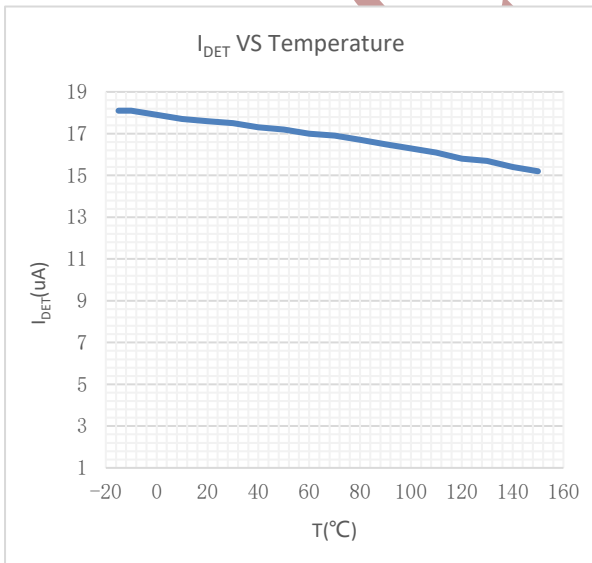
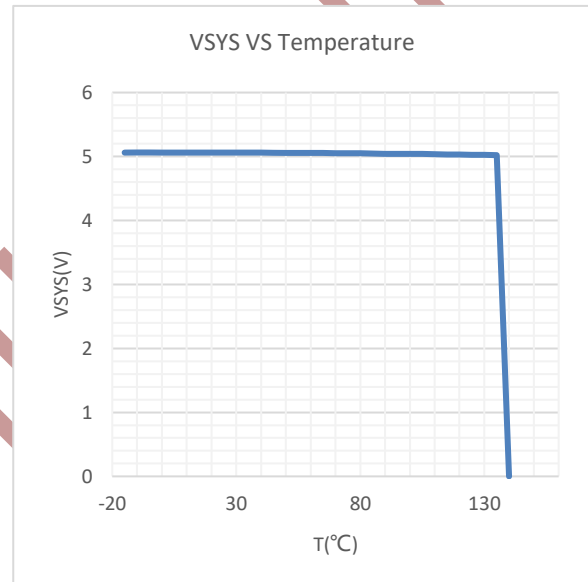
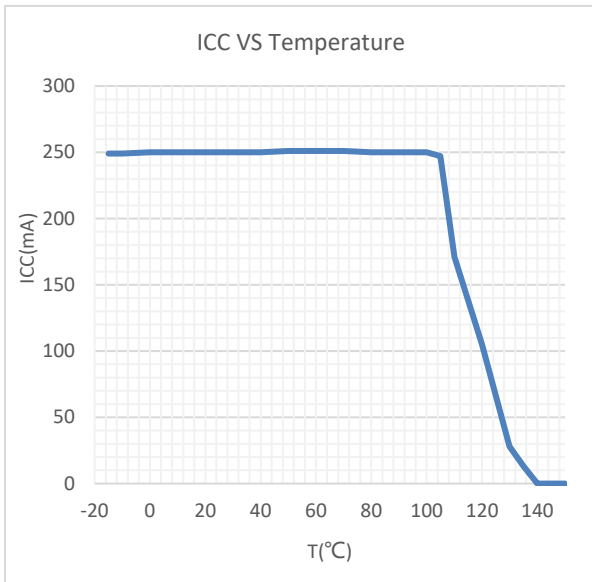
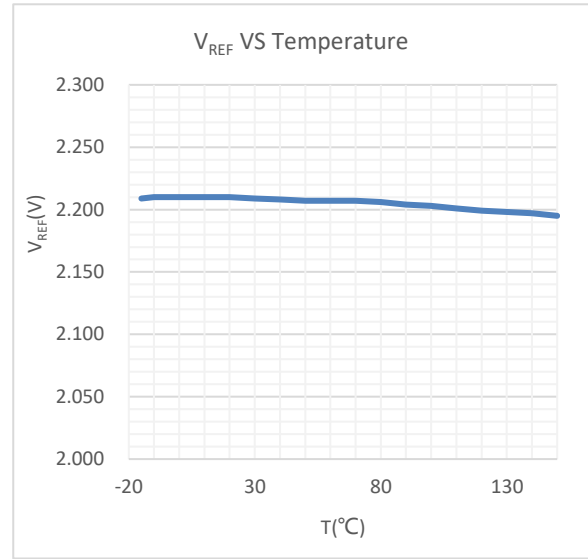
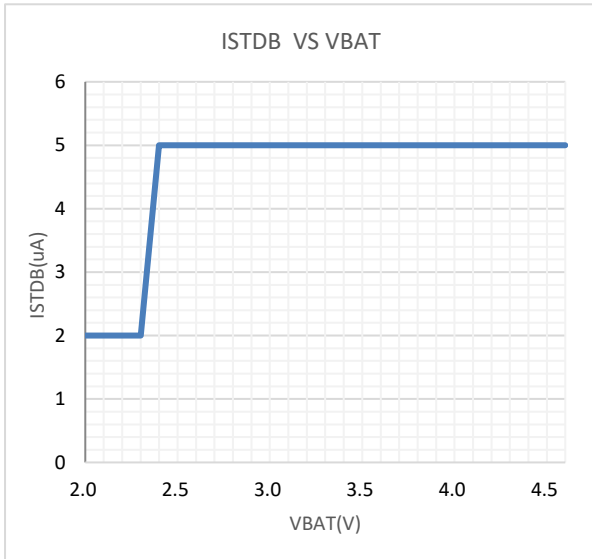
| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|------------------------|------|-----|-----|-----|----|
| I _{STDB} | 待机电流(EN= 0或负载自动识别版本) | | - | 5 | - | μA |
| | 空载电流 (EN=1或常输出5.05V版本) | | - | 2.5 | - | μA |
| I _{EN} | EN引脚下拉电流 | | - | 2 | - | uA |
| V _{ENH} | EN高门限阈值 | | - | 2 | - | V |
| V _{ENL} | EN低门限阈值 | | - | 0.5 | - | V |
| T _{code} | 状态码单位时间 | | 0.4 | 0.5 | 0.6 | mS |
| I _{KEY} | KEY引脚下拉电流 | | - | 60 | - | uA |
| T _{KEY_S} | 单击KEY键时间 | | 100 | - | - | mS |
| T _{KEY_L} | 长按KEY键时间 | | 1.5 | - | - | S |
| V _{HALLH} | HALL高门限阈值 | | - | 2 | - | V |
| V _{HALLL} | HALL低门限阈值 | | - | 0.5 | - | V |
| T _{HALL} | HALL跳变滤波时间 | | 48 | - | - | mS |
| OTP | 过温保护 | | - | 150 | - | °C |
| T _{HYS} | 过温保护滞回 | | - | 20 | - | °C |
| 充电部分 | | | | | | |

