

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）

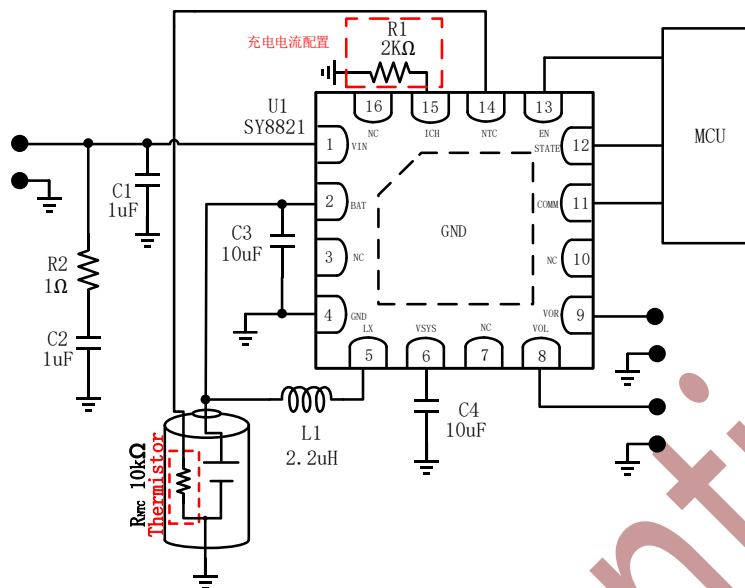


Fig.1. EN 版本典型应用电路图

（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）

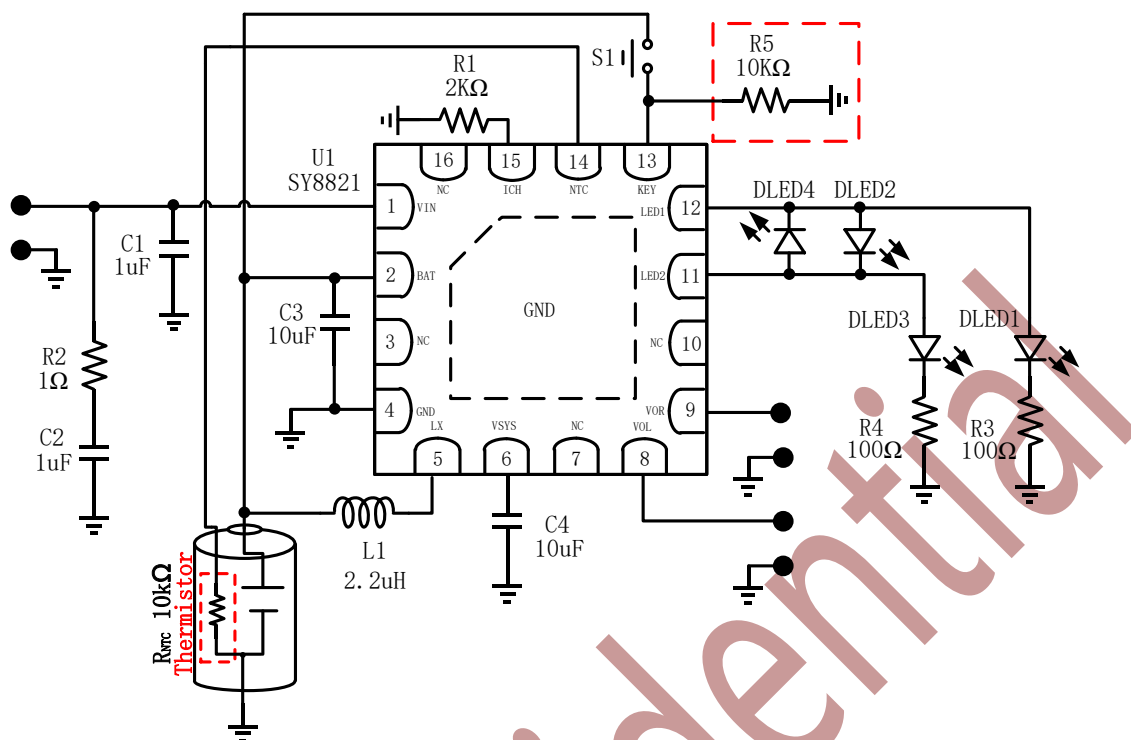


Fig.2. KEY 版本典型应用电路图

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℃）

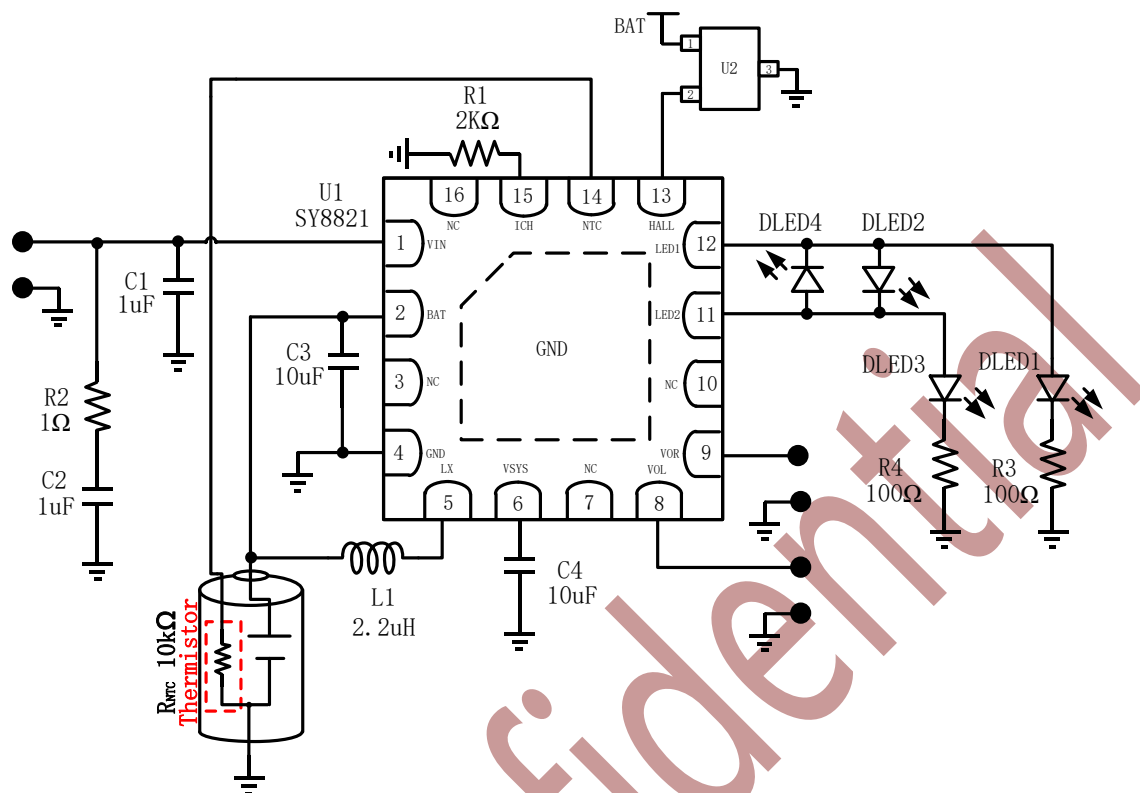


Fig.3. HALL 版本典型应用电路图

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

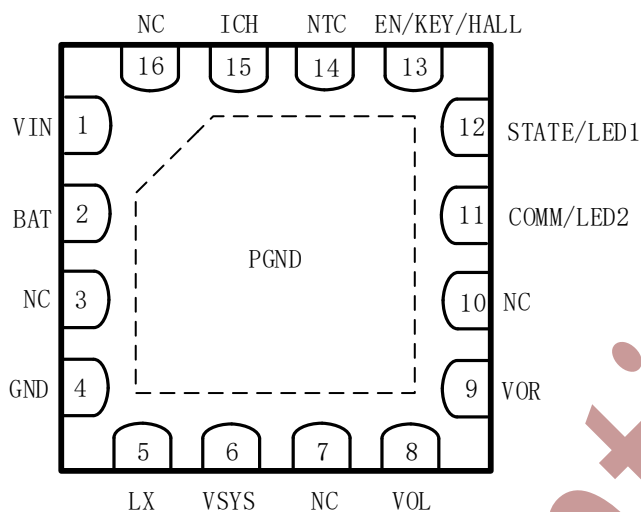


Fig.4. 芯片引脚示意图

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

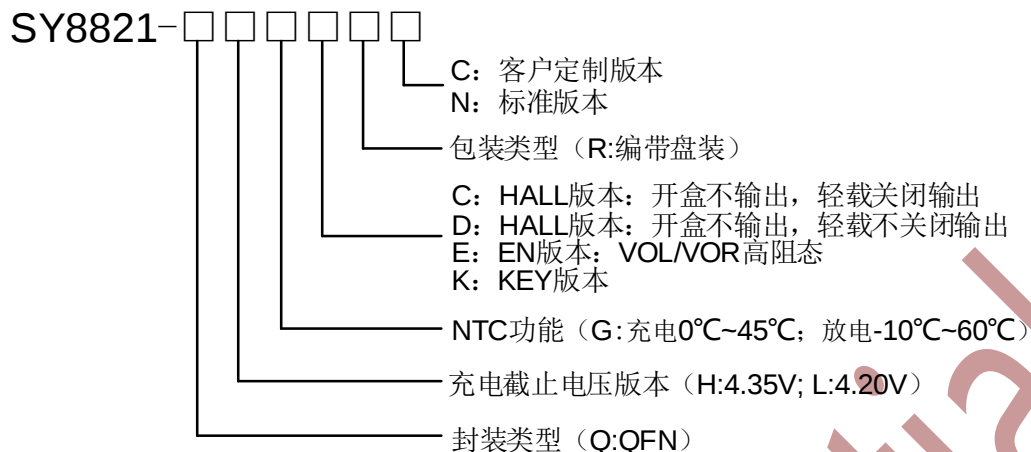
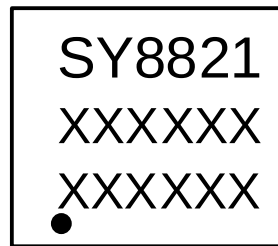


Fig.5. 订购信息说明图

