

概述

SY8802 是一款专为蓝牙耳机仓设计的单芯片解决方案。芯片内部集成充电模块和放电模块，充电电流和放电截止电流外部可以调节。同时芯片还提供了负载插入识别和轻载自动关断的功能。芯片支持1-4颗LED电量显示。SY8802_KEY版本集成了按键功能，单击启动放电，长按关闭放电。SY8802_HALL版本支持HALL芯片直接控制，实现了关盒自动充电，开盖自动回连。

SY8802非常适合蓝牙耳机仓的设计，极大简化了外围电路和元器件，为蓝牙耳机仓的应用提供了简单易用的方案。

SY8802 采用的封装形式为QFN16-4*4。

应用

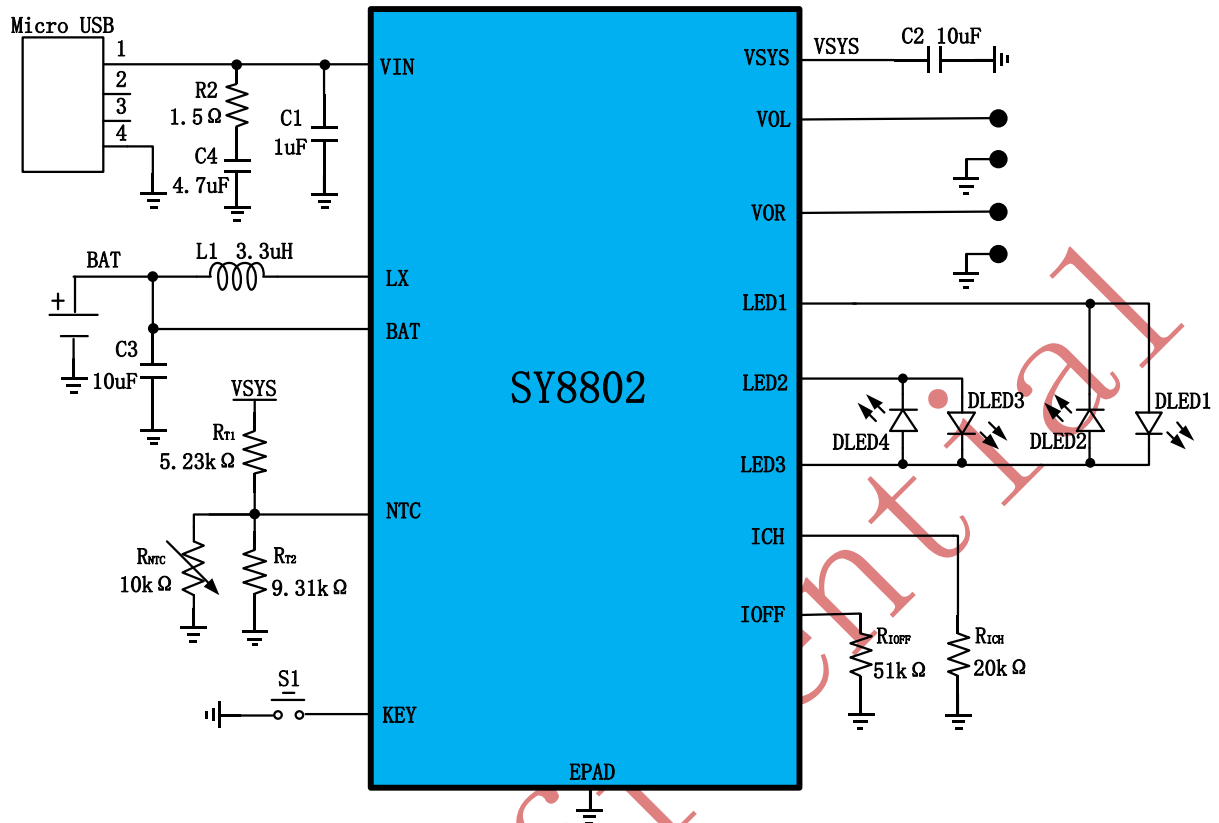
蓝牙耳机智能充电仓

特点

- ◆ 待机电流：5uA
- ◆ 充电电流外部电阻调节，恒定VIN电流

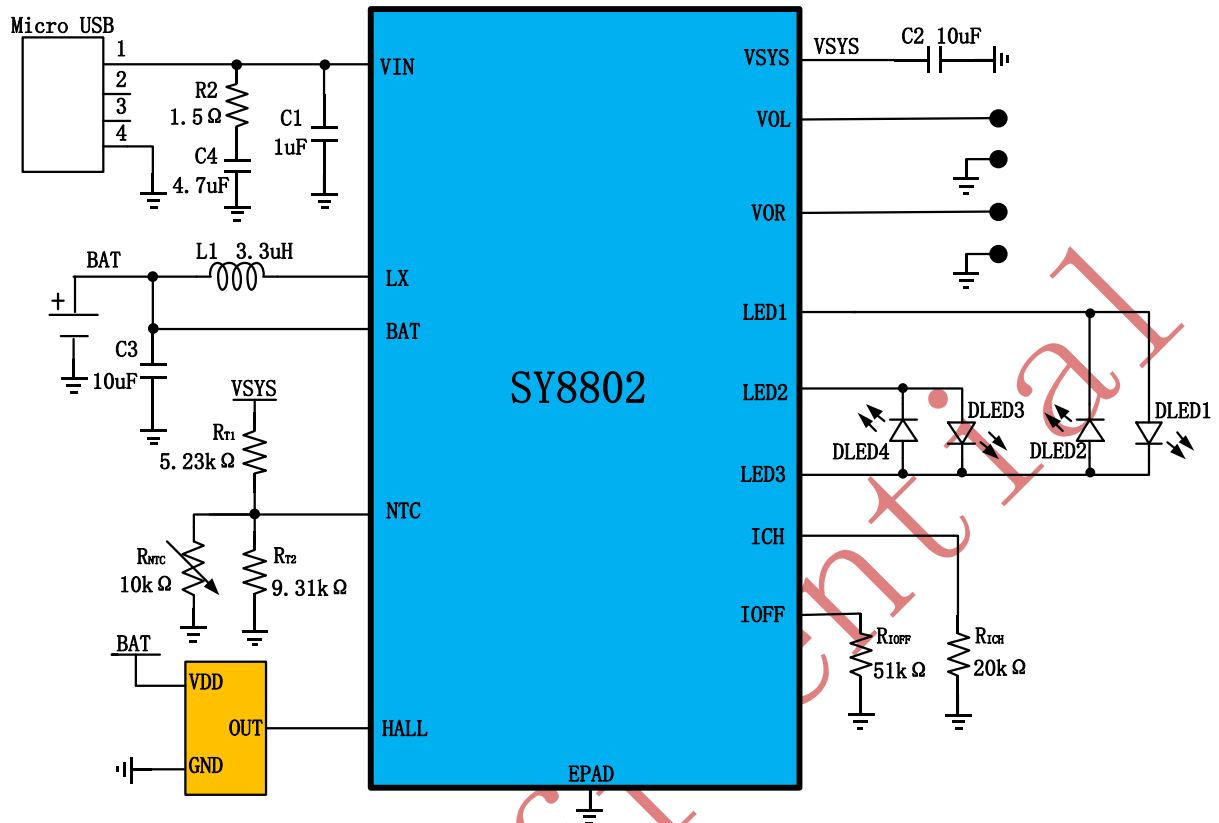
- ◆ 最大充电电流：1A
- ◆ 输入耐压高达28V
- ◆ 充电效率高达93%@0.5A
- ◆ 充电开关频率：1MHz
- ◆ 边充边放路径管理，放电优先
- ◆ 充电电流温度调节功能，充电电流随温度升高自动减小
- ◆ C/10 充电终止，自动再充电
- ◆ 预设4.20V/4.35V充电浮充电压，精度达±1%
- ◆ 集成充电过压保护和电池过温保护
- ◆ 同步升压输出5V，效率高达93%@0.1A
- ◆ 放电开关频率：1MHz
- ◆ 支持负载插入识别
- ◆ 支持负载电流检测，轻载关机电流外部电阻调节
- ◆ 独创升压输出热调节功能
- ◆ 放电模块过流、短路、过压、过温保护
- ◆ 1-4 LED显示，外部自动识别；支持耳机放入提示
- ◆ 集成按键功能，单击放电，长按关闭放电（可选版本）
- ◆ 支持Hall芯片直接驱动，关盒自动充电，开盒自动回连（可选版本）
- ◆ 符合 IEC62368最新标准