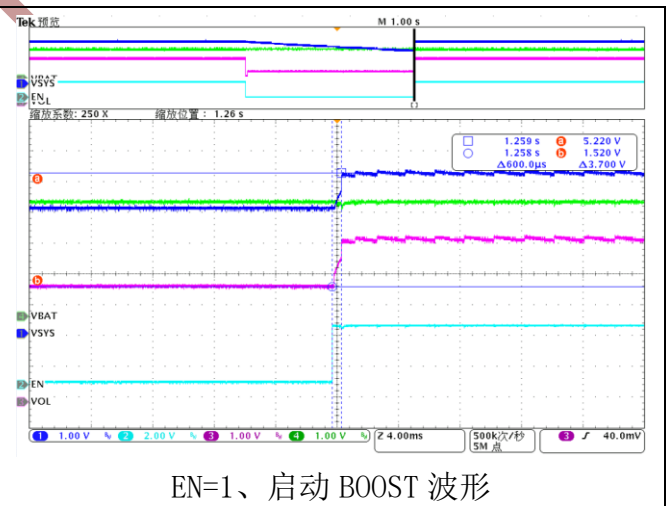
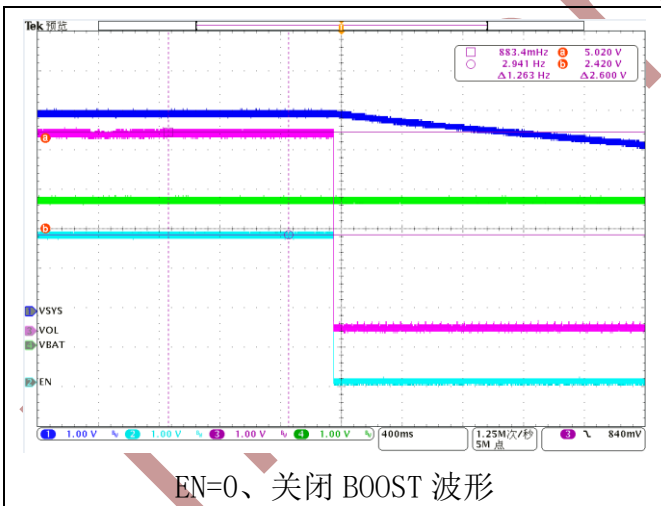
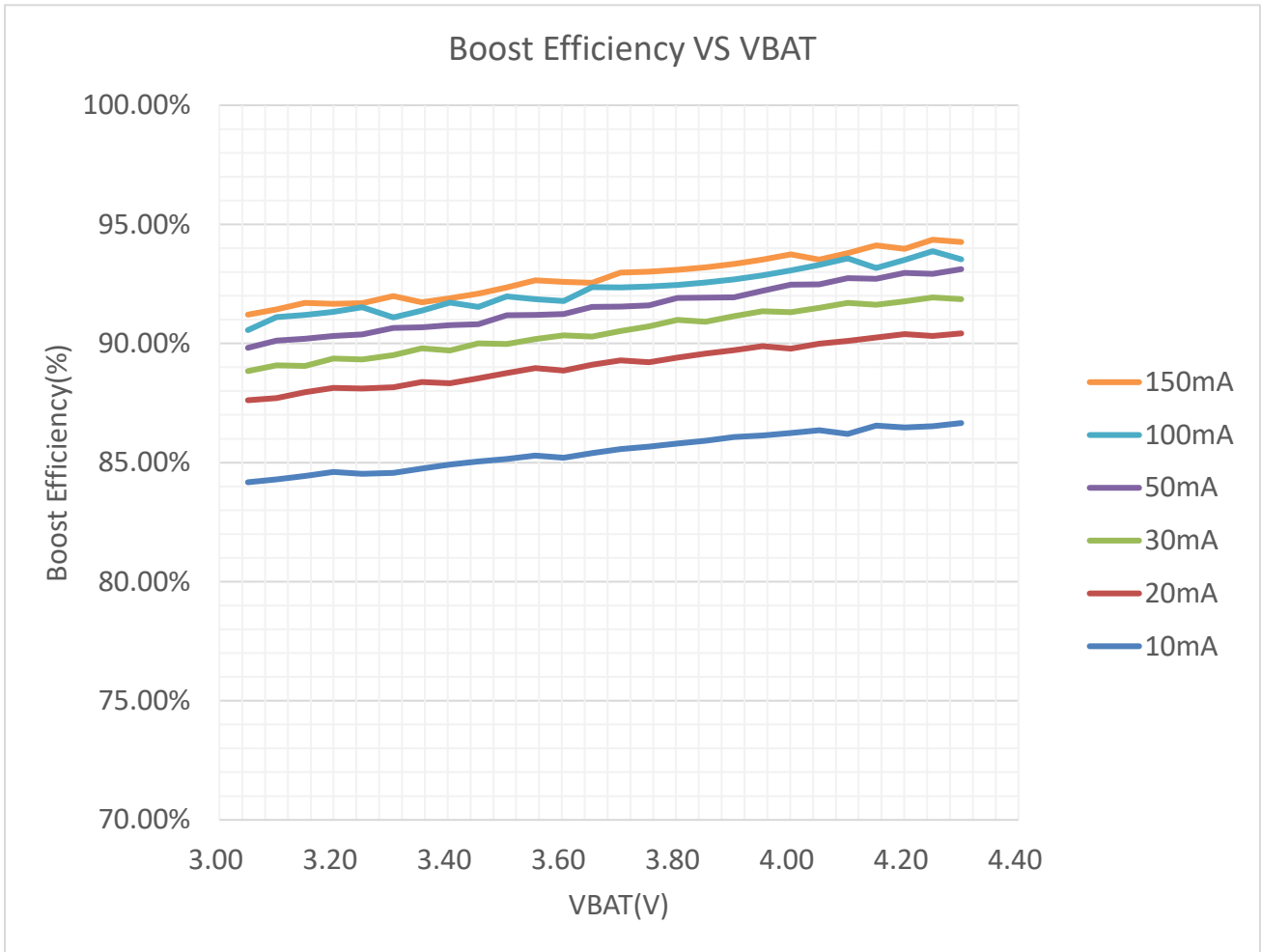
| | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|---|-------|---------------------|-------|----|
| VIN | 输入电压范围 | | 4.4 | 5 | 6 | V |
| VIN _{OV} P | 输入过压保护 | | | 6 | | V |
| V _{UV} | 输入欠压保护 | | | 4.4 | | V |
| V _{DPPM} | VIN自适应适配器电压点 | | | 4.6 | | V |
| V _{FLOAT} | 浮充电压, 4.20V版本 | 0°C≤TA≤85°C | 4.158 | 4.200 | 4.242 | V |
| | 浮充电压, 4.35V版本 | | 4.306 | 4.350 | 4.393 | V |
| ΔV _{RECHRG} | 浮充电压, 4.20V版本 | V _{FLOAT} - V _{RECHRG} | - | 200 | - | mV |
| | 浮充电压, 4.35V版本 | | - | 207 | - | mV |
| I _{CC} | 恒流充电电流 | R _{ICH} =2K | - | 0.5 | - | A |
| I _{TRIKL} | 涓流充电电流 | R _{ICH} =2K | - | 50 | - | 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 |
| VBAT _{OV} P | 电池过压保护电压 | 4.20V版本 | - | 4.50 | - | V |
| | | 4.35V版本 | - | 4.65 | - | V |
| 放电部分 | | | | | | |
| VBAT | 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& I _{sys} =0.1A | 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 | - | 160 | - | mA |
| I _{END} | 轻载电流检测 | | - | 4.5 | - | mA |
| R _{vol} , R _{vor} | 限流开关阻抗 | V _{SYS} =5.05V | - | 950 | - | mΩ |

