

概述

SY8801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。SY8801利用输出的电源和地可以实现耳机仓和耳机之间的通讯。芯片集成了标准的I²C接口和中断信号，方便实现芯片和MCU之间的通讯。同时芯片还提供了负载检测和负载插入识别。SY8801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。

SY8801采用的封装形式为QFN24。

应用

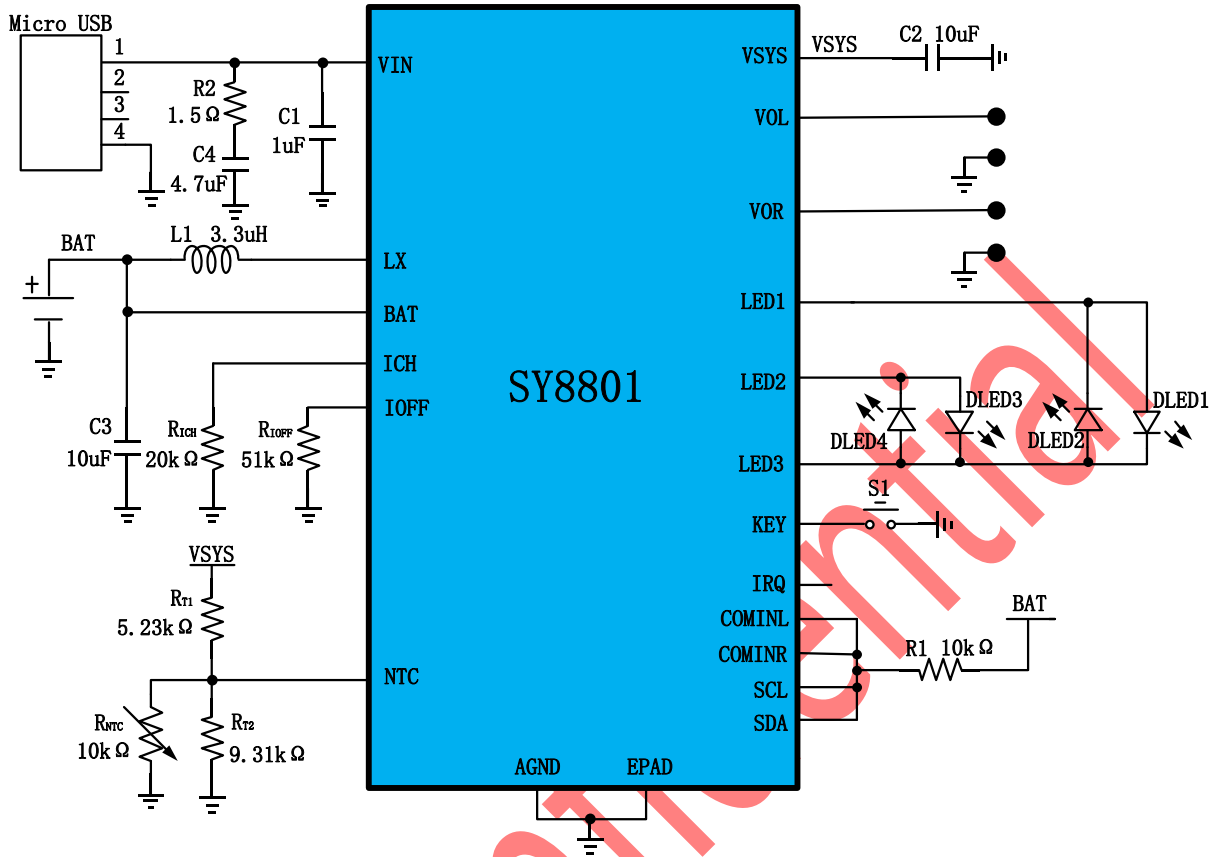
蓝牙耳机智能充电仓

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：1.2A
- ◆ 输入耐压高达28V

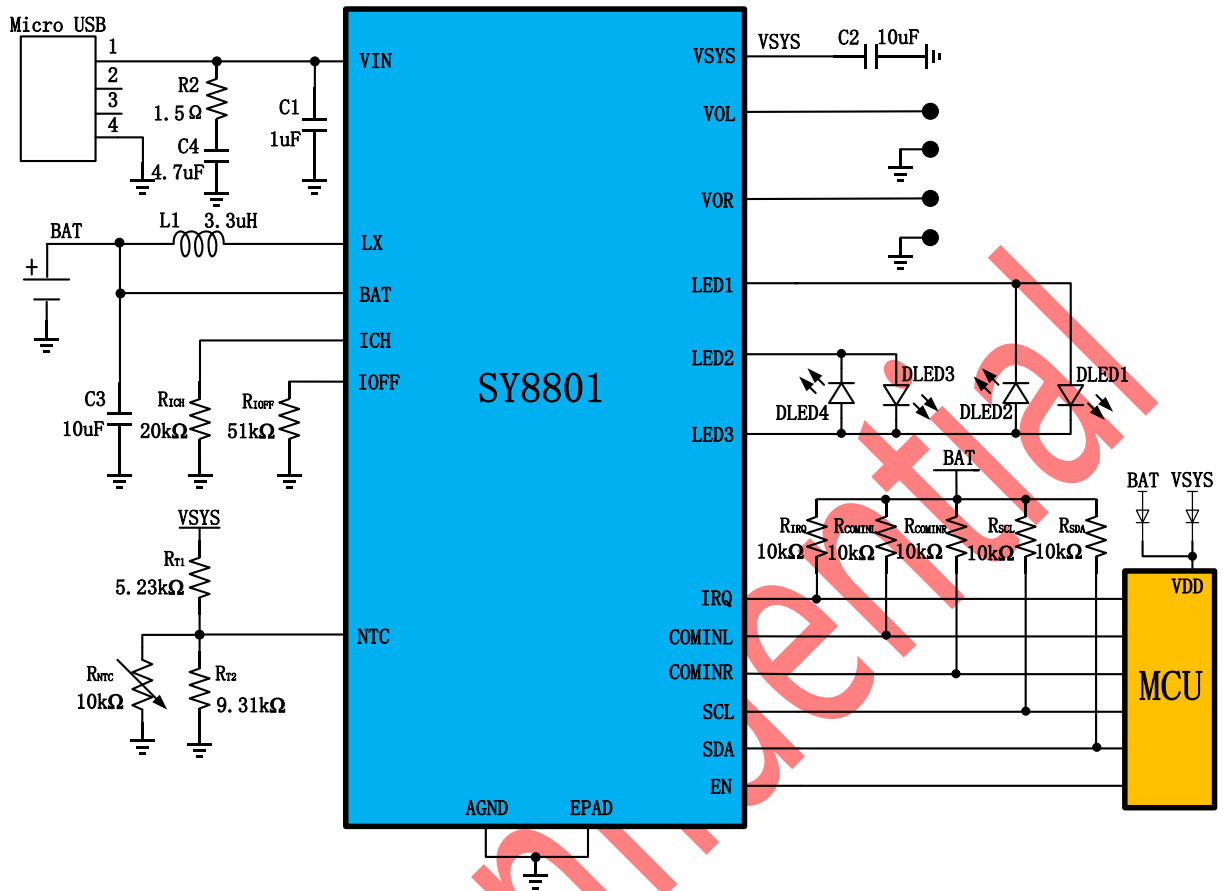
- ◆ 充电效率高达93%@0.5A
- ◆ 充电开关频率：1MHz
- ◆ 边充边放路径管理，放电优先
- ◆ 充电电流温度调节功能，充电电流随温度升高自动减小
- ◆ C/10 充电终止，自动再充电
- ◆ 预设4.20V/4.35V/4.40V充电浮充电压，精度达±1%
- ◆ 集成充电过压保护和电池过温保护
- ◆ 同步升压输出5V，效率高达93%@0.1A
- ◆ 放电开关频率：1MHz
- ◆ 支持负载插入识别
- ◆ 支持负载电流检测，轻载关机电流外部电阻调节
- ◆ 独创升压输出热调节功能
- ◆ 放电模块过流、短路、过压、过温保护
- ◆ 1-4 LED显示，外部自动识别；支持耳机放入提示
- ◆ 集成按键功能，单击放电，长按关闭放电（可选版本）
- ◆ 集成使能控制和I²C通讯接口，可以灵活定制产品（可选版本）
- ◆ VOL/VOR支持两种单线通讯模式
- ◆ 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°C~55°C）



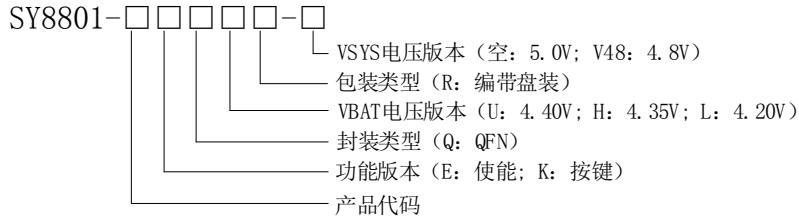
KEY 键版本不带 MCU 的应用

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



EN 版本带 MCU 的应用