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	2、检测到输出轻载后关闭输出		
SY8821-QLGDRN		4.20	1、HALL 开盒放入负载后只提示不输出		3000
SY8821-QHGDRN		4.35	2、检测到输出轻载后不关闭输出		
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;		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

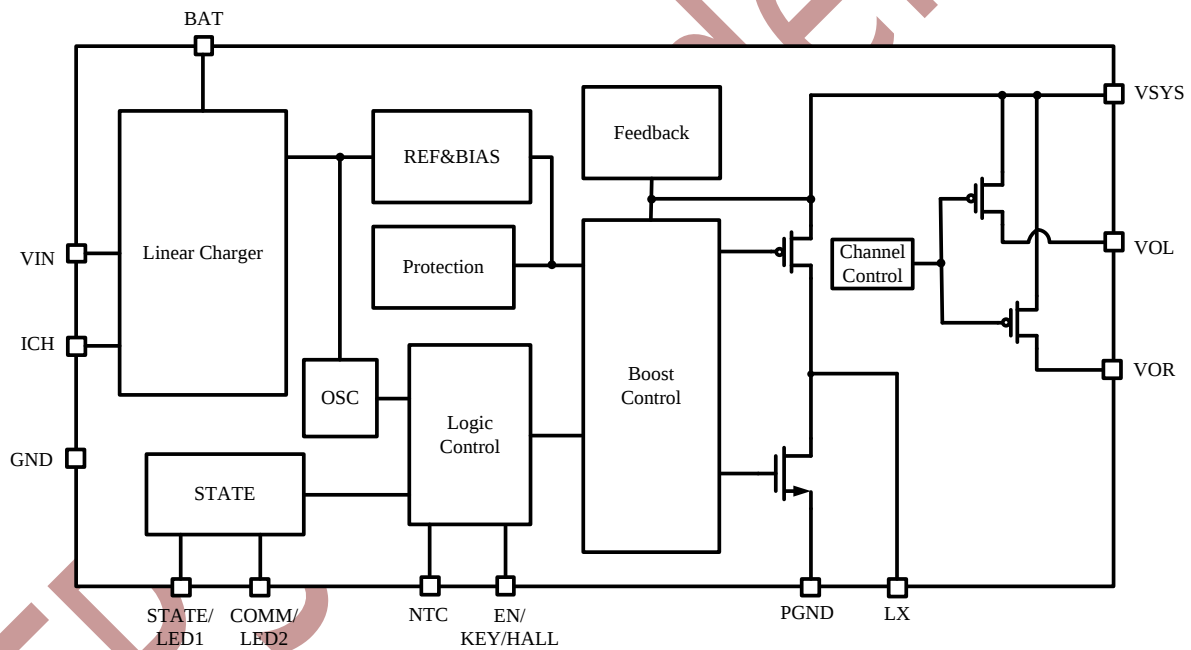


Fig.6. 功能框图

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	+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

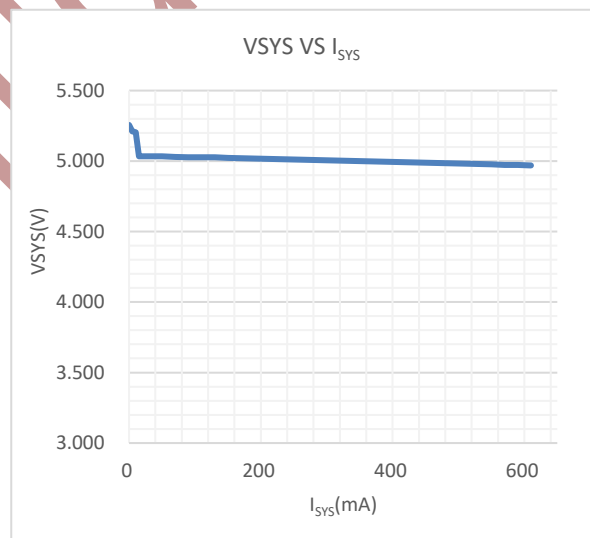
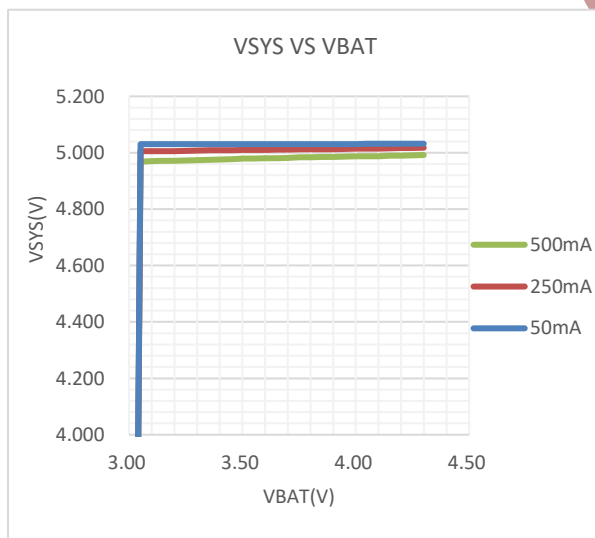
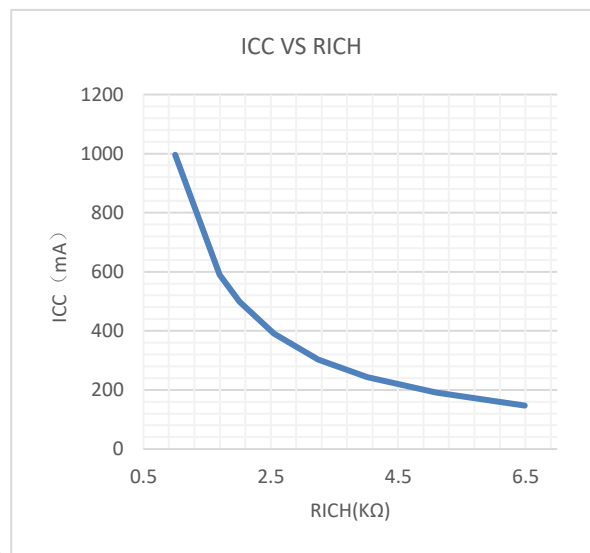
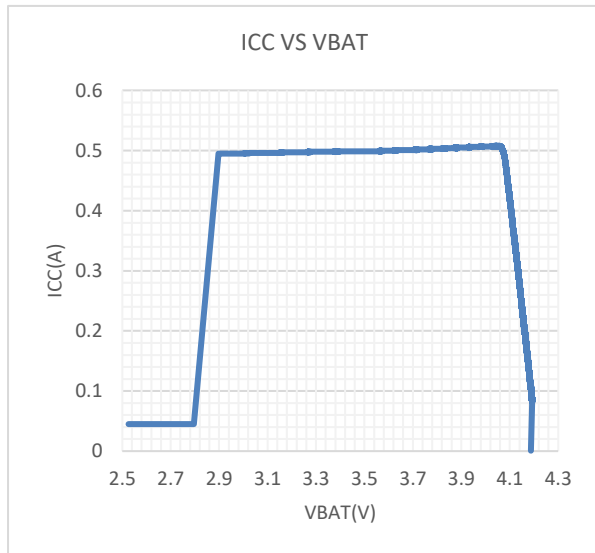
（如无特殊说明，VIN=5V，VBAT=3.7V，Ta=25°C，L1=2.2uH）