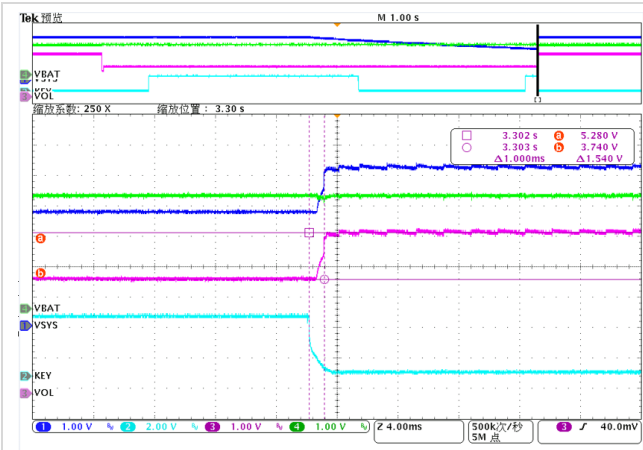
| LED显示 | | | | | | |
|------------------|---------|--|---|-----|---|----|
| V _{LB} | 低电量报警电压 | | - | 3.3 | - | V |
| I _{LED} | LED驱动电流 | | - | 2 | - | mA |

典型特性

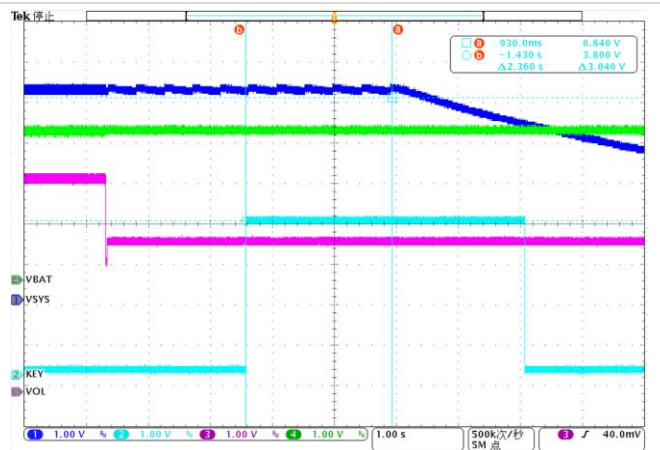




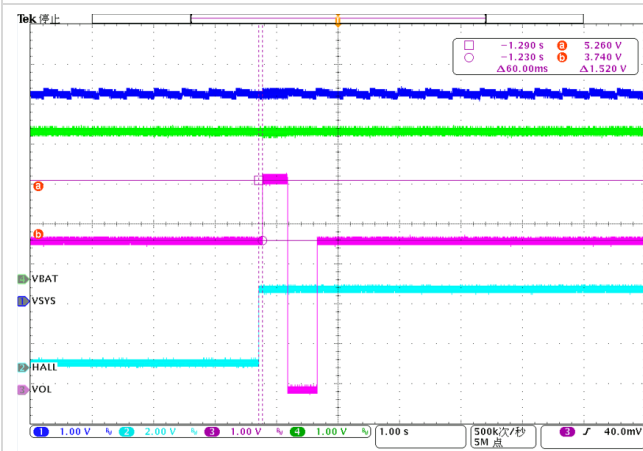




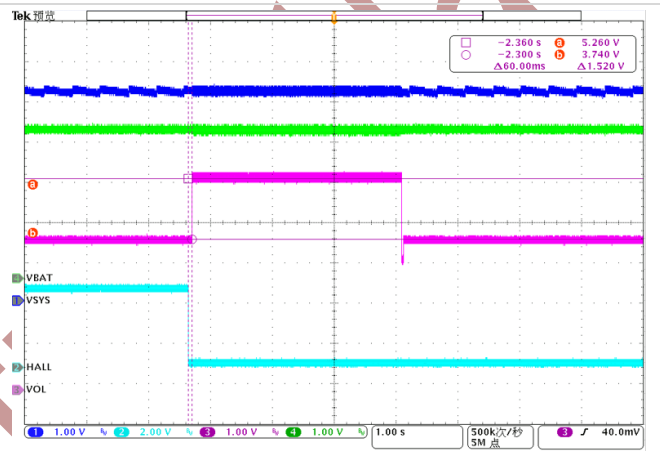
单击 KEY 启动 BOOST 波形



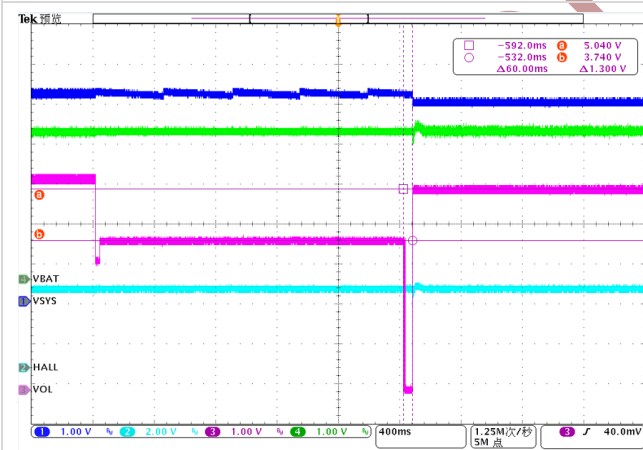
长按 KEY 关闭 BOOST 波形



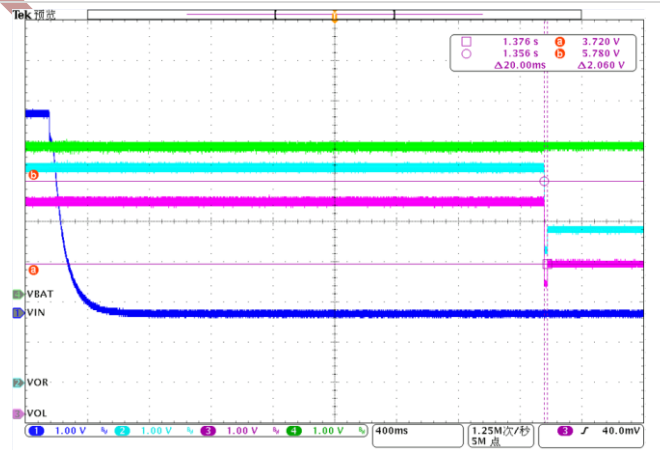
HALL 版本、空载、开盒波形



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

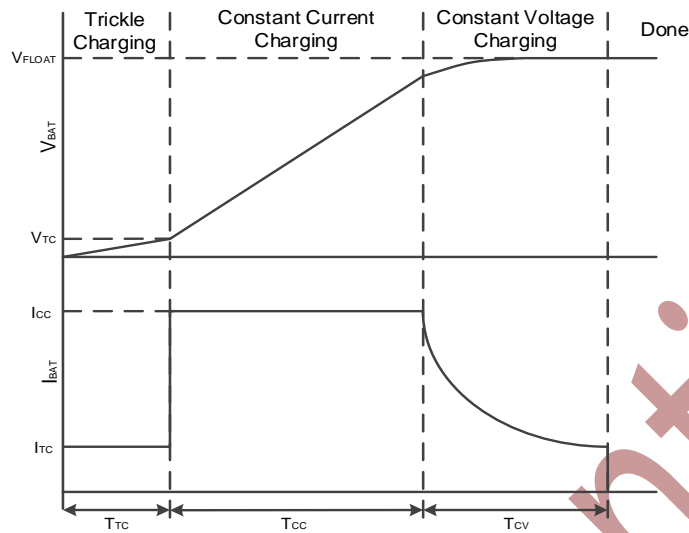


Fig.7. 充电模式示意图

SY8821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，所有LED保持常亮，提醒用户充电结束。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。

SY8821充电电流的计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{1000}{R_{ICH}(k\Omega)} \text{ (mA)}, \text{ 其中, } 150\text{mA} \leq I_{CC} \leq 1\text{A}, \text{ 禁止 } I_{CC} \text{ 的设置超出范围}$$

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，ICH短路/开路保护功能，输入过压保护/欠压保护功能。