订购信息

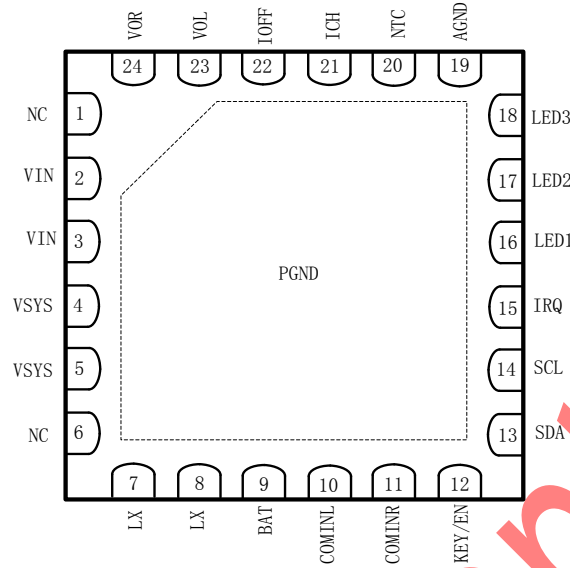


订购型号	封装形式	TOP MARK	Package Qty	说明
SY8801-CKQLR	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.20V 浮充电压单芯片解决方案, 支持按键, 5.0V 输出
SY8801-CKQHR	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.35V 浮充电压单芯片解决方案, 支持按键, 5.0V 输出
SY8801-CEQLR	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.20V 浮充电压配合 MCU 方案, 支持 EN 使能, 5.0V 输出
SY8801-CEQHR	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.35V 浮充电压配合 MCU 方案, 支持 EN 使能, 5.0V 输出
SY8801-CEQUR	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.40V 浮充电压配合 MCU 方案, 支持 EN 使能, 5.0V 输出
SY8801-CKQLR-V48	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.20V 浮充电压单芯片解决方案, 支持按键, 4.8V 输出
SY8801-CKQHR-V48	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.35V 浮充电压单芯片解决方案, 支持按键, 4.8V 输出
SY8801-CEQLR-V48	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.20V 浮充电压配合 MCU 方案, 支持 EN 使能, 4.8V 输出
SY8801-CEQHR-V48	QFN24(4mm*4mm)	SY8801	3000	4.35V 浮充电压配合 MCU 方案, 支持 EN 使能, 4.8V 输出