典型应用电路（一）（充电：0.5A；放电截止：10mA；电池温度范围：-10℃~55℃）

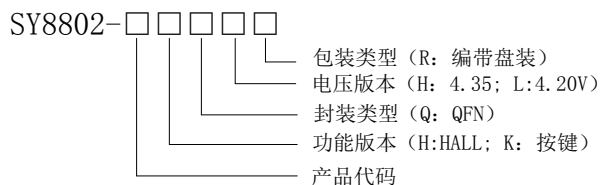


KEY 键版本的应用

典型应用电路（二）（充电：0.5A；放电截止：10mA；电池温度范围：-10℃~55℃）



订购信息

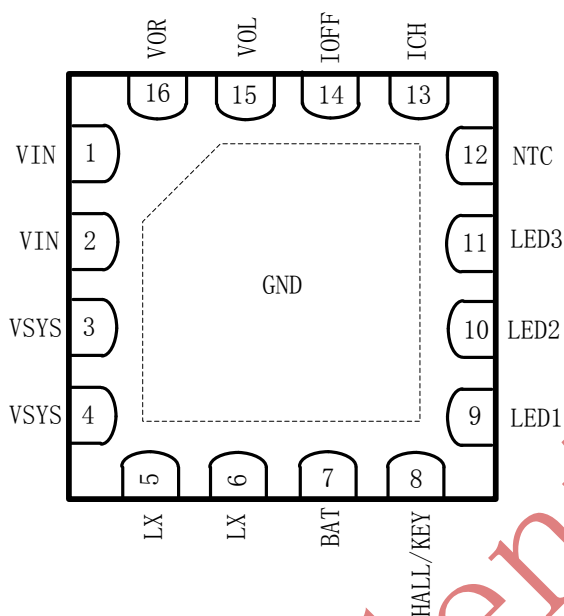


订购型号	封装形式	TOP MARK	Package Qty	说明
SY8802-CKQLR	QFN16(4mm*4mm)	SY8802	3000	4.20V 单芯片解决方案, 支持按键
SY8802-CKQHR	QFN16(4mm*4mm)	SY8802	3000	4.35V 单芯片解决方案, 支持按键
SY8802-CHQLR	QFN16(4mm*4mm)	SY8802	3000	4.20V 单芯片解决方案, 支持 HALL
SY8802-CHQHR	QFN16(4mm*4mm)	SY8802	3000	4.35V 单芯片解决方案, 支持 HALL

注:

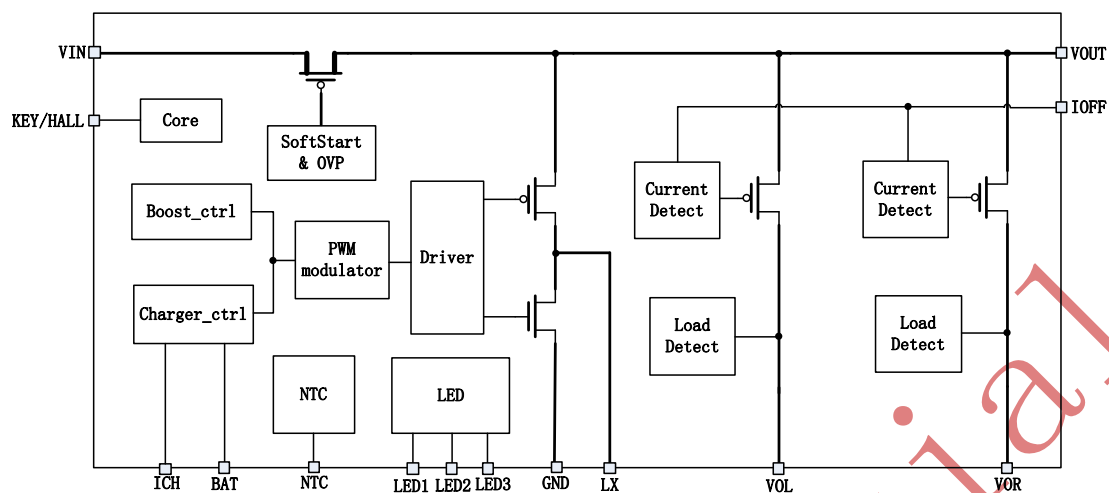
- SY8802 的 KEY 版本是单芯片解决方案, 芯片集成了自动识别负载开机, 轻载自动关机, 单击按键开启放电, 长按按键关机功能。
- SY8802 的 HALL 版本是单芯片解决方案, 芯片集成了自动识别负载开机, 轻载自动关机, 支持关盒自动充电, 开盒自动回连。

管脚功能



名称	端口	I/O	功能描述
VIN	1, 2	I	适配器输入端
VSYS	3, 4	O	BOOST 输出端
LX	5, 6	O	开关输出端
BAT	7	I	电池正极输入
KEY/HALL	8	I	在按键版本中作为按键输入端口 在 HALL 版本中作为 HALL 信号输入端口
LED1	9	O	LED 指示输出1
LED2	10	O	LED 指示输出2
LED3	11	O	LED 指示输出3
NTC	12	I	电池温度检测输入端口
ICH	13	I	充电电流设置端口
IOFF	14	I	轻载关机电流设置端口
VOL	15	O	左耳机电源输入端口
VOR	16	O	右耳机电源输入端口
GND	EPAD	-	系统地

功能框图



电性参数

极限参数⁽¹⁾

Parameter	Min	Max	Unit
VIN引脚	-0.3	+28	V
其余引脚	-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)	1500		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:

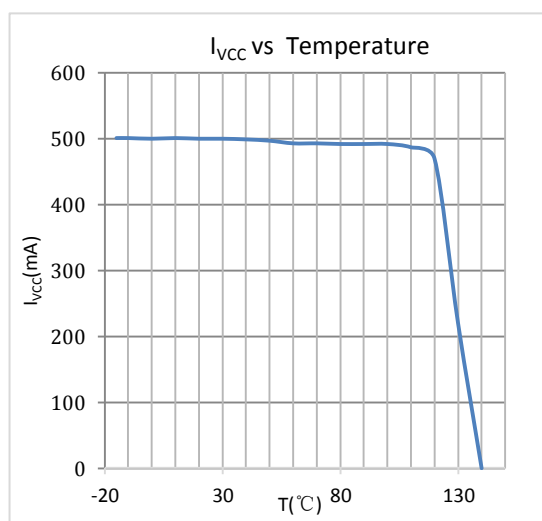
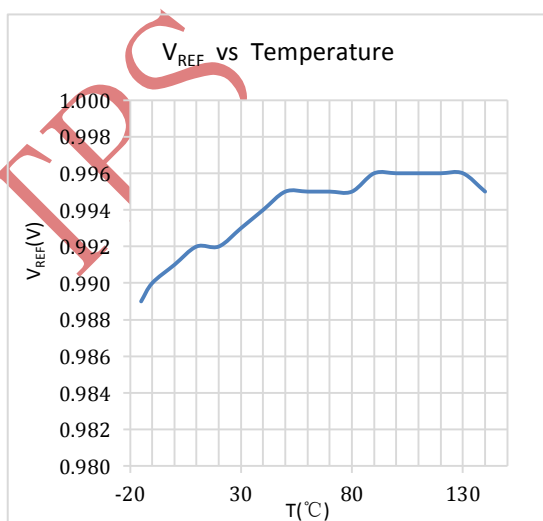
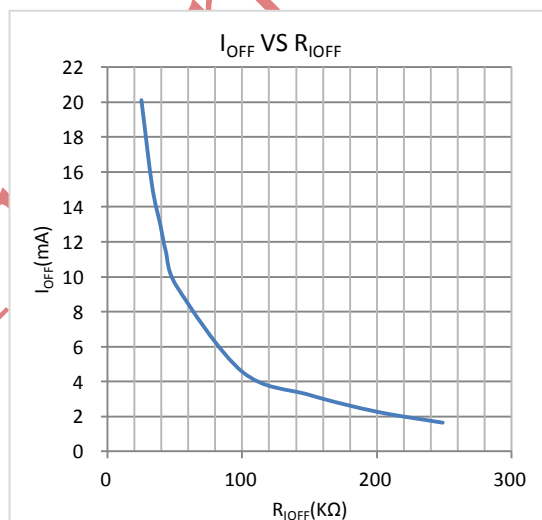
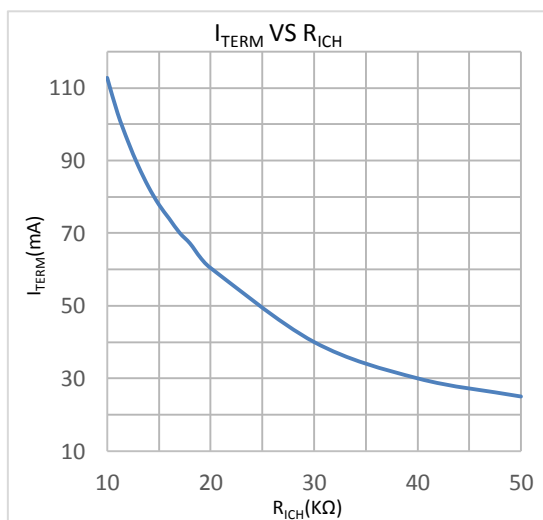
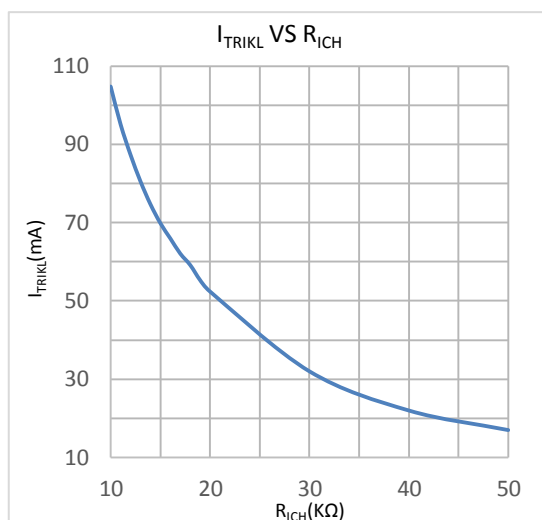
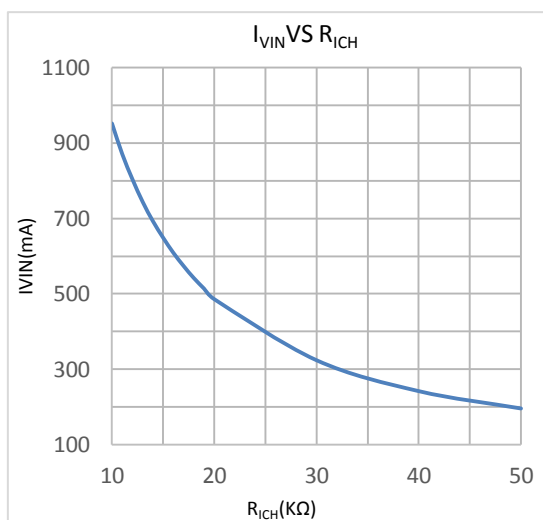
- (1) 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。
(2) 推荐工作条件是指超过该条件外不能保证正常工作。