在充电过程中，当芯片的结温超过 110°C 时自动降低充电电流，直到 150°C 以上将电流减小至0。这个功能可以为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

SY8821 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%。SY8821 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，SY8821 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，SY8821 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

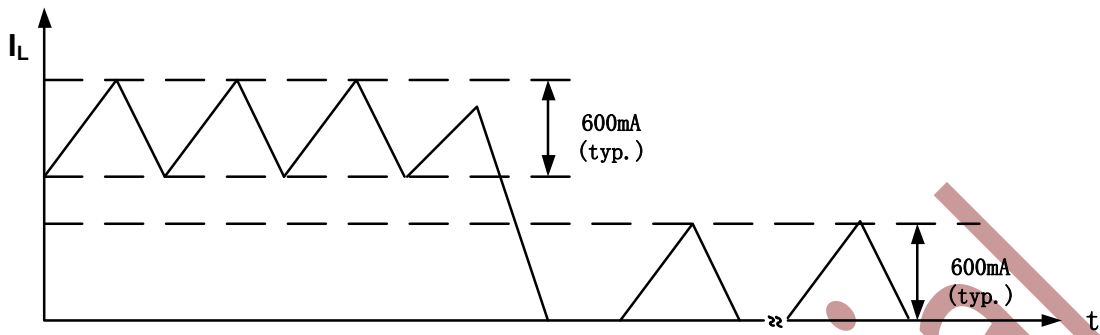


Fig.8. 迟滞电流工作状态

若负载电流继续降低，SY8821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Burst模式工作状态图。

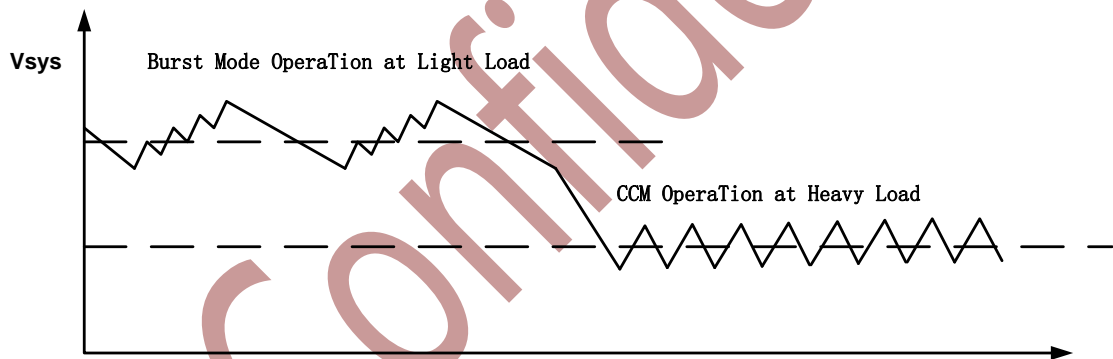


Fig.9. Burst 模式工作状态

放电模块当输出电流需要大于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。

SY8821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V_{SYS}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。

针对轻载关闭输出版本，在放电过程中，当电池电压低于3.0V时将停止放电；当电池电压处于2.7V~3.0V时，插入负载或者单击KEY键，SY8821将启动工作4S，此时，VOL/VOR也会输出5.05V，提供低电量提示。当电池电压继续下降到UVLO电压（2.7V）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，只有重新插入VIN，或者当BAT电压重新升高到迟滞电压以上且再次单击KEY键、再次插入负载或再次使能EN才可以解锁。