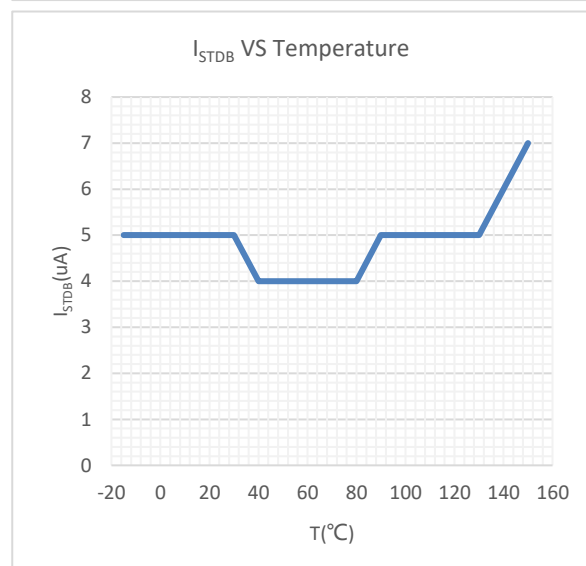
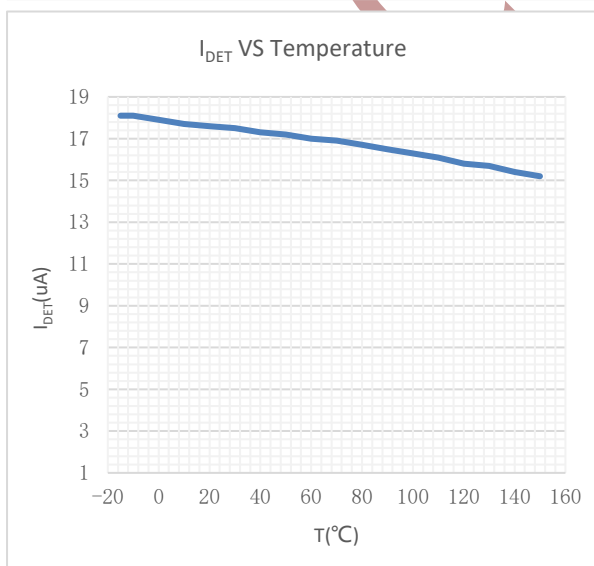
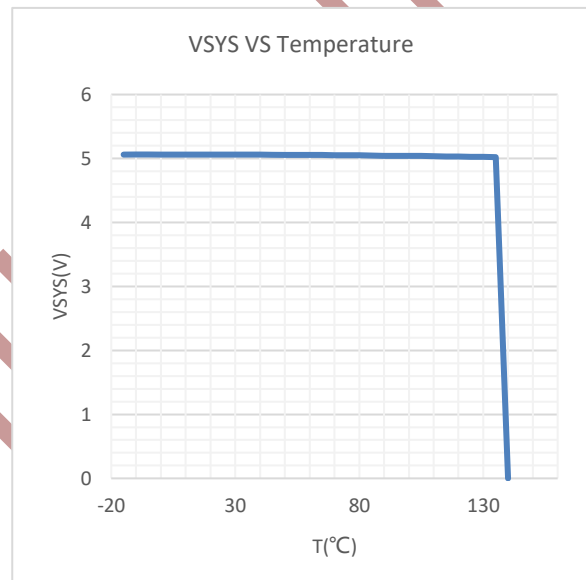
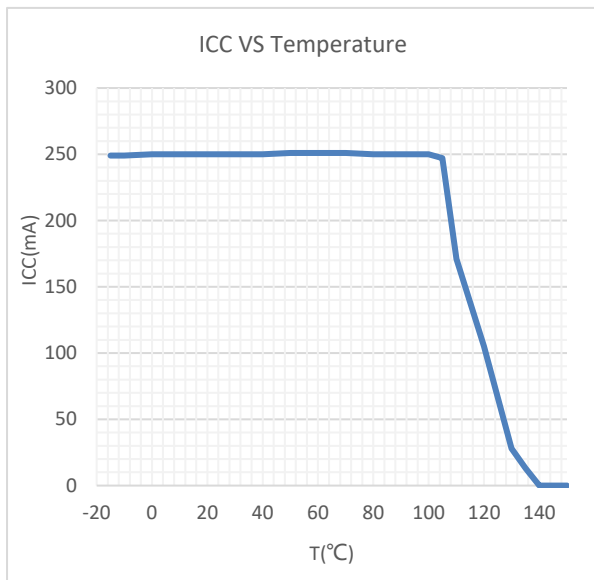
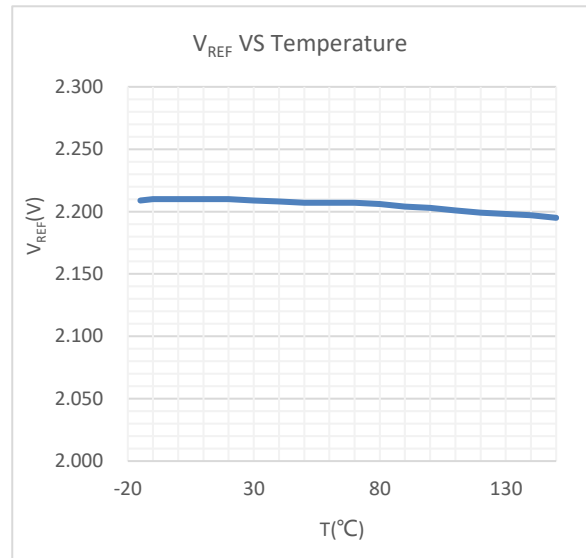
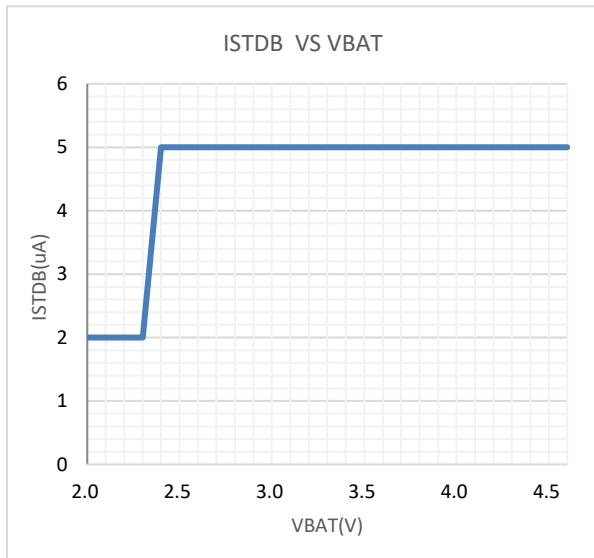
符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ISTDB	待机电流(EN= 0或负载自动识别版本)		-	5	-	μA
	空载电流（EN=1或常输出5.05V版本）		-	2.5	-	μA
IEN	EN引脚下拉电流		-	2	-	uA
VENH	EN高门限阈值		-	2	-	V
VENL	EN低门限阈值		-	0.5	-	V
Tcode	状态码单位时间		0.4	0.5	0.6	mS
IKEY	KEY引脚下拉电流		-	60	-	uA
TKEY_S	单击KEY键时间		100	-	-	mS
TKEY_L	长按KEY键时间		1.5	-	-	S
VHALLH	HALL高门限阈值		-	2	-	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
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 _{P_{NMOS}}	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 _{RI_{PPLE}}	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