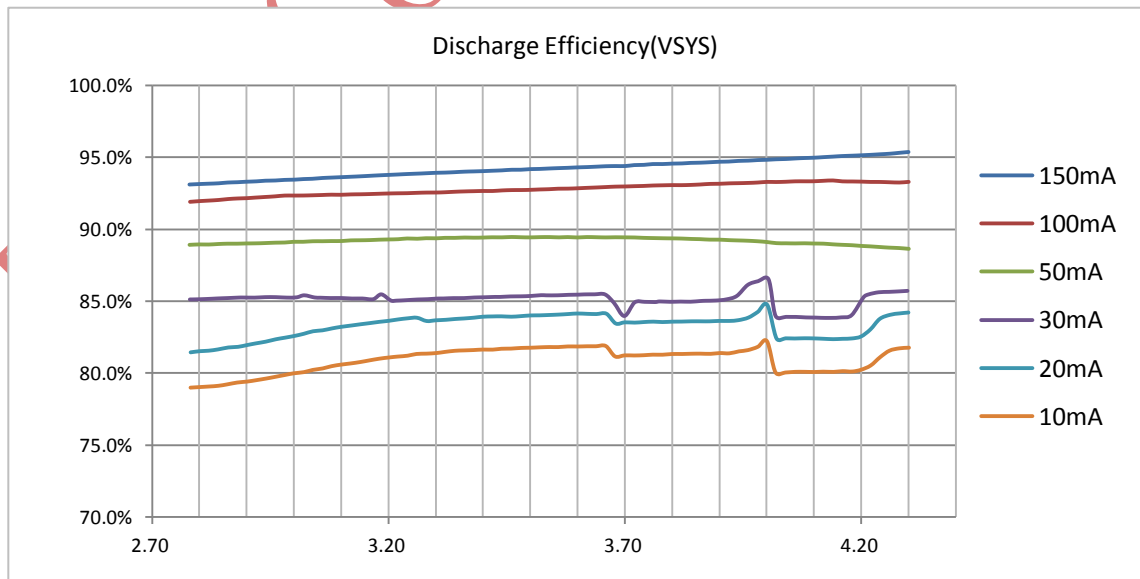
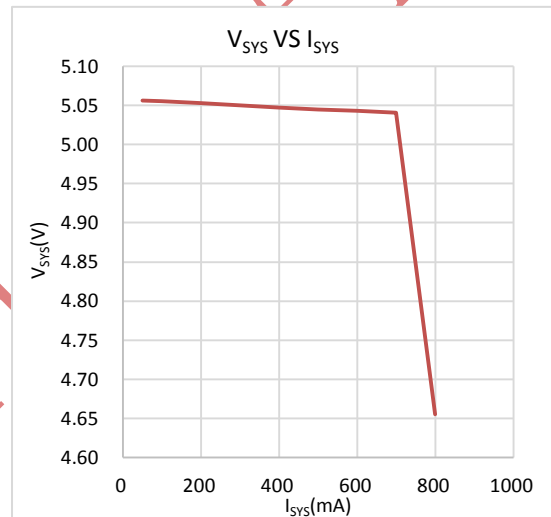
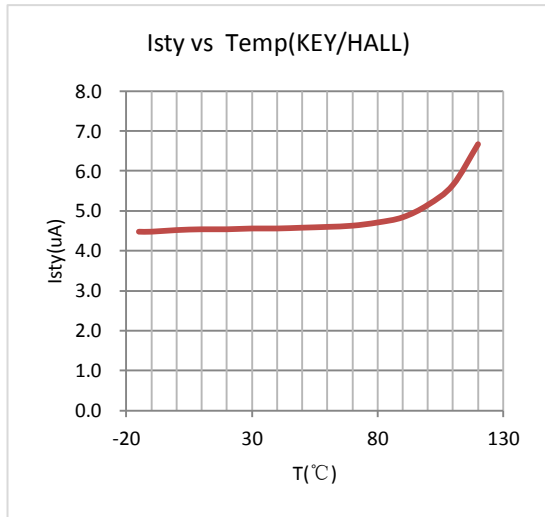
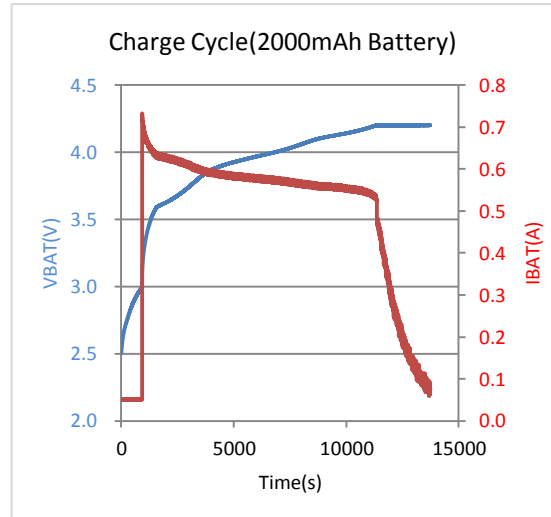
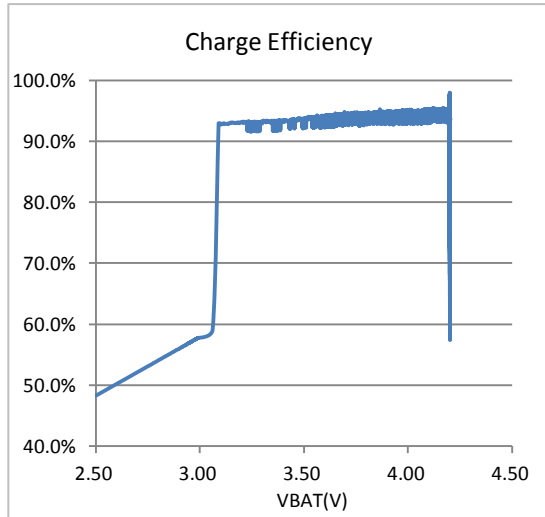
符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_{PMOS}	高边PMOS导通电阻		-	120	-	$m\Omega$
R_{NMOS}	低边NMOS导通电阻		-	100	-	$m\Omega$
$I_{P_{PMOS}}$	高边PMOS峰值限流		-	2.5	-	A
$I_{P_{NMOS}}$	低边NMOS峰值限流			1.7		A
$I_{LEAKAGE}$	VSYS到VIN漏电电流		-	0	5	μA
I_{STDB}	BAT待机电流	充电/放电都关闭	-	5	-	μA
T_{OV}	芯片过温保护		-	150	-	$^{\circ}C$
T_{HYS}	芯片过温保护滞回		-	20	-	$^{\circ}C$
V_{TH}	NTC高温电压门限		-	30	-	%
V_{TL}	NTC低温电压门限		-	60	-	%
充电部分 (无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $V_{BAT}=3.7V$, $T_a=25^{\circ}C$)						
V_{IN}	输入电压范围		4.4	5	6	V
$V_{IN_{OVP}}$	输入过压保护		5.8	6	6.2	V
V_{UV}	输入欠压保护		4.3	4.4	4.5	V
$I_{IN_{LIMIT}}$	输入限流电流		-	$0.5+I_{CC}$	-	A
V_{DPPM}	VSYS自适应适配器电压点		-	4.6	-	V
V_{SHORT_CHG}	充电模式下VSYS短路保护电压		3.9	4	4.1	V
R_{IN}	VIN到VSYS电流开关阻抗	$V_{IN}=5V$	-	200	-	$m\Omega$
$I_{BAT_{FLOAT}}$	电池充满后BAT静态功耗	$V_{IN}=5V$, 电池充满	-	60	-	μA
$F_{CHAEGER}$	充电模式下开关频率		0.9	1	1.1	MHz
V_{FLOAT}	4.20V版本浮充电压	$0^{\circ}C \leq T_a \leq 85^{\circ}C$,	4.158	4.200	4.242	V
	4.35V版本浮充电压		4.306	4.350	4.393	
ΔV_{RECHRG}	4.20V版本再充电迟滞电压	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$	150	200	250	mV
	4.35V版本再充电迟滞电压		155	207	258	
I_{CC}	VIN端恒流充电电流	$R_{ICH}=20K$	0.45	0.50	0.55	A
I_{TRIKL}	涓流充电电流	$R_{ICH}=20K$, $V_{BAT} \leq V_{TRIKL}$	40	50	60	mA
η	恒流充电效率	$V_{BAT}=3.7V@0.5A$	-	93%	-	
V_{TRIKL}	涓流充电阈值电压		2.9	3	3.1	V
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压		-	200	-	mV
I_{TERM}	终止电流门限		$I_{TRIKL} + 10$			mA
T_{min}	最小导通时间			0		ns
D_{MAX}	最大占空比		-	97	-	%
$V_{BAT_{OVP}}$	电池过压保护电压		4.4	4.5	4.6	V
放电部分 (无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $V_{BAT}=3.7V$, $T_a=25^{\circ}C$)						
V_{BAT}	电池工作电压		3.2		4.35	V
V_{SYS}	额定输出电压	$V_{BAT}=3.7V$	4.9	5	5.1	V
V_{UV_BAT}	电池欠压闭锁阈值电压		2.7	2.8	2.9	V
V_{HYS_BAT}	电池欠压闭锁迟滞			0.1		V
F_{SW}	工作频率	$T_a=60^{\circ}C$	0.9	1	1.1	MHz