输出限流开关

SY8821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SY8821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（4.5mA）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（10mA）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

SY8821 检测到 EN 为低电平时关闭升压放电功能，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，启动升压放电功能。

SY8821 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没有插入的情况下，单击KEY键可以查看电量，同时启动放电模块。对于轻载关闭输出版本，当电池电压处于2.7V和3.0V之间时，单击KEY键，放电模块将启动工作4S，LED闪烁4S提示低电量。单击KEY键还可以解锁BAT的欠压闭锁，当BAT电压下降到2.7V以下后，BAT的欠压闭锁电路会锁死，放电模块不能工作，只有VIN重新插入或者待BAT电压回升到3.2V以上后单击KEY键才能解锁。

在VIN没有插入的情况下，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。

SY8821 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。

SY8821 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-C 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-D 版本芯片不会关闭 VOL/VOR，将保持 VOL/VOR 输出 5.05V；

SY8821 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 SY8821 将 VOL/VOR 输出约为 0V 的低压状态，确保耳机的开机回连。

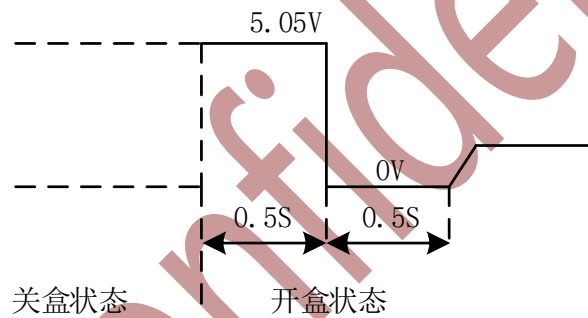


Fig.10. VIN=0 时，HALL 开盒示意图

在开盒状态下，若 SY8821 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)

SY8821提供电池温度保护 (NTC) 功能，一旦触发保护系统自动关闭，当这些保护解除后，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。SY8821放电电池温度范围为-10°C~60°C；充电电池温度范围为0°C~45°C。

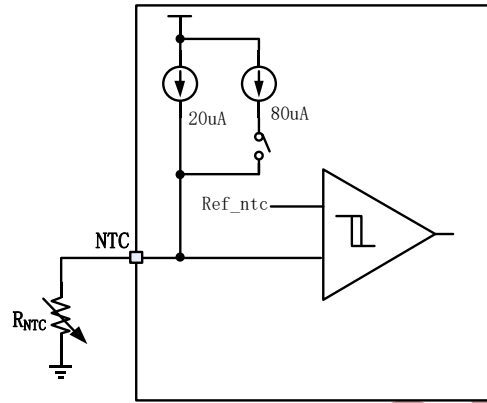


Fig.11. NTC 保护示意图

电池NTC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，则初始上电时要将NTC管脚浮空。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Icc充电； 3、 $45^{\circ}\text{C} < T$ 时，关闭充电； |
| 放 电 | 1、 $T < -10^{\circ}\text{C}$ 时，关闭放电； 2、 $-10^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ 时，正常放电； 3、 $60^{\circ}\text{C} < T$ 时，关闭放电； |

模式设置

SY8821允许通过外部元件设置芯片的“关机功能”以及VBAT的充电电流，并可以通过LED的接法自动设定LED显示模式。

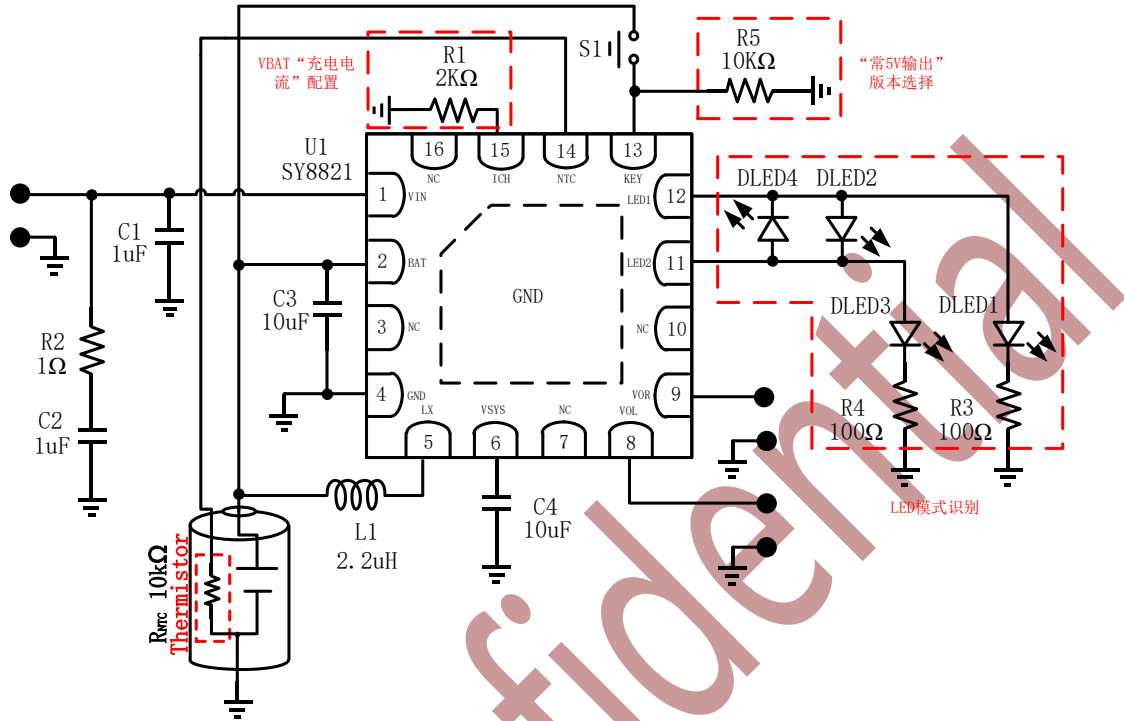


Fig.12. 工作模式设置

如Fig.12.所示，SY8821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。

SY8821可以通过接入R1的阻值来设定充电电流的大小。

SY8821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。

SY8821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。SY8821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。

SY8821的LED电源是VIN与VBAT中电平较高者，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