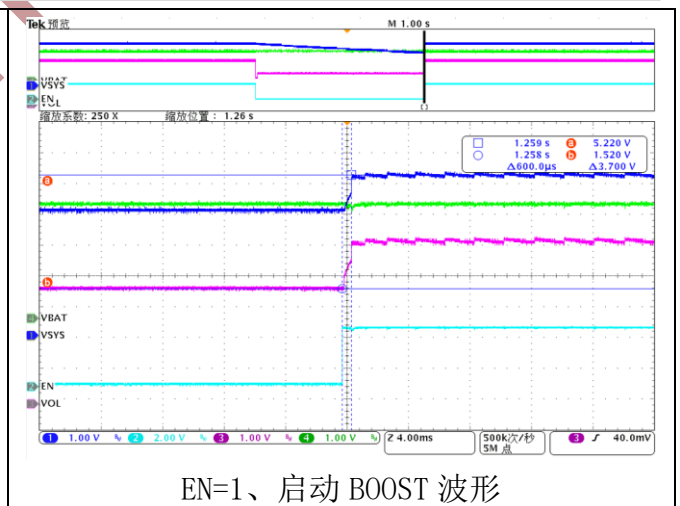
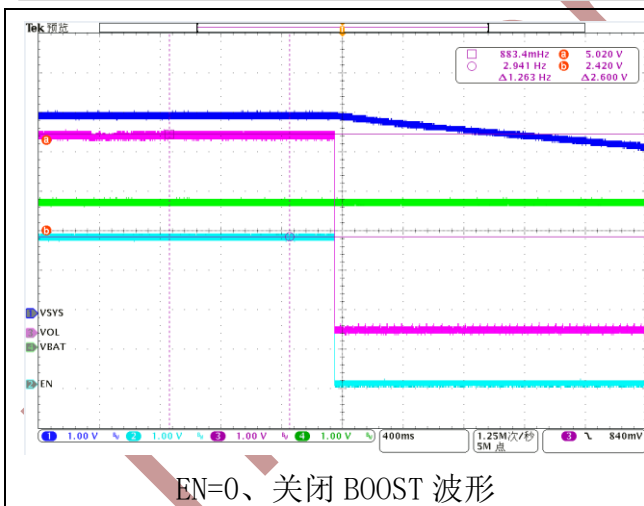
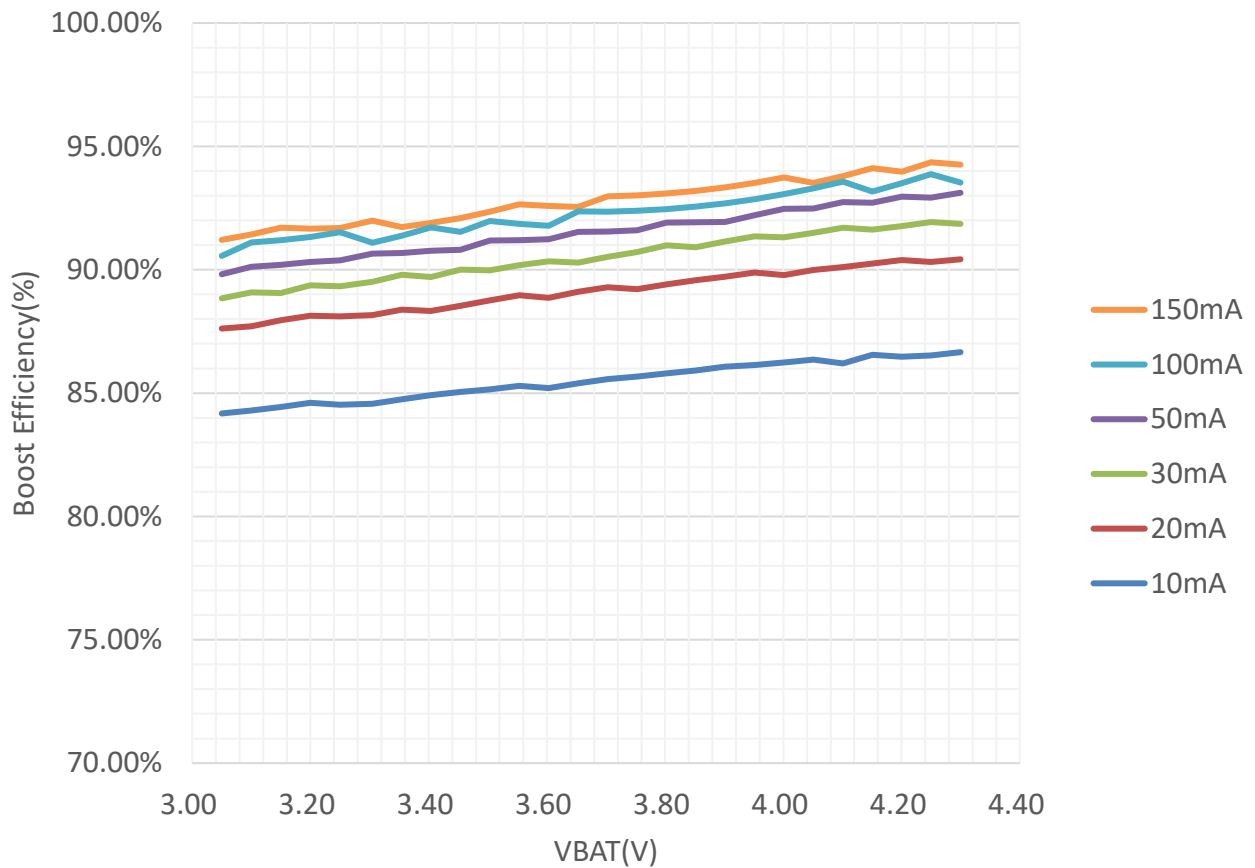
LED显示						
V _{LB}	低电量报警电压		-	3.3	-	V
I _{LED}	LED驱动电流		-	2	-	mA