注:

- SY8801 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。
- SY8801 的 EN 版本需要配合 MCU 使用, 芯片集成了自动识别负载功能和轻载检测功能, 但是不会自动开机和关机, 而是通过中断提示 MCU, 通过 MCU 控制 EN 使能和内部寄存器实现对 Boost、VOL 和 VOR 的时序控制。
- 我司产品都是 Halogen-Free。

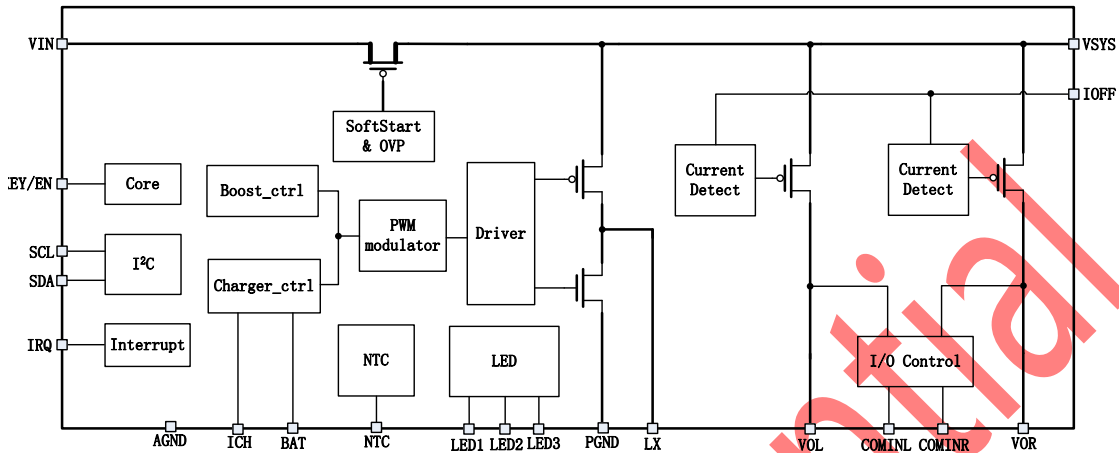
管脚功能



名称	端口	I/O	功能描述
NC	1	-	悬空
VIN	2, 3	I	适配器输入端
VSYS	4, 5	O	BOOST 输出端
NC	6		悬空
LX	7, 8	O	开关输出端
BAT	9	I	电池正极输入
COMINL	10	IO	左耳耳机通讯端口 (1) 当配置为输入时, 无上拉/下拉 (2) 当配置为输出时, open-drain 输出
COMINR	11	IO	右耳耳机通讯端口 (1) 当配置为输入时, 无上拉/下拉 (2) 当配置为输出时, open-drain 输出
KEY/EN	12	I	(1) 在按键版本中作为按键输入, 内部上拉至 BAT (2) 在 EN 版本中作为使能输入, 内部下拉 200k 电阻
SDA	13	I	I ² C 数据输入端口
SCL	14	I	I ² C 时钟输入端口
IRQ	15	O	中断输出端口, open-drain 输出
LED1	16	O	LED 指示输出1
LED2	17	O	LED 指示输出2
LED3	18	O	LED 指示输出3
AGND	19	-	系统地
NTC	20	I	NTC 温度检测输入端口
ICH	21	I	充电电流设置端口
IOFF	22	I	轻载关机电流设置端口
VOL	23	O	左耳耳机电源端口

VOR	24	O	右耳机电源端口
PGND	EPAD	-	功率地

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:

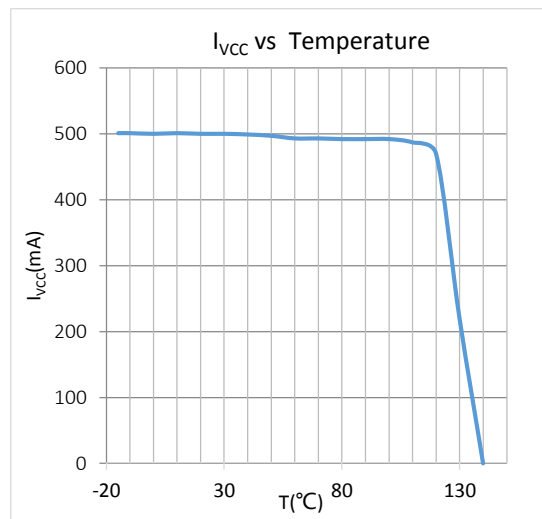
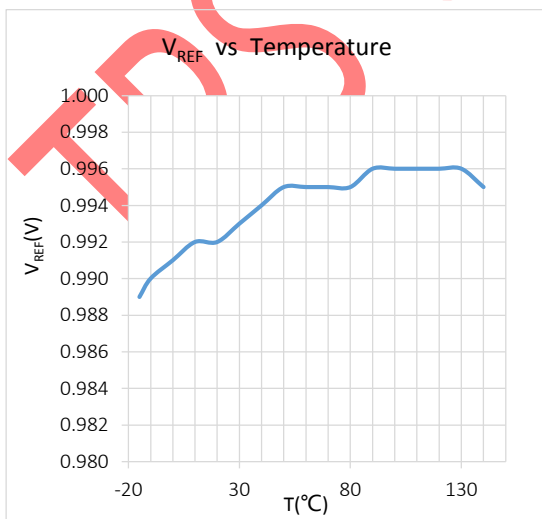
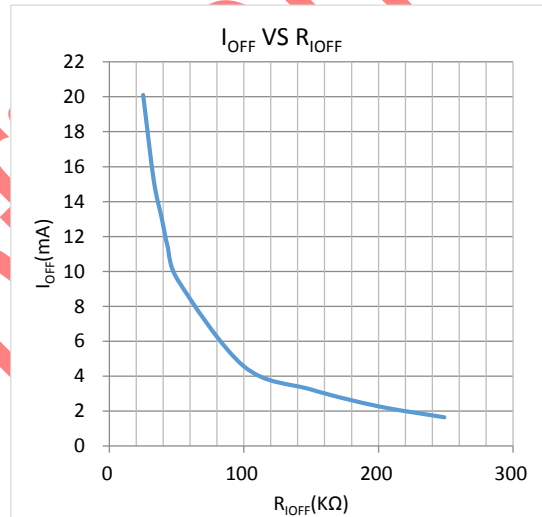
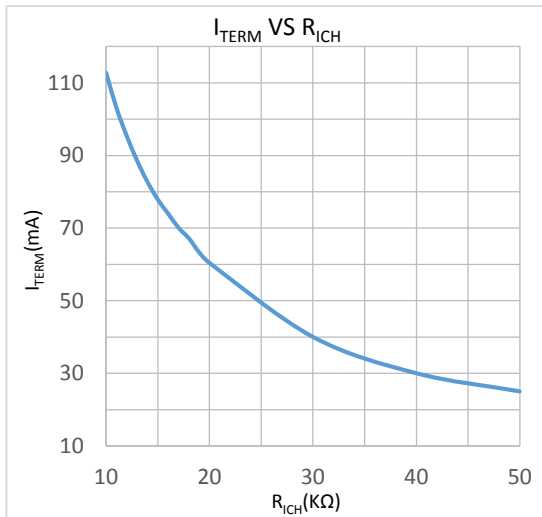
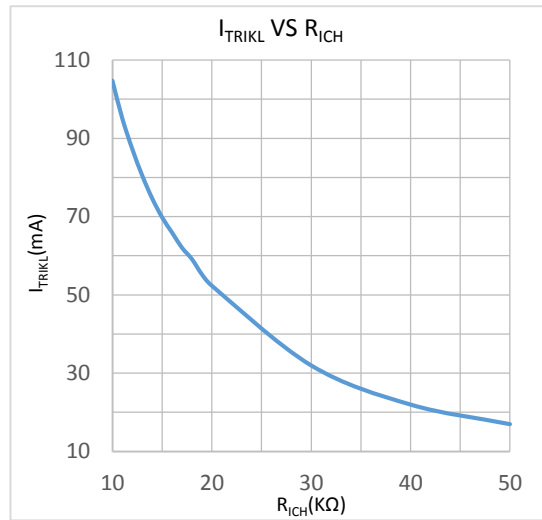
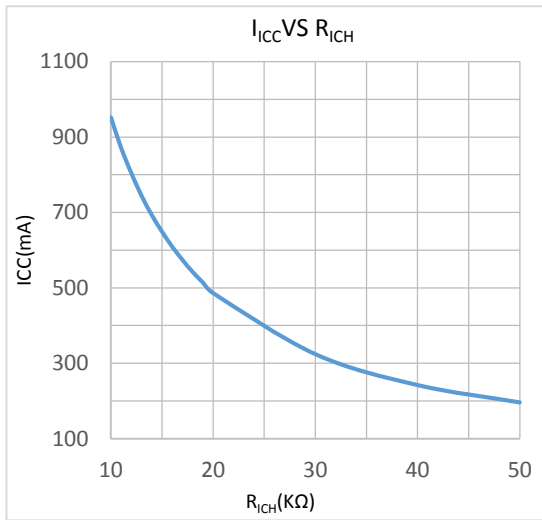
- (1) 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。
- (2) 推荐工作条件是指超过该条件外不能保证正常工作。