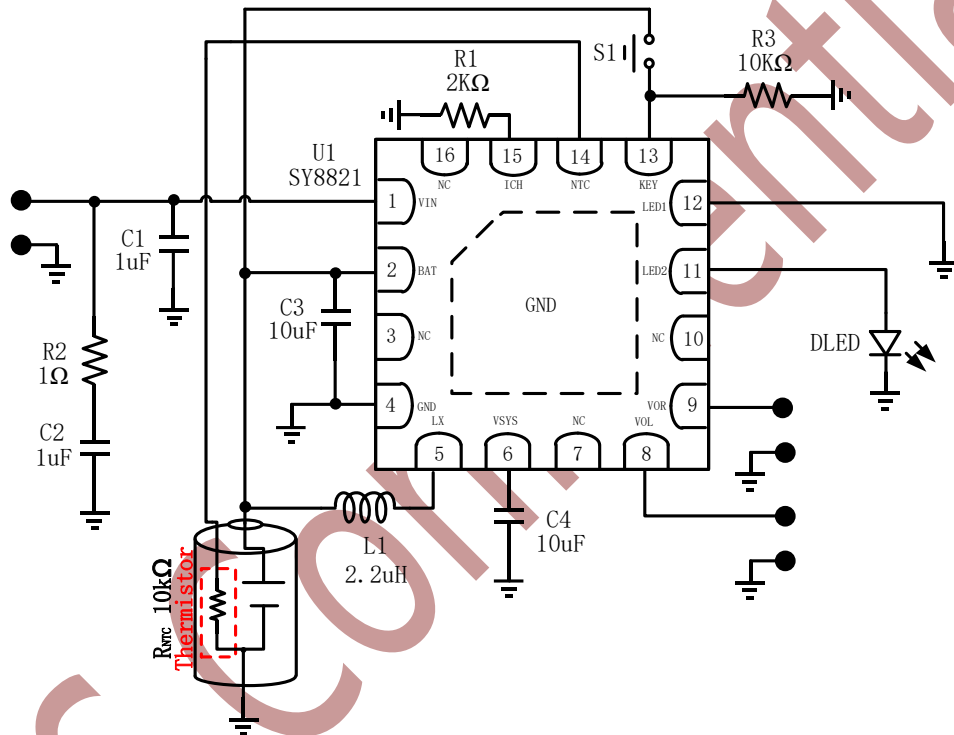


Fig.13. 1 灯显示模式

| 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）

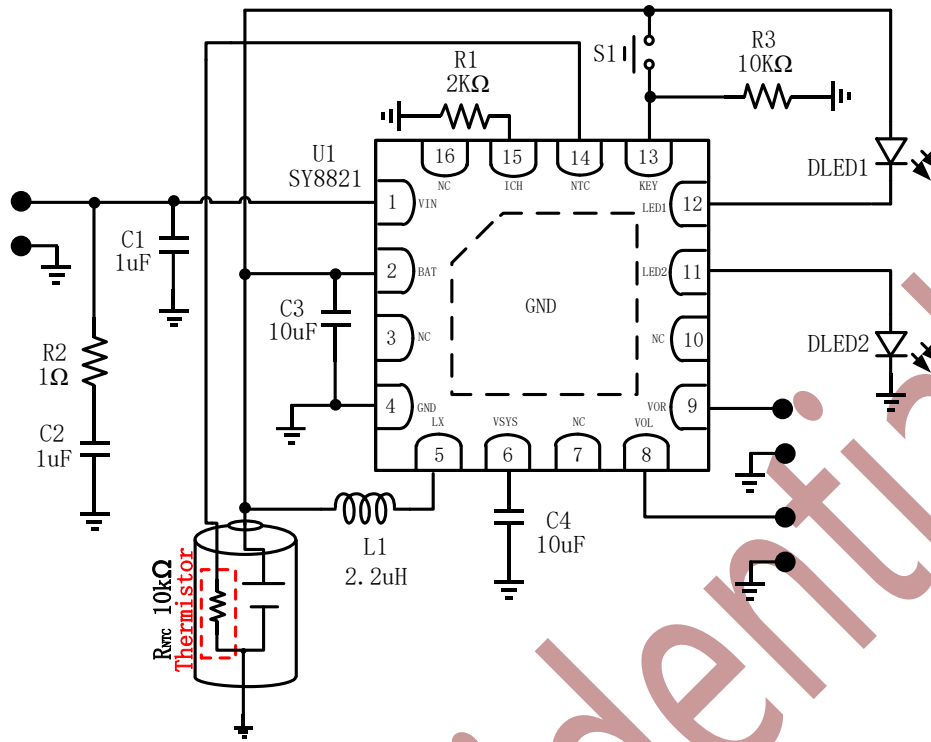


Fig.14. 2 灯显示模式（充电放电各一个灯）

| 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

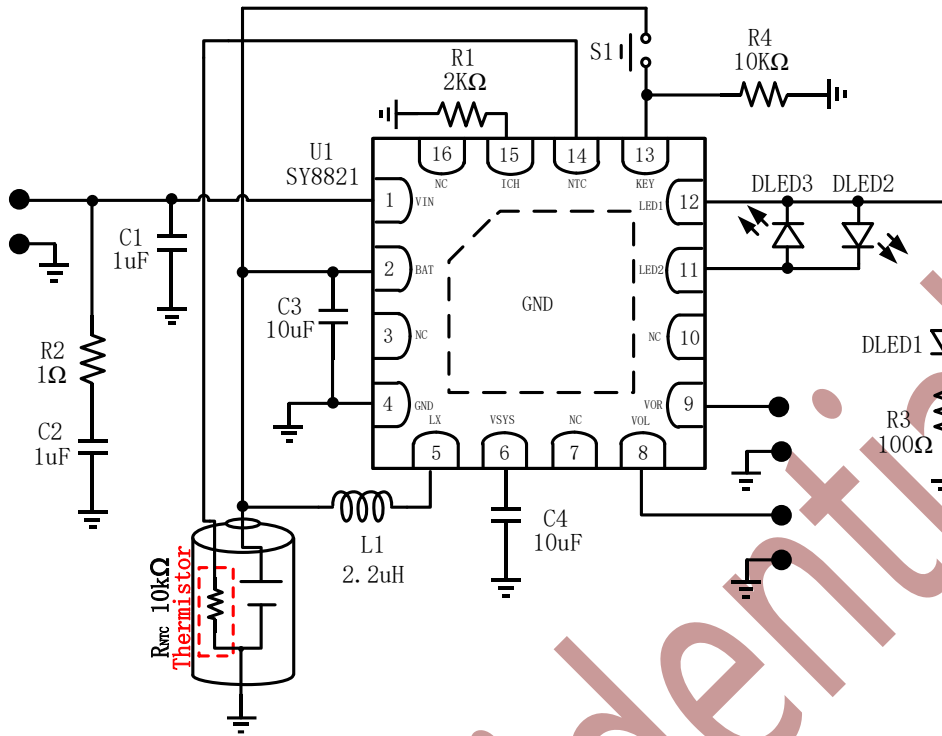


Fig.15. 3 灯显示模式

| 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

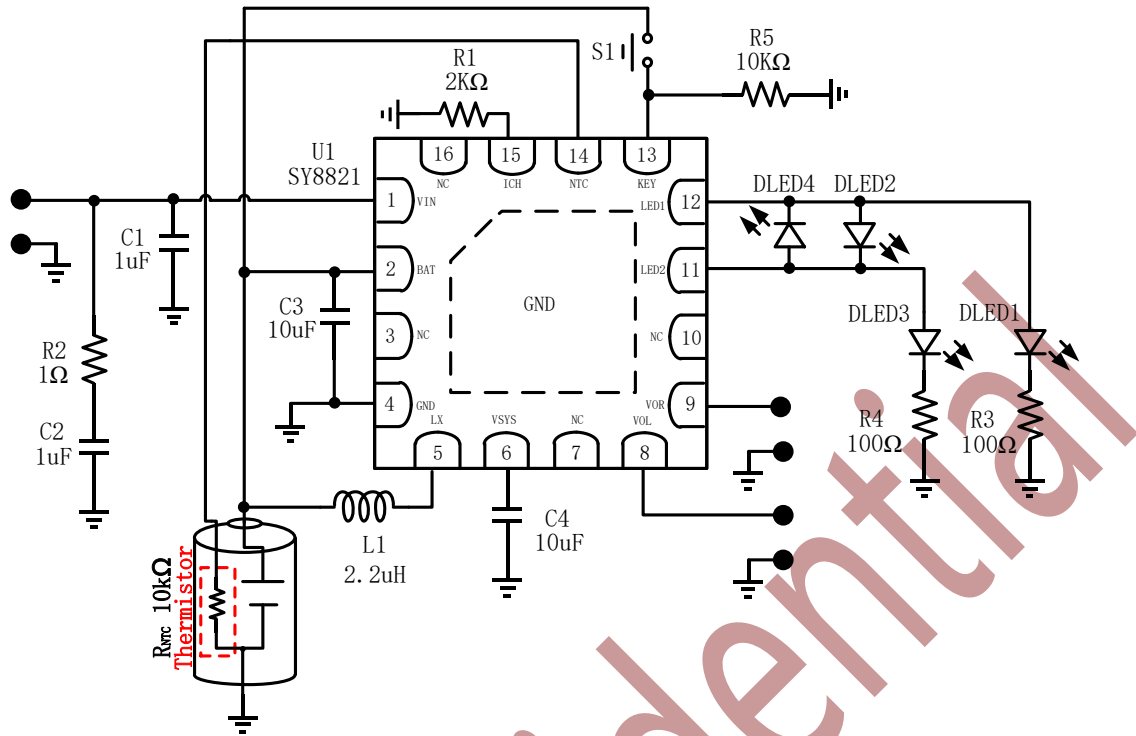


Fig.16. 4 灯显示模式

| 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

SY8821 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 放电未开启 | VSYS 放电使能 |
| 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_iloa | 左耳负载小于 4.5mA | 左耳负载大于 10mA |
| 13 | vor_iloa | 右耳负载小于 4.5mA | 右耳负载大于 10mA |
| 14 | data1 | VBAT 放电低电量报警 | 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 ≤ VBAT < 3.20 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 3.20 ≤ VBAT < 3.30 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3.30 ≤ VBAT < 3.40 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 3.40 ≤ VBAT < 3.50 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 3.50 ≤ VBAT < 3.60 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 3.60 ≤ VBAT < 3.65 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 3.65 ≤ VBAT < 3.70 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 3.70 ≤ VBAT < 3.75 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 3.75 ≤ VBAT < 3.80 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 3.80 ≤ VBAT < 3.85 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 3.85 ≤ 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 | $4.35 \leq V_{BAT}$ |

SY8821 的状态码由一个起始位加 24 位数据位组成，如 Fig.17.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；