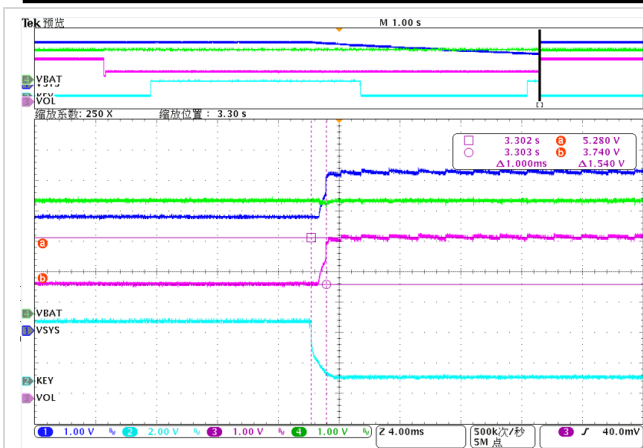
典型特性



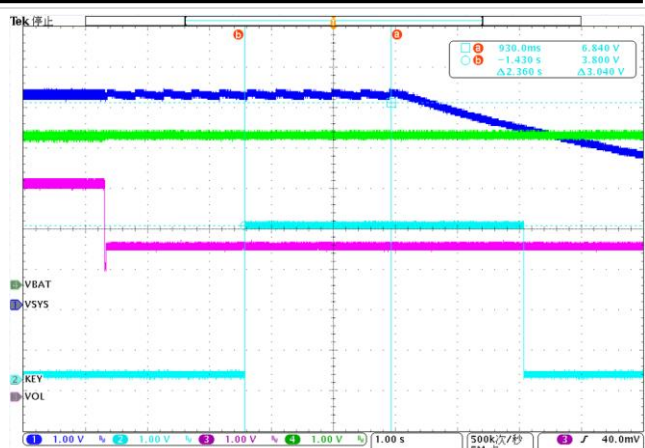


Boost Efficiency VS VBAT

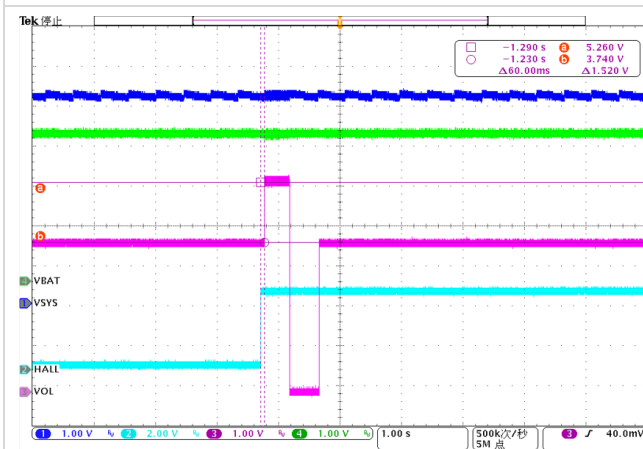




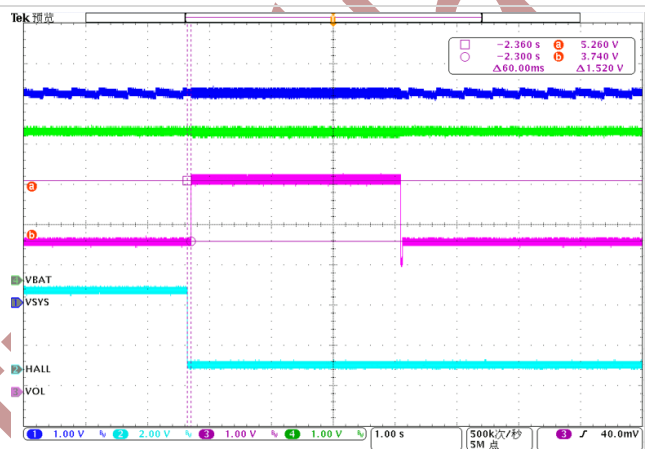
单击 KEY 启动 BOOST 波形



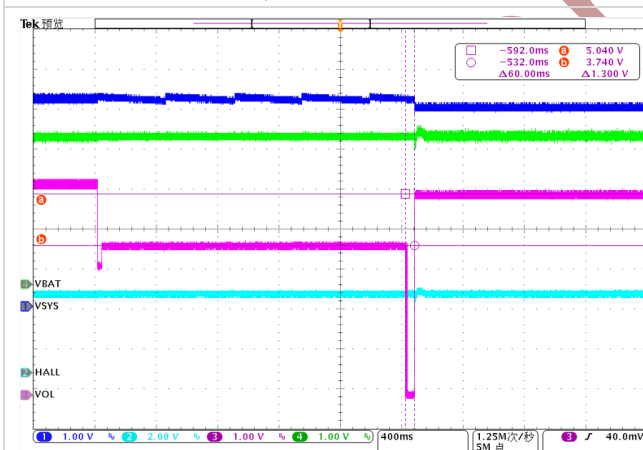
长按 KEY 关闭 BOOST 波形



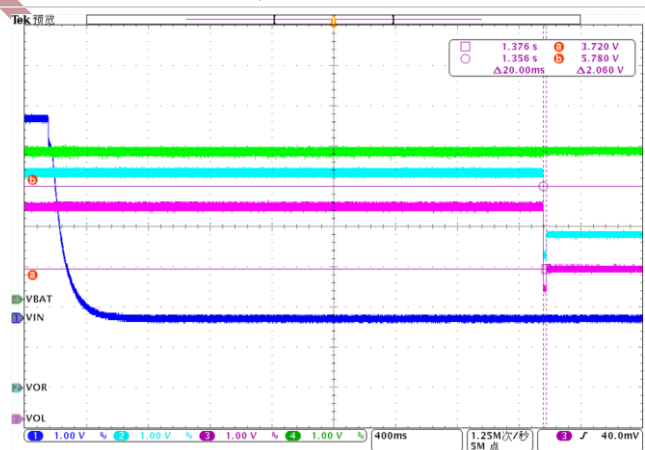
HALL 版本、空载、开盒波形



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

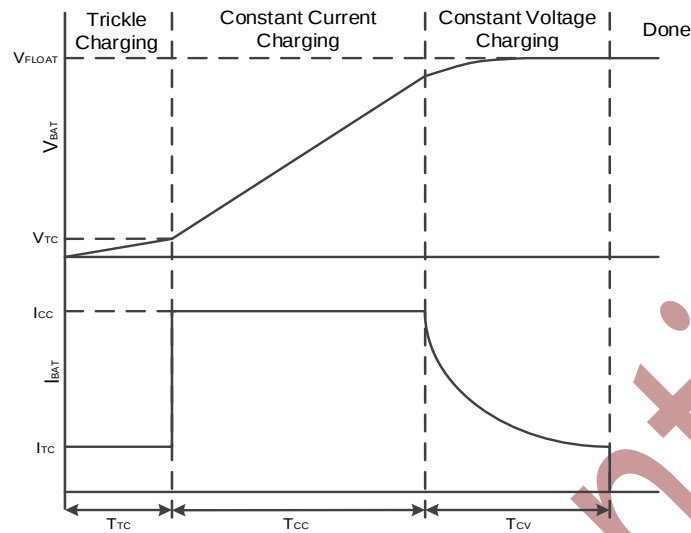


Fig.7. 充电模式示意图

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涪流、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} ；在涪流模式下，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：

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

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 $110^{\circ}C$ 时自动降低充电电流，直到 $150^{\circ}C$ 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