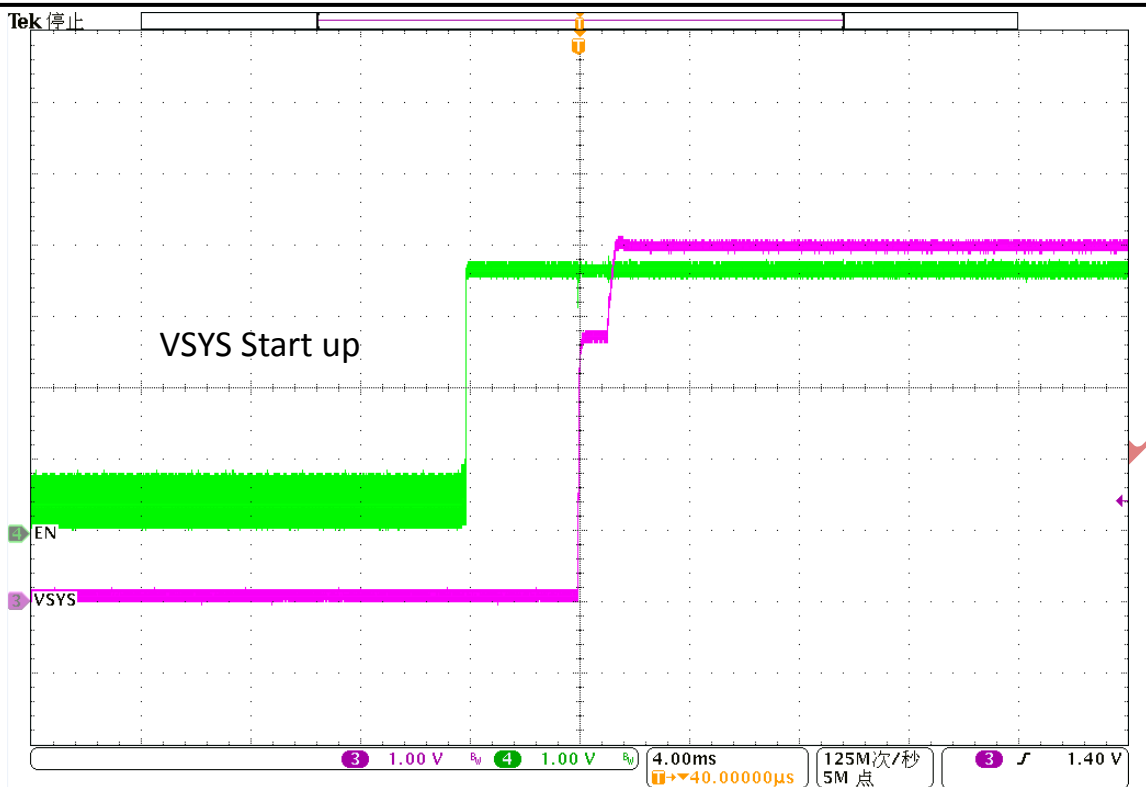
I_{SYS}	输出电流	$V_{BAT}=3.2\sim 4.2V$	-	1	-	A
η	转换效率	$V_{BAT}=4.2V$ $V_{SYS}=5V\&$ $I_{SYS}=0.1A$	-	93	-	%
D_{MAX}	最大占空比		-	85	-	%
T_{min}	最小导通时间			100		ns
V_{RIPPLE}	输出纹波电压	$V_{SYS}=5V\&$ $I_{SYS}=1A$	-	100	-	mV
V_{SHORT_DIS}	放电模式下VSYS短路保护电压		-	4.3	-	V
V_{OVP}	输出过压保护		-	5.5	-	V
T_{SS}	软启动时间		-	1	-	ms
输出限流开关 (无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $V_{BAT}=3.7V$, $T_a=25^\circ C$)						
I_{Max}	VOL/VOR限流值	$V_{BAT}=3.2\sim 4.2V$	-	0.25	-	A
I_{OFF}	轻载电流检测	$R_{IOFF}=50k$	9.5	10	10.5	mA
V_{SHORT_VOX}	VOL/VOR放电短路保护阈值		-	4.3	-	V
R_{VOL} R_{VOR}	限流开关阻抗	$V_{SYS}=5V$ $I_{OL}/I_{OR}=100mA$	-	400	-	m Ω
LED显示 (无特殊说明, $V_{IN}=5V$, $V_{BAT}=3.7V$, $T_a=25^\circ C$)						
V_{LB}	低电量报警电压		3.2	3.3	3.3	V
I_{LED}	LED驱动电流			2		mA
T_{LED}	放电时LED显示时间			8		S
数字逻辑部分 (KEY、HALL)						
V_{IH}	数字管脚输入高电平			2		V
V_{IL}	数字管脚输入低电平			0.5		V
I_{KEY}	KEY引脚上拉电流			30		uA
T_{KEY_S}	单击KEY键时间		65			ms
T_{KEY_L}	长按KEY键时间		3			s

典型性能特征

VIN=5V, VBAT=3.7V, L1=3.3uH, C1=1uF, C2=10uF, C3=10uF, R_{ICH}=20kΩ, R_{IOFF}=51kΩ。除非另有说明。







功能说明:

系统提供全局过温保护保护(OTP)、电池电压过压保护(OVP)和电池温度保护(NTC)功能,一旦触发这些保护,无论工作在充电模式还是放电模式,系统都自动关闭。当这些异常解除后,系统恢复正常工作。

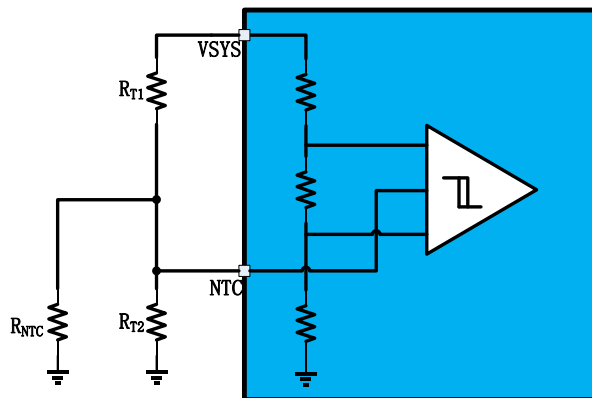


图1 NTC温度保护原理框图

电池温度保护(NTC)应用如图1所示,系统内部设定高温保护阈值为VTH,低温保护阈值为VTL。

$$\frac{V_{TH}}{V_{SYS}} = \frac{R_{T2} // R_{NTC_hot}}{R_{T1} + R_{T2} // R_{NTC_hot}} = 30\%$$

$$\frac{V_{TL}}{V_{SYS}} = \frac{R_{T2} // R_{NTC_cold}}{R_{T1} + R_{T2} // R_{NTC_cold}} = 60\%$$

根据 R_{NTC} 在设定温度范围内 R_{NTC_hot} 和 R_{NTC_cold} 的值,用户就可以算出 R_{T1} 和 R_{T2} ,从而得到合适的分压电阻串。如果不需要电池温度保护(NTC)功能,可以直接将NTC引脚接地。默认值 $R_{T1}=5.23K$, $R_{T2}=9.31K$ 对应的是高温 $55^{\circ}C$ 保护,低温 $-10^{\circ}C$ 保护。

动态路径管理

VIN限流开关主要作用是承受VIN端口出现的高压,限制VIN最大输入电流,防止VIN和VSYS之间漏电。限流开关的主要功能有输入欠压保护,过压保护,边充边放路径管理,软启动,恒流环路控制,过流保护及短路保护。

当VIN电压大于4.4V且小于6V时,限流开关开始工作,为了防止VIN插入时产生比较大的尖峰电流,限流开关集成了软启动功能,有效的限制了限流开关的启动电流。当VIN电压小于4.2V或者大于6V时,限流开关自动关断,同时充电模块和LED也自动关断。

在边充边放模式下,系统放电优先,当适配器不能同时满足充电电流和放电电流的情况下,通过减小充电电流来维持边充边放功能。减小充电电流有两种模式:

1) 当适配器放电能力大于 $I_{CC}+0.5A$ 时,在边充边放模式下,如果VSYS放电电流加上充电额定电流大于 $I_{CC}+0.5A$ 时,限流开关的电流反馈到充电模块去减小充电电流。

2) 当适配器放电能力小于 $I_{CC}+0.5A$ 时,VIN电压会被充电模块和VSYS负载拉下来,这时VIN电压反馈回充电模块去减小充电电流。

限流开关集成了恒流环路控制,最大输出电流为 $I_{CC}+0.5A$,当负载电流大于 $I_{CC}+0.5A$ 时,VSYS电压开始下降,直至VSYS下降到4V触发短路保护,整个系统停止工作,芯片进入打嗝模式。限流开关还集成了过流保护功能,当限流开关瞬时电流超过3A时,整个系统也停止工作,进入打嗝模式。在打嗝模式下,芯片每隔250mS重新启动一次,检测异常是否存在,如果异常还存在,系统停止工作,在下一个250mS后再次重启检测,如果异常解除芯片恢复正

常工作。

当VIN有效时，SY8802将处于充电模式：

- (1) 对于KEY版本，此时，VOL和VOR将常开。
- (2) 对于HALL版本，若HALL=0（关盒状态），则VOL和VOR将打开，耳机正常充电，直到耳机充满后，VOL和VOR关闭，然后进入自动识别负载状态。若HALL=1（开盒），则VOL和VOR将根据不同版本，或者处于自动识别负载状态，或者等于0V电压。