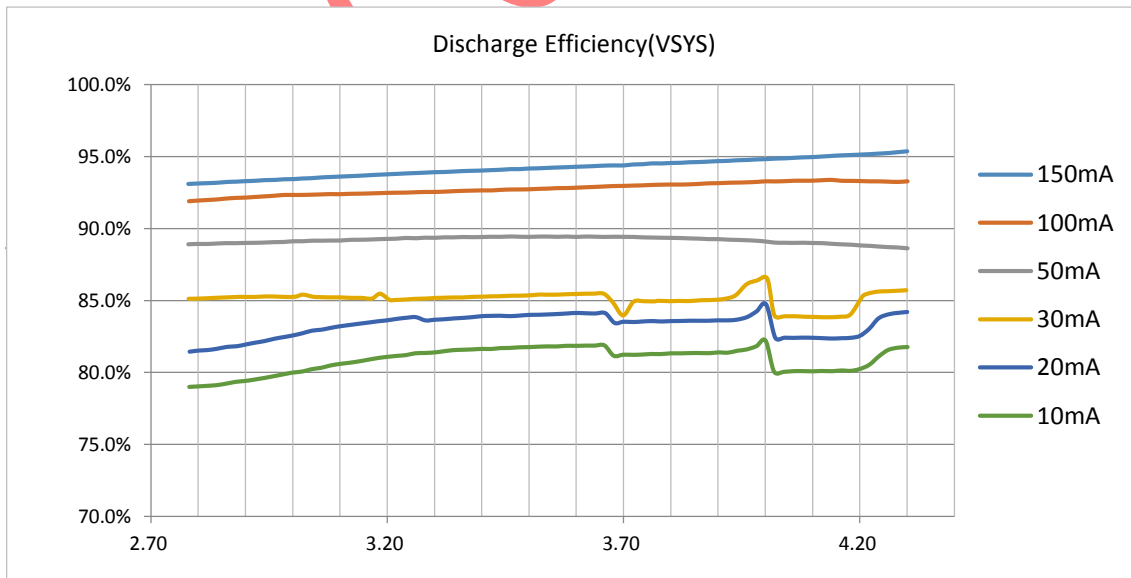
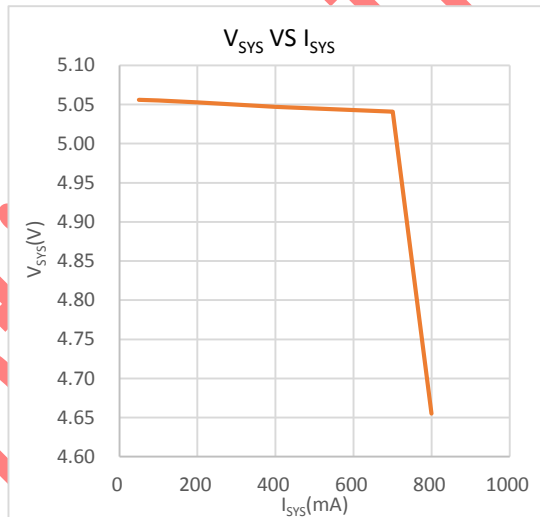
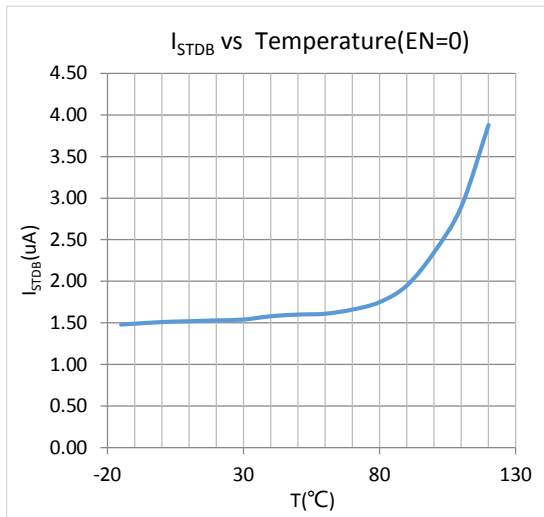
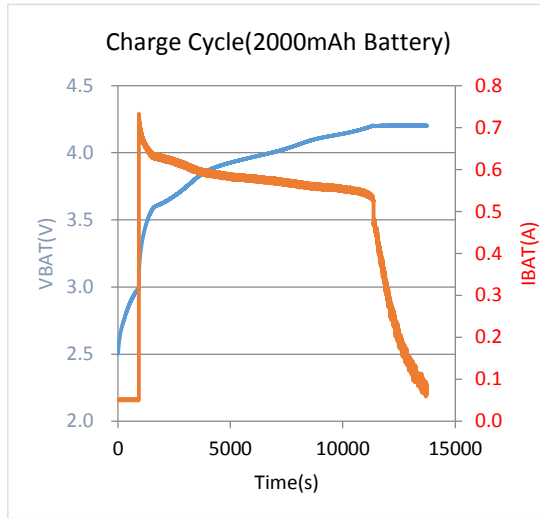
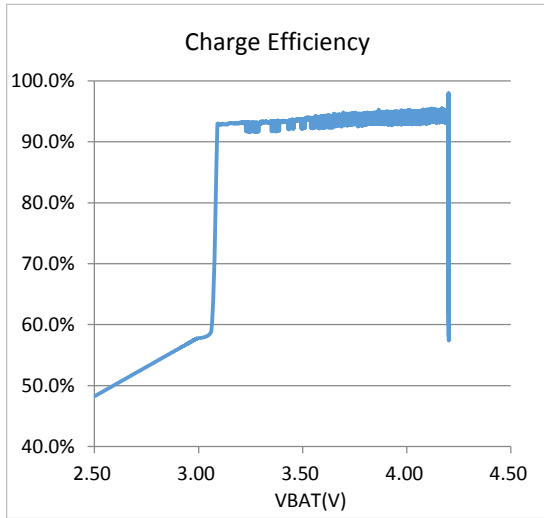
符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
R _{PMOS}	高边PMOS导通电阻		-	120	-	mΩ
R _{NMOS}	低边NMOS导通电阻		-	100	-	mΩ
I _{PPMOS}	高边PMOS峰值限流		-	2.5	-	A
I _{PNMOS}	低边NMOS峰值限流		-	1.7	-	A
I _{LEAKAGE}	VSYS到VIN漏电电流		-	0	5	uA
I _{STDB}	BAT待机电流	充电/放电都关闭	-	5	-	μA
T _{OV}	芯片过温保护		-	150	-	°C
T _{HYS}	芯片过温保护滞回		-	20	-	°C
V _{TH}	NTC高温电压门限		-	30	-	%
V _{TL}	NTC低温电压门限		-	60	-	%
充电部分(无特殊说明, VIN=5V, VBAT=3.7V, Ta=25°C)						
VIN	输入电压范围		4.4	5	6	V
VIN _{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 _{NLIMIT}	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	VIN=5V	-	200	-	mΩ
I _{BAT_FLOAT}	电池充满后BAT静态功耗	VIN=5V, 电池充满	-	60	-	uA
F _{CHARGER}	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°C ≤ TA ≤ 85°C	4.158	4.200	4.242	V
	4.35V版本浮充电压		4.306	4.350	4.393	
	4.40V版本浮充电压		4.355	4.400	4.445	
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	
	4.40V版本再充电迟滞电压		157	210	262	
V _{CV}	恒流转恒压电压点			97% V _{FLOAT}		
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, VBAT ≤ 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	-	%