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

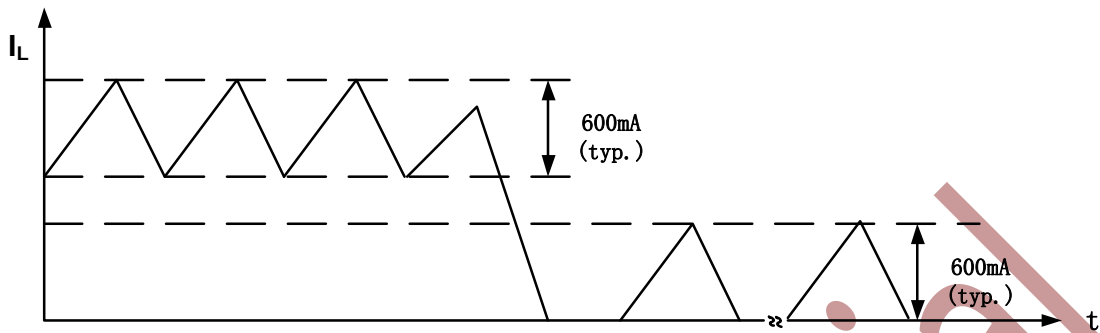


Fig.8. 迟滞电流工作状态

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。

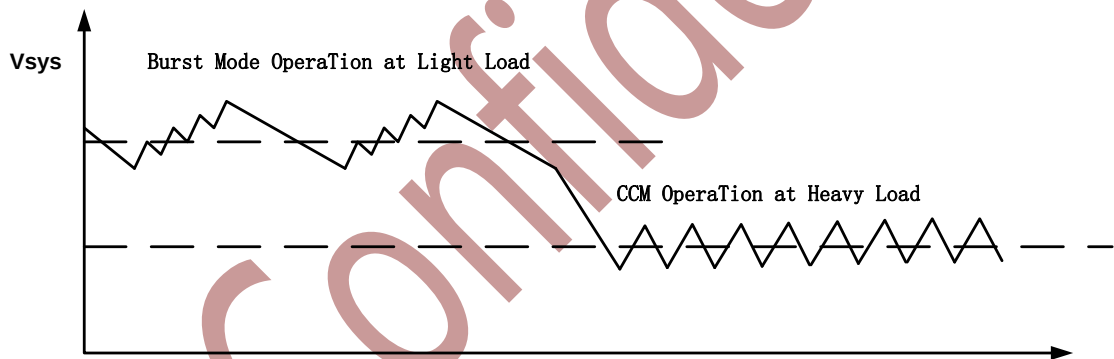


Fig.9. Burst 模式工作状态

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。

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。

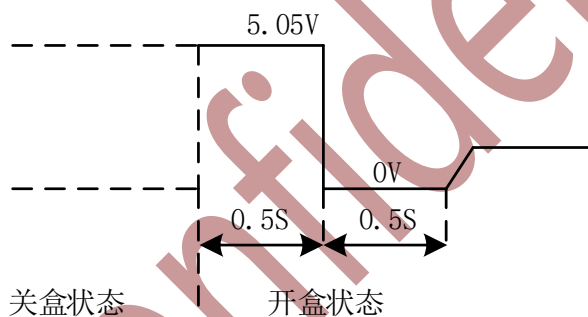


Fig.10. VIN=0 时，HALL 开盒示意图

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 。

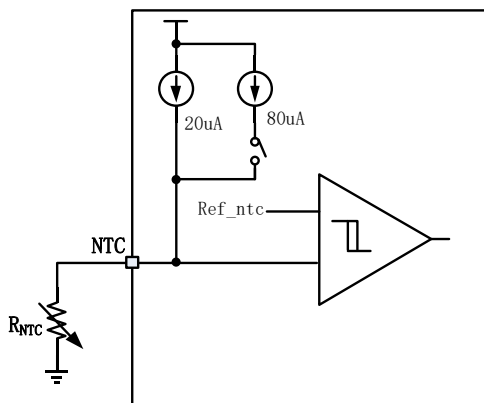


Fig.11. NTC 保护示意图

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 I_{cc} 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。