充电模式

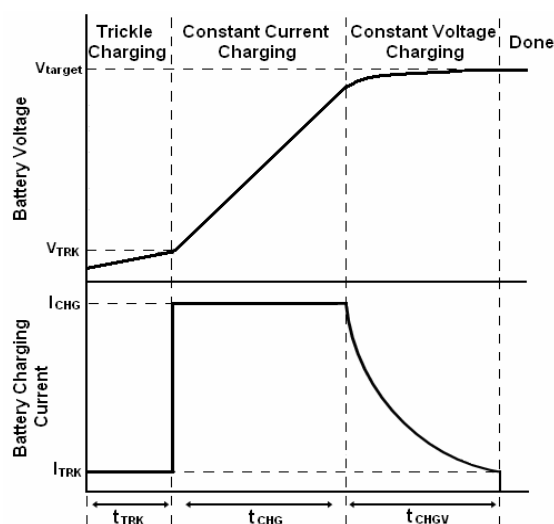


图2 电池充电曲线

SY8802内部集成了完整的PWM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，如图2所示。充电电流外部电阻可以调节，最大充电电流为1A。在涓流模式下，芯片采用线性充电，充电电流为 $0.1 \cdot I_{CC}$ ；在恒流模式下芯片采用PWM调制充电，充电电流为 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，4颗LED全亮，提醒用户充电结束。当电池电压再次降到4V以下，系统自动开始新的充电周期。

SY8802充电电流的计算公式如下：

$$I_{CC}(\text{mA}) = \frac{10000}{R_{ICH}(\text{K}\Omega)}, \text{ 其中, } 10\text{K}\Omega \leq R_{ICH} \leq 50\text{K}\Omega$$

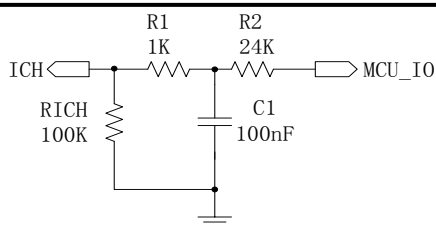
若ICH管脚短路到GND，则会导致充电电流为0，充电功能关闭，LED关闭，VSYS=0；若ICH管脚开路，则会导致充电电流为0，但VSYS=VIN，且LED正常显示。 I_{CC} 的设置范围是200mA~1000mA，精度可达±10%，禁止超范围使用。

充电部分的保护和功能主要有：自适应适配器功能，电流软启动功能和过温限流功能。

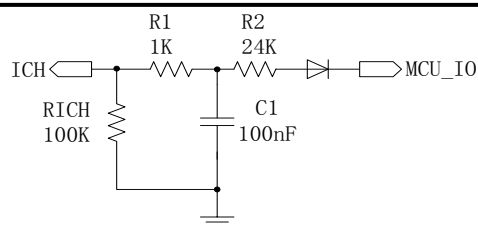
芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过110℃时自动降低充电电流，直到150℃以上将电流减小至0。这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的功率处理能力，不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

当适配器输出电流小于内部设定的充电电流时，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。

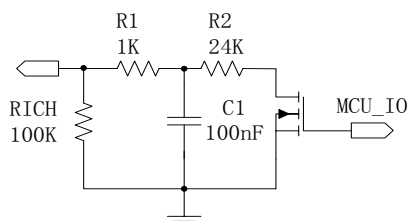
若要扩展ICC的调节范围，可用MCU对SY8802的ICH管脚的电流进行PWM调制。当MCU_IO设置为不同的IO类型时的外围配置，如图3所示。



当MCU_IO配置为open-drain输出时



当MCU_IO配置为推挽输出时，接肖特基二极管



当MCU_IO配置为推挽输出时，接NMOS

图3 用MCU的PWM功能扩展ICC电流的调整范围

当PWM的周期是20us，PWM的时钟为4MHz时，则PWM的步长精度为250ns。当设置80个步长时，ICC可在100mA到500mA的范围调整，每步调整4mA~6mA。

升压输出模式

SY8802提供一路同步升压输出，集成功率MOS，可提供5V/1A输出，效率高达90%以上。SY8802采用1MHz的开关频率，可有效减小外部元件尺寸。在待机状态下，芯片静态电流为5uA，当插入负载，单击KEY键或者HALL关盒动作时，放电模块开始工作。

放电模块集成了恒压和恒流两种工作模式，当放电电流小于1A时，恒压输出5V，当输出电流大于1A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。当负载的电流逐渐减小时，系统会进入间歇式输出模式，以保证输出电压调整能力。

SY8802集成了两路从VSY到VOL和VOR的限流输出开关，在VOL和VOR端提供了负载插入识别和负载电流检测。当负载插入时，升压输出自动启动。当VOL和VOR的端口电流小于设定的轻载关机电流时，VOL和VOR的限流输出开关自动关断。

轻载关机电流的计算公式如下：

$$I_{OFF}(mA) = \frac{500}{R_{IOFF}(K\Omega)}, \text{ 其中, } 25K\Omega \leq R_{IOFF} \leq 250K\Omega$$

若IOFF管脚短路到GND，则关机电流 $I_{OFF}=28mA$ ；若IOFF管脚开路，则会导致VOL/VOR无法小电流关机。IOFF电流设置范围为2mA~20mA，精度可达±0.5mA，禁止超范围使用。

SY8802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。在应用中如果发生输出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UVLO电压，系统将自动关闭，并锁定在欠压闭锁状态，放电模块不工作。只有插入VCC，插入负载，HALL开关盒时或单击KEY键才可以解锁。

KEY 键功能

在SY8802_KEY版本中，在VCC没有插入的情况下，单击KEY键可以查看电量，同时去启动放电模块。当电池电压小于2.9V时，单击KEY键，放电模块不启动。单击KEY键还可以解锁VBAT的欠压闭锁，当VBAT电压下降到2.8V以下后，VBAT的欠压闭锁电路会锁死，放

电模块不能工作，只有VCC重新插入或者单击KEY键才能解锁。

当SY8802_KEY处于放电模式时，长按KEY键3s可以强制关闭升压输出模块，并关闭VOL/VOR。当SY8802_KEY处于充电模式时，长按KEY键3s可以强制关闭VOL/VOR，再次单击则重新开启VOL/VOR。

HALL 控制

在 SY8801 的 HALL 版本中，当 HALL 信号从低电平变成高电平时（开盒动作），有两种版本可以选择：

- (1) 开盒回连版本：无论开盒前 VOL/VOR 处于什么状态，开盒后，VOL 和 VOR 都会同时先输出 0.5s 的低电平，然后输出 0.5s 的 5V，最后再掉电到 0V，然后一直保持 0V 电平，如图 4 所示。在此种开盒版本下（HALL 信号为高电平），插入 VIN=5V 时只能对耳机仓充电，不能对耳机充电，VOL/VOR 保持 0V。
- (2) 开盒取出回连版本：无论开盒前 VOL/VOR 处于什么状态，开盒后，VOL 和 VOR 都会同时先输出 0.5s 的高电平，然后强制恢复到自动识别状态，如图 4 所示。在此种开盒版本下，无论 VOL/VOR 是否有负载，若插入 VIN=5V 充电，则 VOL/VOR 都将输出 5V 电压。

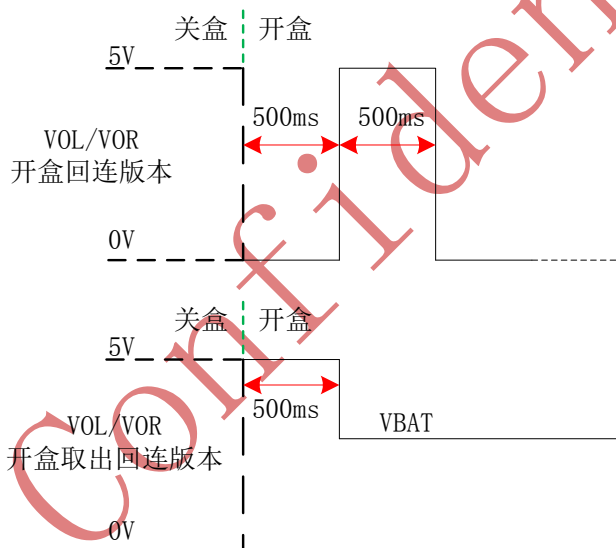


图 4 HALL 版本开盒时 VOL/VOR 波形

当 HALL 信号从高电平变成低电平时（关盒动作），VOL 和 VOR 自动输出 5V 开始对耳机充电，当耳机充电电流小于放电截止电流后，对应的 VOL 和 VOR 自动关断，输出电压从 5V 下降到 VBAT 电压（VBAT 弱上拉），如图 5 所示。在关盒的状态下（HALL 信号为低电平），插入 VIN 时 VOL 和 VOR 始终输出 5V，保持对耳机充电。