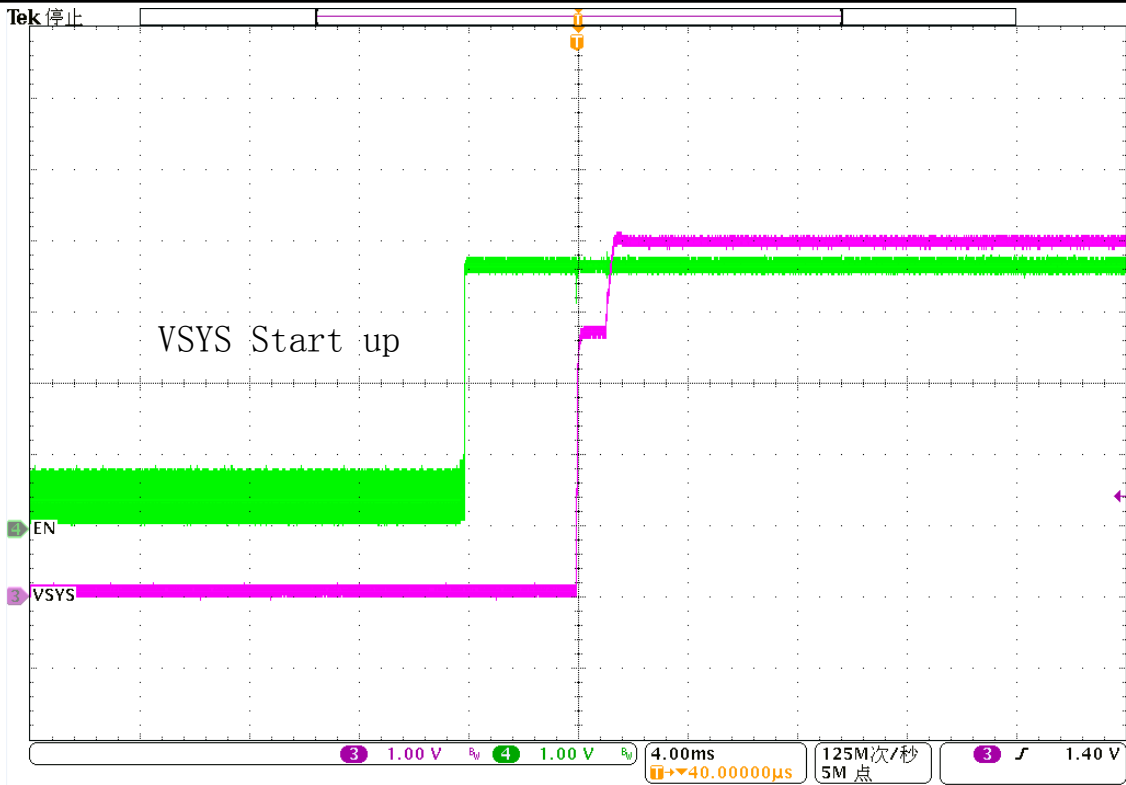
放电部分(无特殊说明, VIN=5V, VBAT=3.7V, Ta=25°C)						
V _{BAT}	电池工作电压	V _{FLOAT} =4.2V	3.2		4.35	V
V _{BAT} _{OVP}	4.20V版本电池过压保护电压		4.4	4.5	4.6	V
	4.35V版本电池过压保护电压		4.56	4.66	4.76	V
	4.40V版本电池过压保护电压		4.61	4.71	4.82	V
V _{SYS}	5.0V版本额定输出电压	V _{BAT} =3.7V	4.9	5.0	5.1	V
	4.8V版本额定输出电压		4.7	4.8	4.9	V
V _{UV_BAT}	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	Ta=60°C	0.9	1	1.1	MHz
I _{SYS}	输出电流	V _{BAT} =3.2~4.45V	-	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V _{SYS} 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, VIN=5V, VBAT=3.7V, Ta=25°C)						
I _{Max}	VOL/VOR限流值	V _{BAT} =3.2~4.45V	-	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	-	mΩ
LED显示(无特殊说明, VIN=5V, VBAT=3.7V, Ta=25°C)						
V _{LB}	低电量报警电压		3.2	3.3	3.3	V
I _{IED}	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 (EN/KEY/HALL, SDA, SCL)						
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
I _{EN}	EN引脚下拉电流			2		uA
T _{IRQ}	IRQ中断低电平脉宽			7.5		ms

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, V_{FLOAT}=4.20V。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。

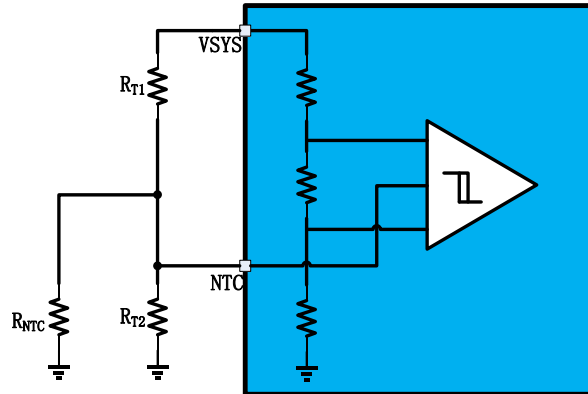


图1 NTC应用

电池温度保护(NTC)应用如上图所示,系统内部设定高温保护阈值为 V_{TH} ，低温保护阈值为 V_{TL} 。

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

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

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 $R_{NTC}=10K$ ， $R_{T1}=5.23K$ ， $R_{T2}=9.31K$ 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，当限流开关中电流超过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。