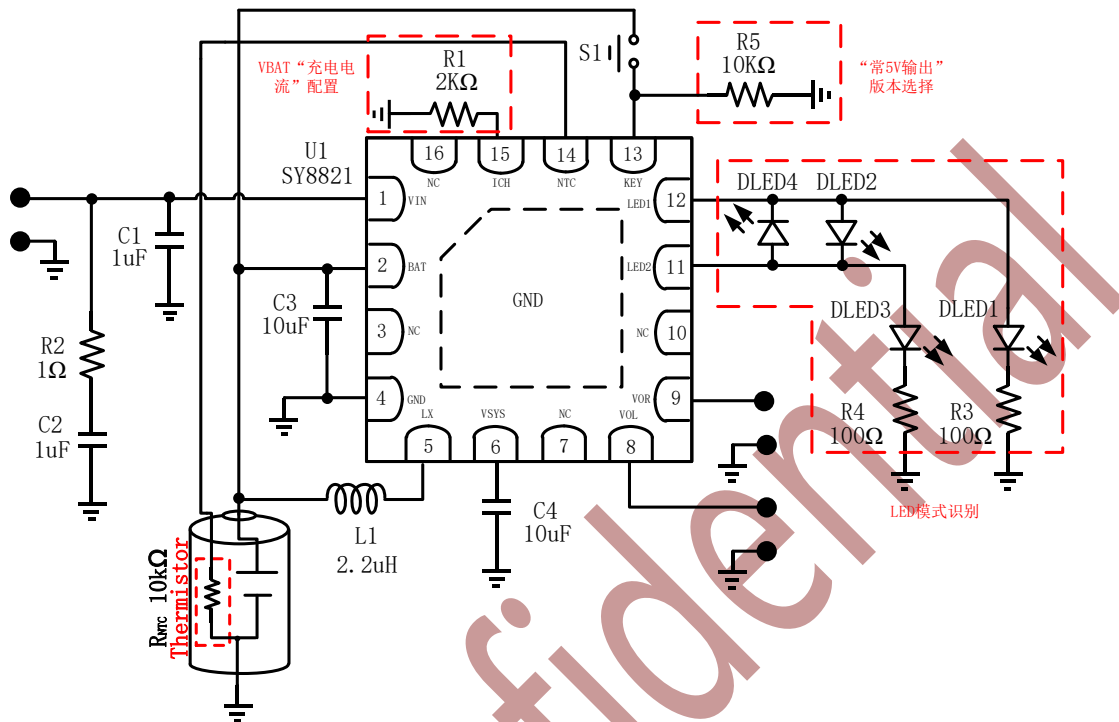


Fig.12. 工作模式设置

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

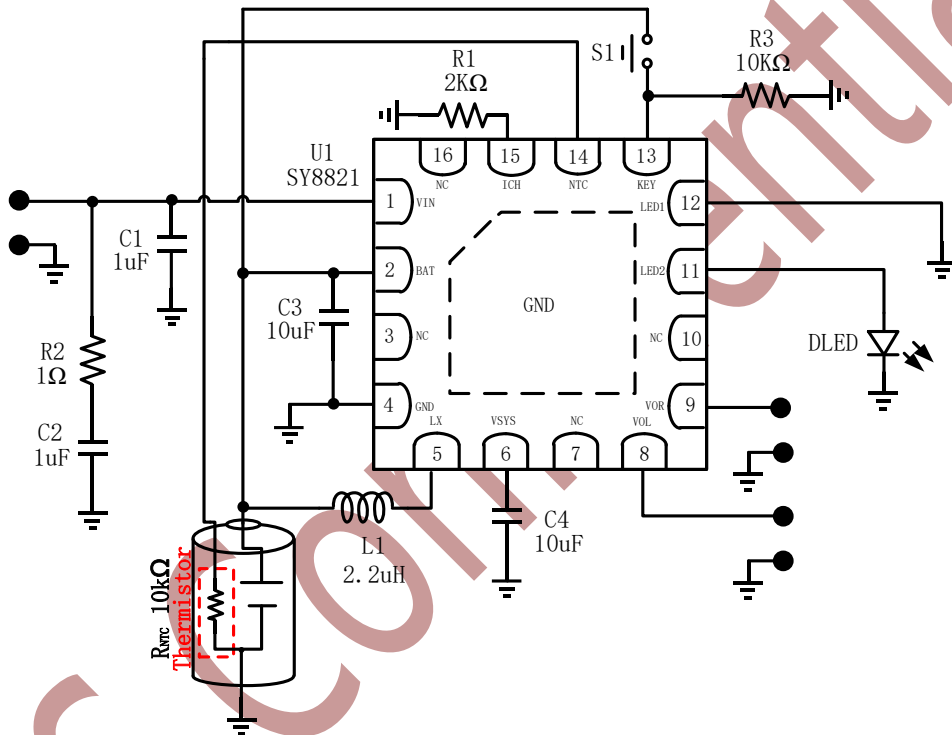


Fig.13. 1 灯显示模式

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）

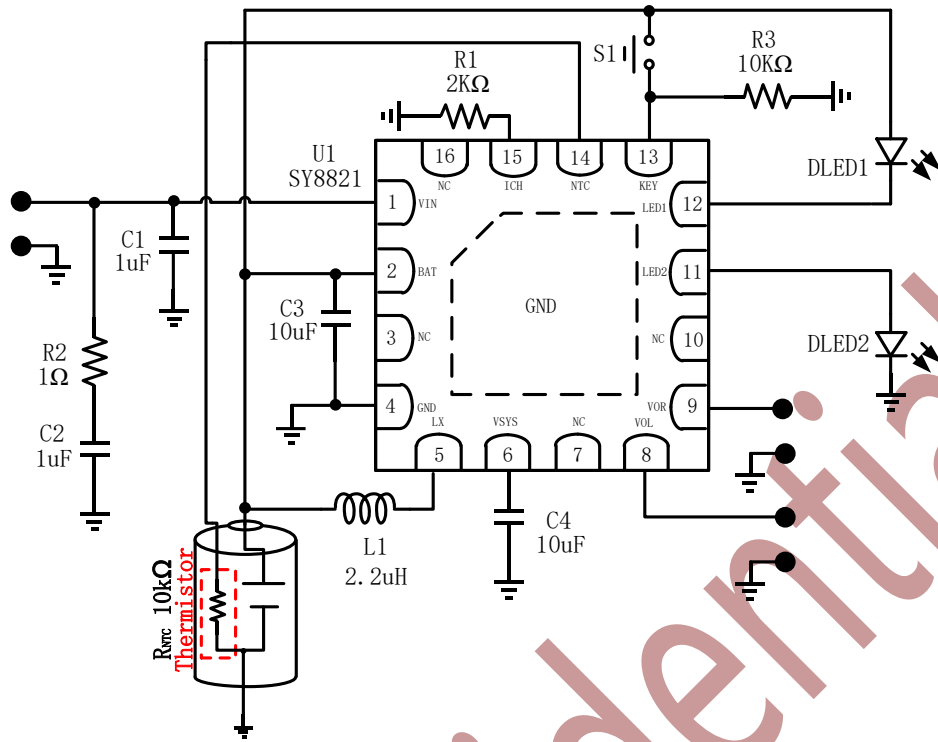


Fig.14. 2 灯显示模式（充电放电各一个灯）

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

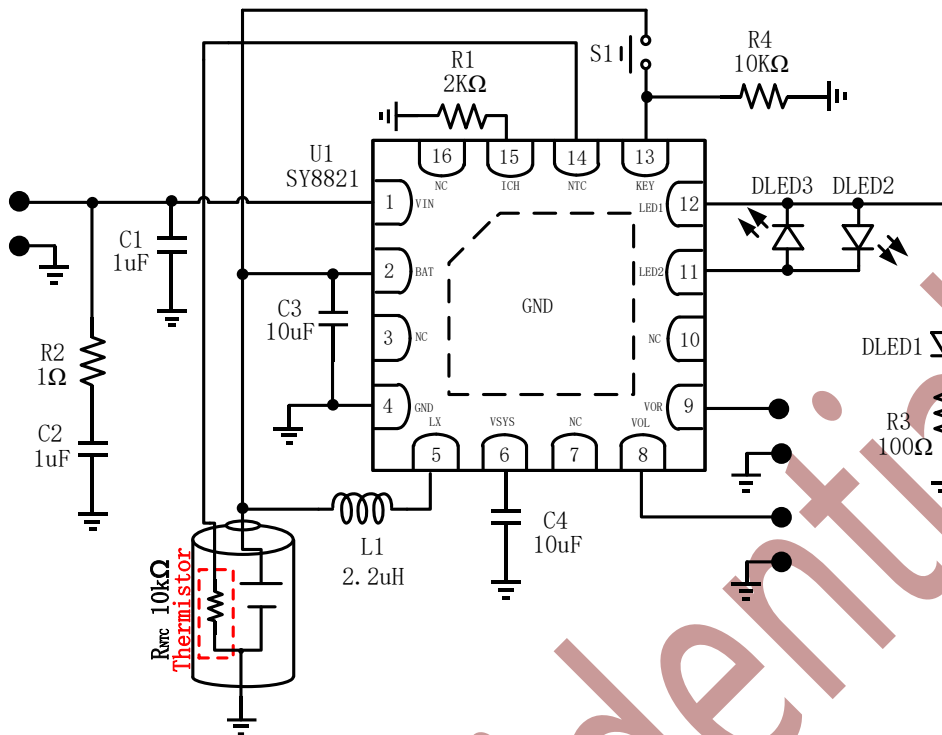


Fig.15. 3 灯显示模式

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

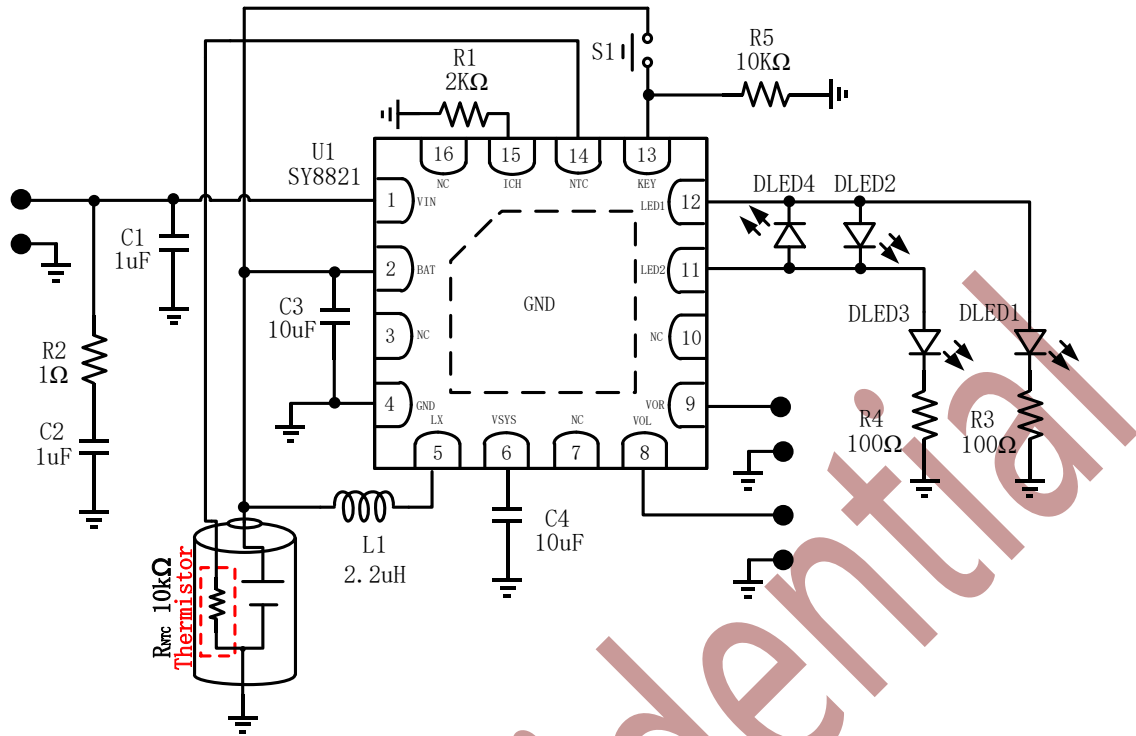


Fig.16. 4 灯显示模式

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_ilo	左耳负载小于 4.5mA	左耳负载大于 10mA
13	vor_ilo	右耳负载小于 4.5mA	右耳负载大于 10mA
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 ≤ 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；