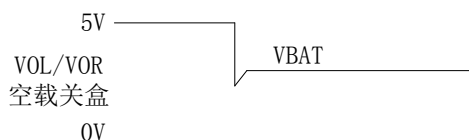


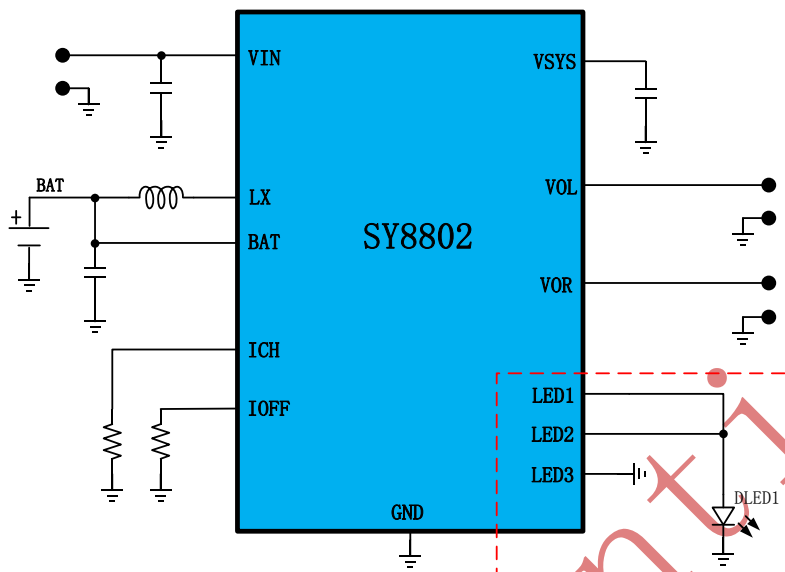
图 5 HALL 版本关盒时小电流关机波形图

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。SY8802支持1-4颗LED

灯显示，根据外围灯的接法自动识别显示模式。

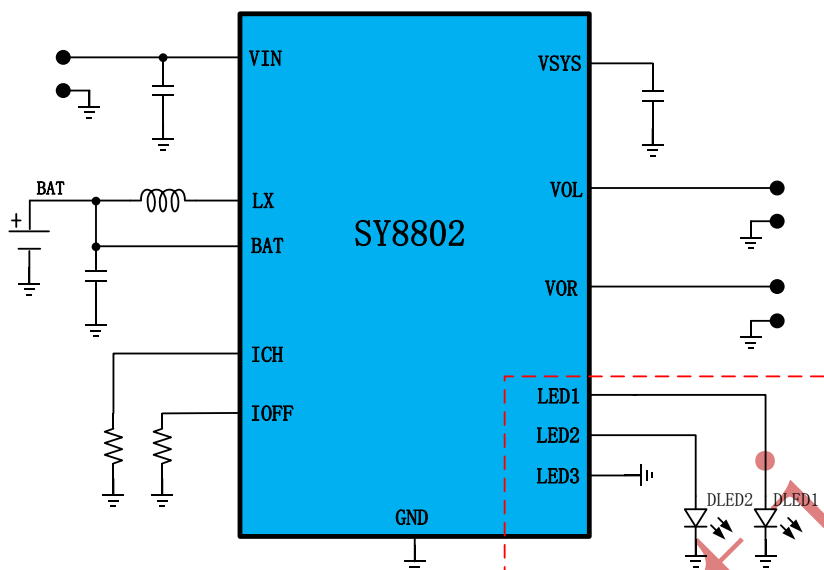
1 灯显示模式



1 灯显示模式

模式	状态	DLED1
充电	充满状态	常亮
	充电状态	1Hz 闪烁
放电	正常放电状态	亮 8S 后灭掉
	低电量状态	1Hz 闪烁 8S 后灭掉
耳机放入	-	闪烁 1S

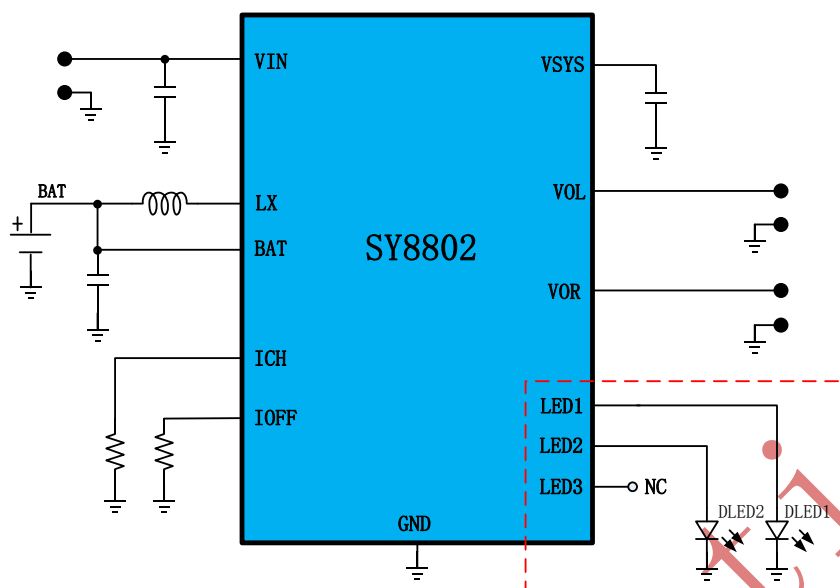
2 灯显示模式 1



2 灯显示模式 1

模式	状态	DLED1	DLED2
充电	充满状态	灭	常亮
	充电状态	灭	1Hz 闪烁
放电	正常放电状态	亮 8S 后灭掉	灭
	低电量状态	1Hz 闪烁 8S 后灭掉	灭
耳机放入	-	闪烁 1S	

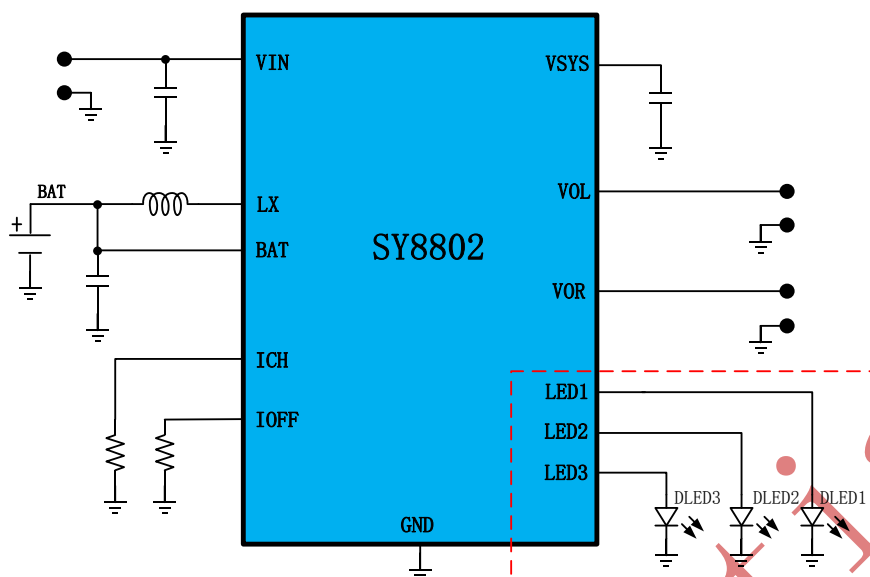
2 灯显示模式 2



2 灯显示模式 2

模式	电量	DLED1(红灯)	DLED2(绿灯)
充电	充满状态	灭	常亮
	66%-100%	灭	1Hz 闪烁
	33%-66%	1Hz 闪烁	1Hz 闪烁
	0%-33%	1Hz 闪烁	灭
放电	66%-100%	灭	亮 8S 后灭掉
	33%-66%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉
	5%-33%	亮 8S 后灭掉	灭
	0%-5%	1Hz 闪烁 8S 后灭掉	灭
耳机放入	-	闪烁 1S	