充电模式

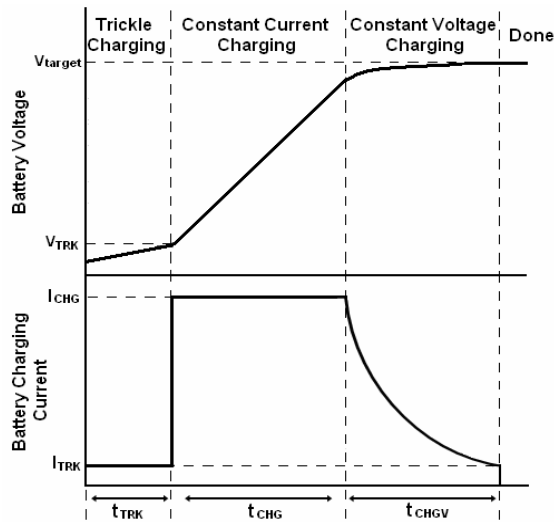


图 2 充电曲线

SY8801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1.2A。在涪流模式下，芯片采用线性充电，充电电流为0.1*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。

SY8801充电电流的计算公式如下：

$$I_{CC}(mA) = \frac{10000}{R_{ICH}(K\Omega)}, \text{ 其中, } 8K\Omega \leq R_{ICH} \leq 50K\Omega$$

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，V_{SY}=0；若ICH管脚开路，则会导致充电电流为0，但V_{SY}=V_{IN}，且LED正常显示。I_{CC}的设置范围是200mA~1200mA，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I_{CC}的调节范围，可用MCU对SY8801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。

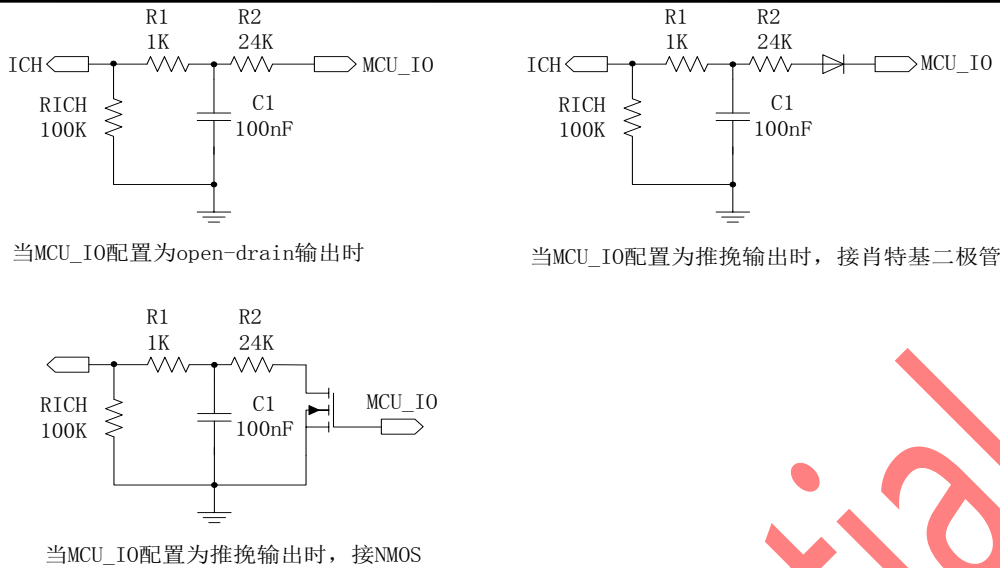


图3 用MCU的PWM功能扩展ICC电流的调整范围

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

SY8801提供一路同步升压输出，集成功率MOS，可提供5V/1.0A输出，效率高达90%以上。SY8801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，对于SY8801的KEY版本，当插入负载或单击KEY键时，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1.0A时，恒压输出5V，当输出电流需要大于1.0A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。

SY8801集成了两路从VSYS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，在SY8801_KEY版本下，升压输出自动启动；在SY8801_EN版本下，SY8801会发出中断信号，通知MCU读取寄存器，由MCU控制EN，EN_VOL和EN_VOR来实现放电。当VOL和VOR的端口电流小于设定的轻载关机电流时，在SY8801_KEY版本下，VOL和VOR的限流输出开关自动关断；在SY8801_EN版本下，SY8801会发出中断信号，通知MCU读取寄存器，由MCU控制EN，EN_VOL和EN_VOR来关闭放电。

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。

SY8801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电压后，系统自动关闭，并锁定在欠压闭锁状态，放电模块不工作。只有插入VCC，插入负载或单击KEY键才可以解锁。

中断输出

SY8801集成了一个中断输出信号，当寄存器0x10和0x11的状态或ST_LB的状态发生变化时，IRQ

将会输出一个7mS的低电平脉冲信号，用于唤醒MCU或通知MCU系统状态发生了变化。

KEY 键功能

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SY8801的KEY版本处于放电模式时，长按KEY键3s可以强制关闭升压输出模块，并关闭VOL/VOR。当SY8801的KEY版本处于充电模式时，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。