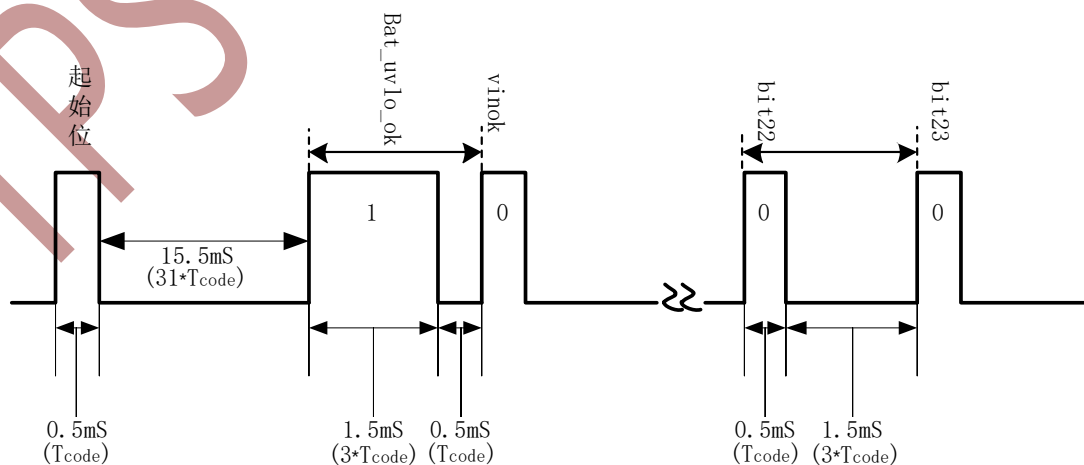


Fig.17. 状态码输出示意图

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。

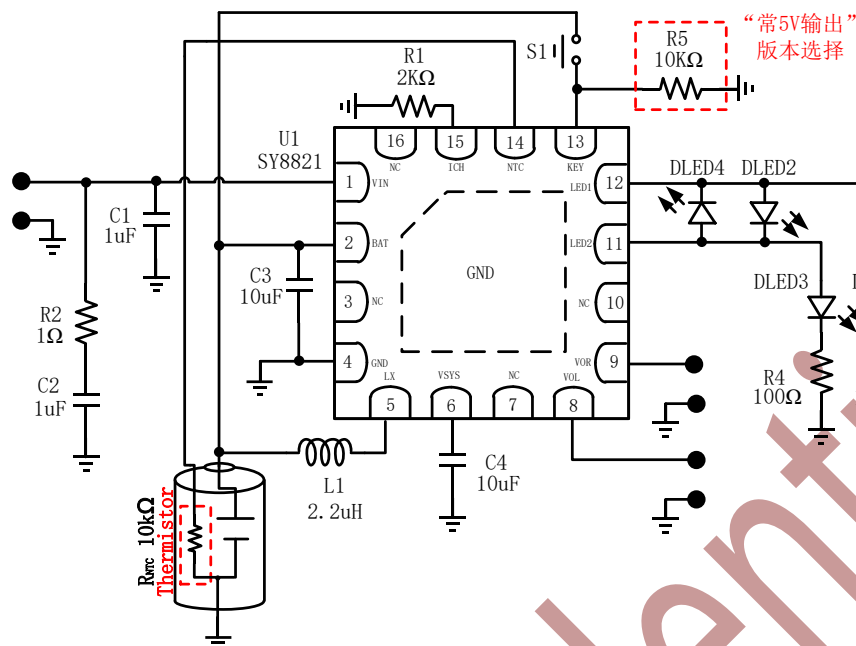
“状态码”有两种发送模式：

- (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

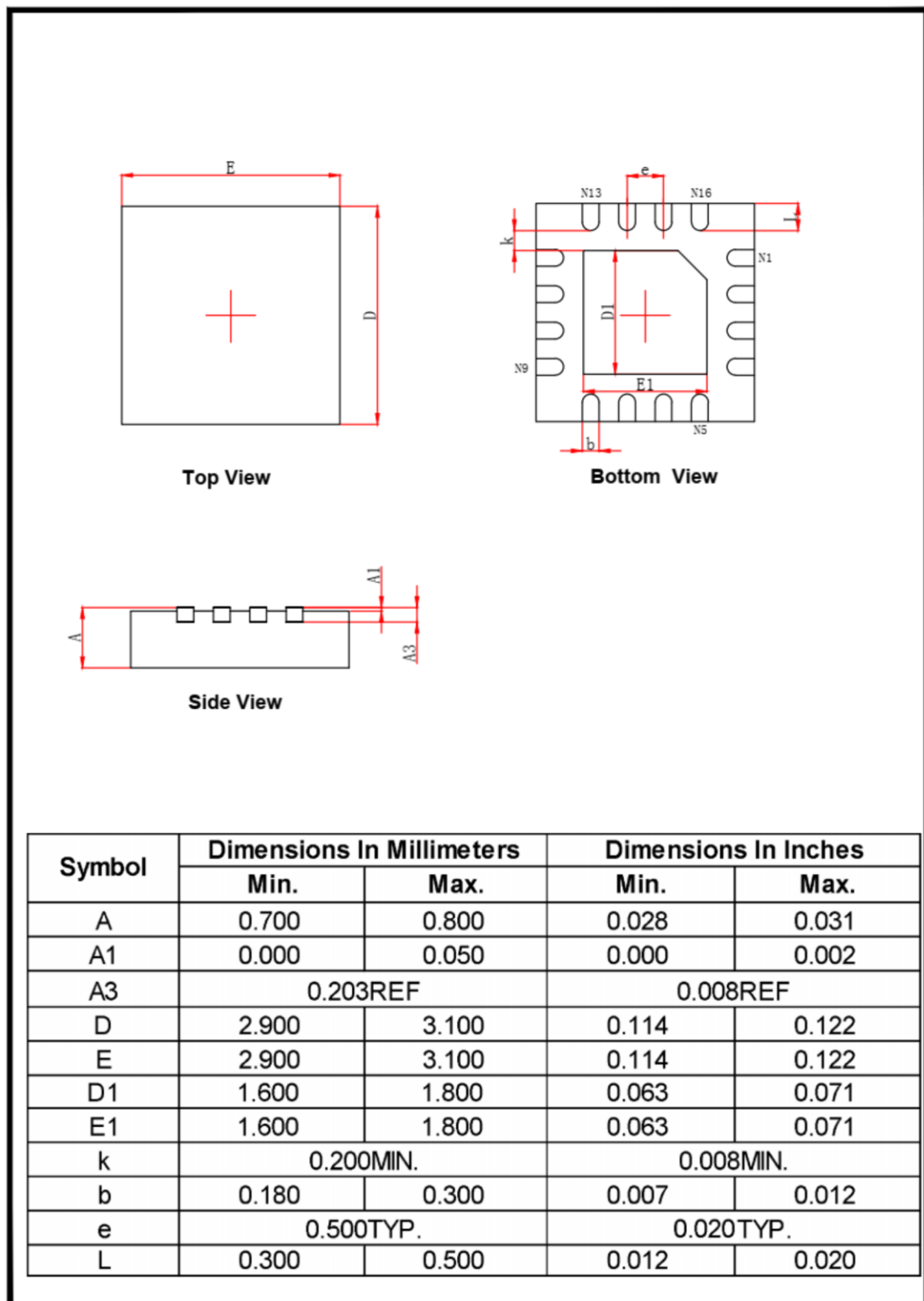
器件	器件类型	器件描述	制造商	参数	数量
C1、C2	贴片电容	CAP/0603/1uF/X5R/10%/25V	三星或等同	1uF/25V	2
C3、C4	贴片电容	CAP/0805/10uF/X5R/10%/10V	三星或等同	10uF/10V	2
DLED1-4	贴片 LED	LED/0603/任意颜色的 LED 灯	——	任意颜色	4
R1	贴片电阻	RES/0603/2K/1%	国巨或等同	2KΩ	1
R2	贴片电阻	RES/0603/1R/5%	国巨或等同	1Ω	1
R3、R4	贴片电阻	RES/0603/100R/5%	国巨或等同	100Ω	2
R5	贴片电阻	RES/0603/10K/5%	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