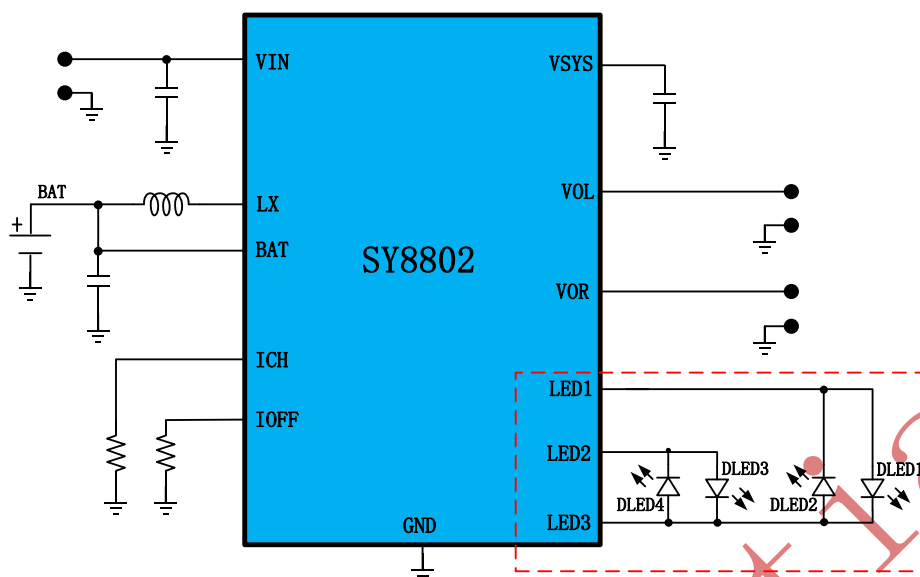
3 灯显示模式



3 灯显示模式

模式	电量	DLED1	DLED2	DLED3
充电	充满状态	常亮	常亮	常亮
	66%-100%	常亮	常亮	1Hz 闪烁
	33%-66%	常亮	1Hz 闪烁	灭
	0%-33%	1Hz 闪烁	灭	灭
放电	66%-100%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉
	33%-66%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	灭
	5%-33%	亮 8S 后灭掉	灭	灭
	0%-5%	1Hz 闪烁 8S 后灭掉	灭	灭
耳机放入	-	闪烁 1S		

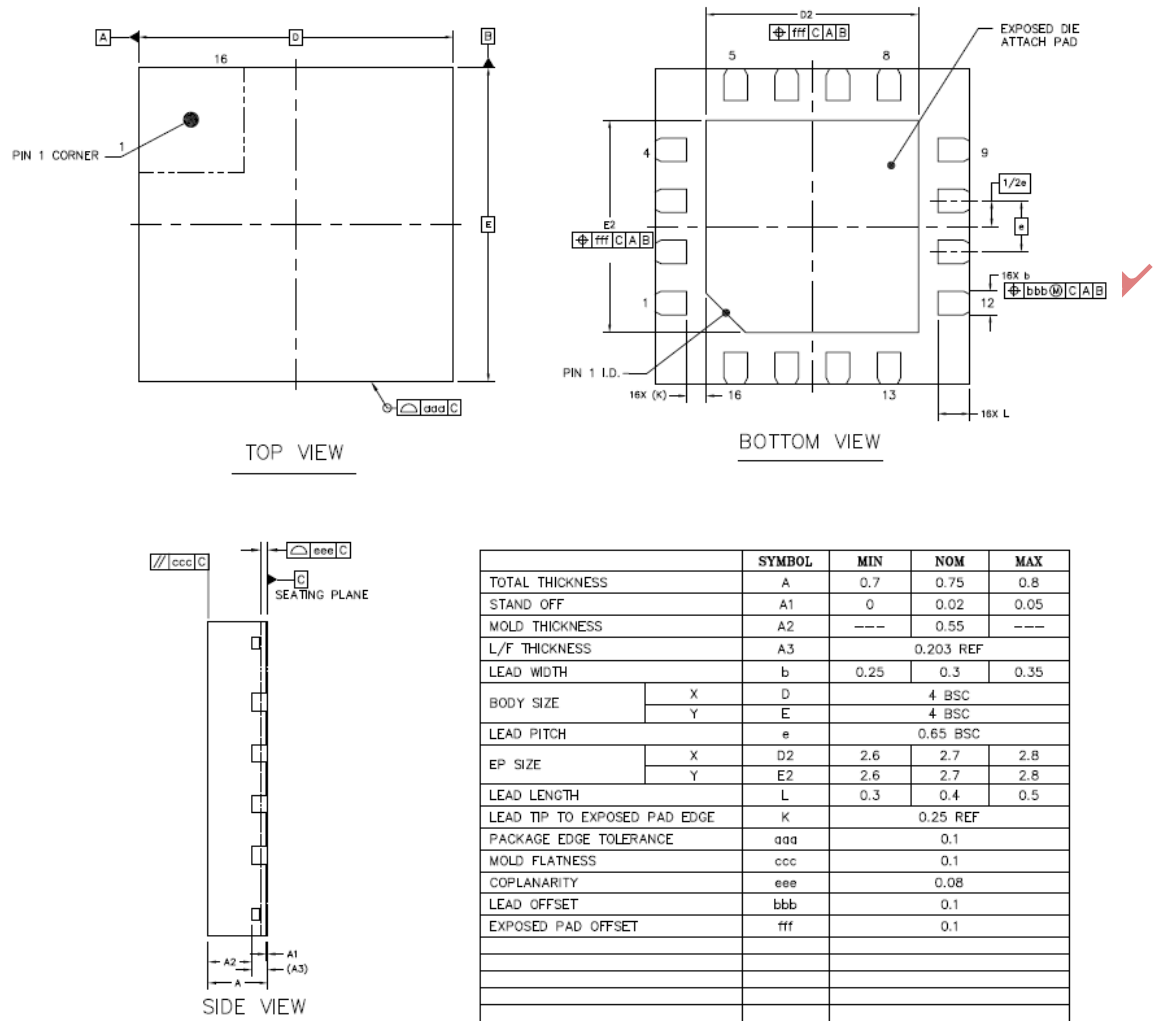
4 灯显示模式



4 灯显示模式

模式	电量	DLED1	DLED2	DLED3	DLED4
充电	充满状态	常亮	常亮	常亮	常亮
	75%-100%	常亮	常亮	常亮	1Hz 闪烁
	50%-75%	常亮	常亮	1Hz 闪烁	灭
	25%-50%	常亮	1Hz 闪烁	灭	灭
	0%-25%	1Hz 闪烁	灭	灭	灭
放电	75%-100%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉
	50%-75%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	灭
	25%-50%	亮 8S 后灭掉	亮 8S 后灭掉	灭	灭
	5%-25%	亮 8S 后灭掉	灭	灭	灭
	0%-5%	1Hz 闪烁 8S 后灭掉	灭	灭	灭
耳机放入	-	闪烁 1S			

QFN16 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)