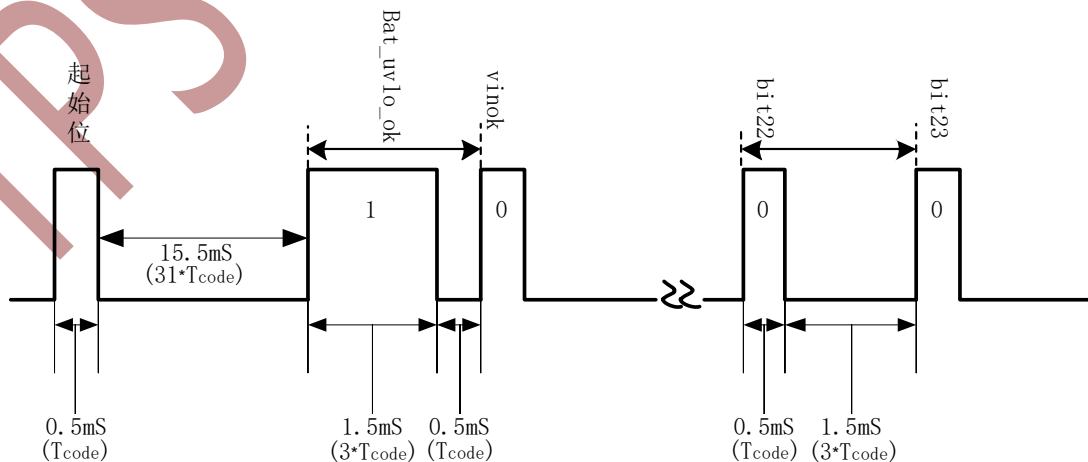


Fig.17. 状态码输出示意图

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。

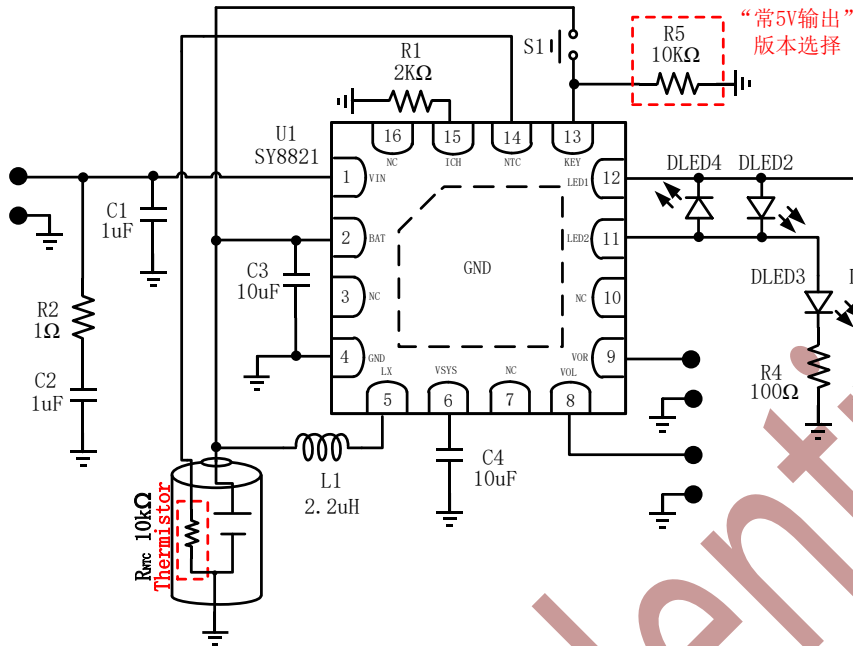
“状态码”有两种发送模式：

- (1) 定时发送：正常情况下，每 1 秒定时发送 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 | Iload_rp | 负载大于 10mA |
| 4 | Vinok_rp | 插入 VIN |
| 5 | Vinh_fp | 拔出 VIN |
| 6 | Abnormal_rp | 芯片出现 NTC 或过流异常 |

应用方案原理图



典型电路元器件

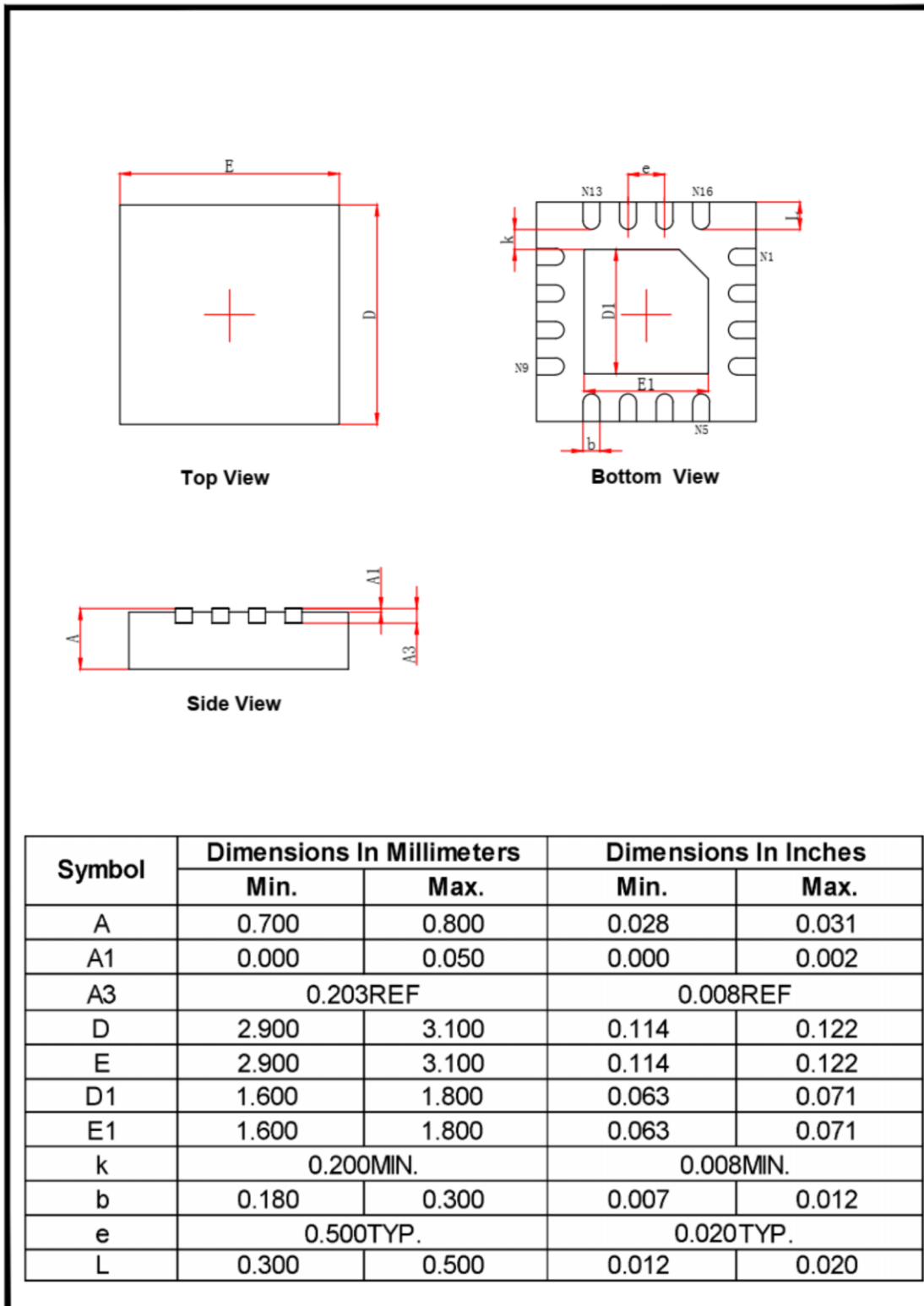
| 器件 | 器件类型 | 器件描述 | 制造商 | 参数 | 数量 |
|---------|--------|--|-------|----------|----|
| C1、C2 | 贴片电容 | CAP/0603/1uF/X5R/10%/25V | 三星或等同 | 1uF/25V | 2 |
| C3、C4 | 贴片电容 | CAP/0805/10uF/X5R/10%/10V | 三星或等同 | 10uF/10V | 2 |
| DLED1-4 | 贴片 LED | LED/0603/任意颜色的 LED 灯 | —— | 任意颜色 | 4 |
| R1 | 贴片电阻 | RES/0603/2K/1% | 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: ±20%, 额定饱和电流要求: >2A | - | 2.2uH | 1 |
| U1 | IC | QFN3*3 | 思远半导体 | SY8821 | 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 | 2020.06.11 | 初版发布 |
| Rev1.4 | 2021.11.09 | 优化电池低电量关闭输出电压阈值 |
| Rev1.5 | 2022.03.25 | 新增 EN 版本相关信息 |

TPS Confidential