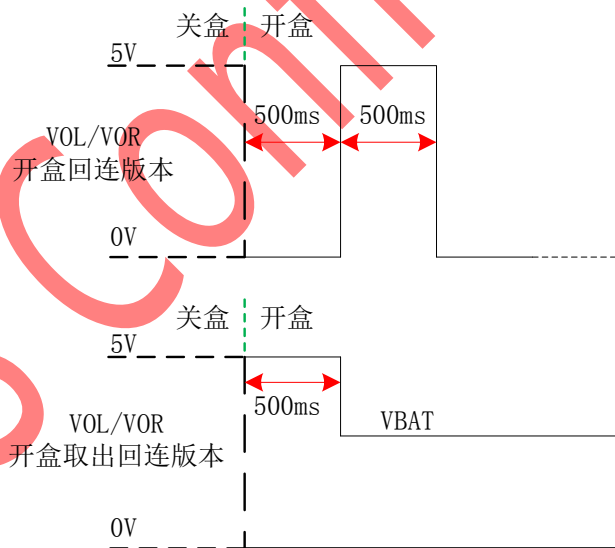


图4 HALL版本开盒时VOL/VOR波形

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。

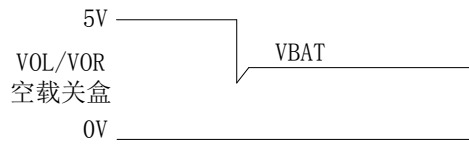
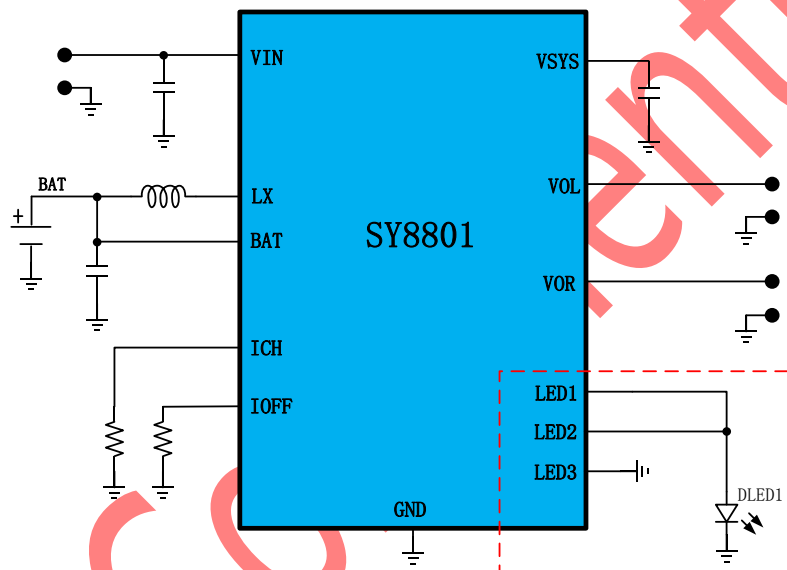


图 5 HALL 版本关盒时小电流关机波形图

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。SY8801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。为了支持更多的LED显示模式，在4灯显示模式下，4个LED显示可以由I²C直接控制。

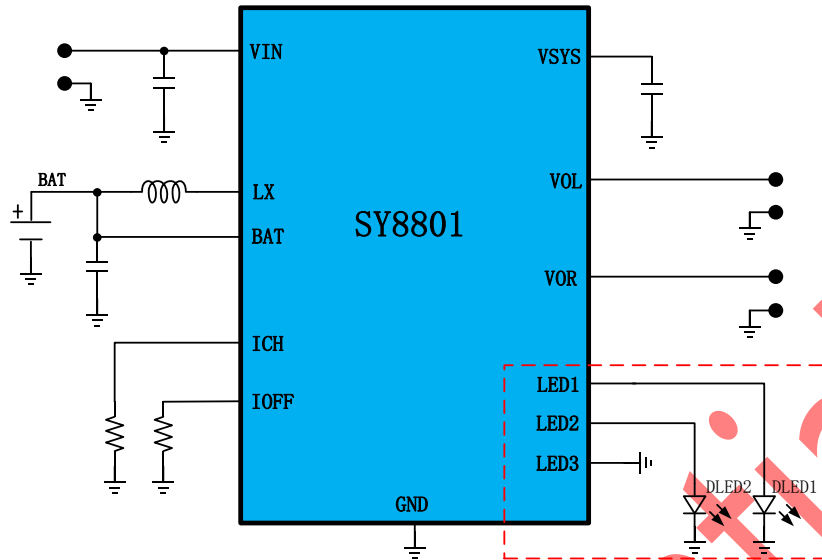
1 灯显示模式



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

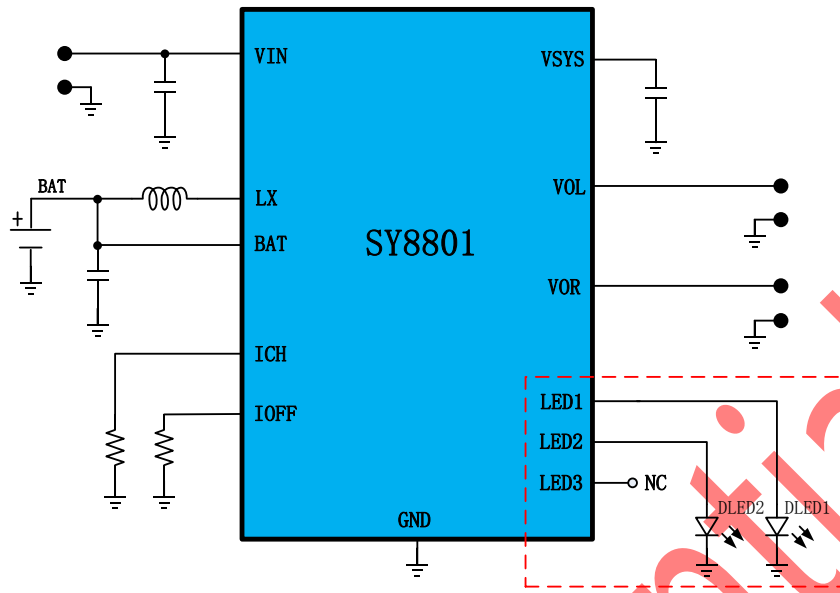
2 灯显示模式 1



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	

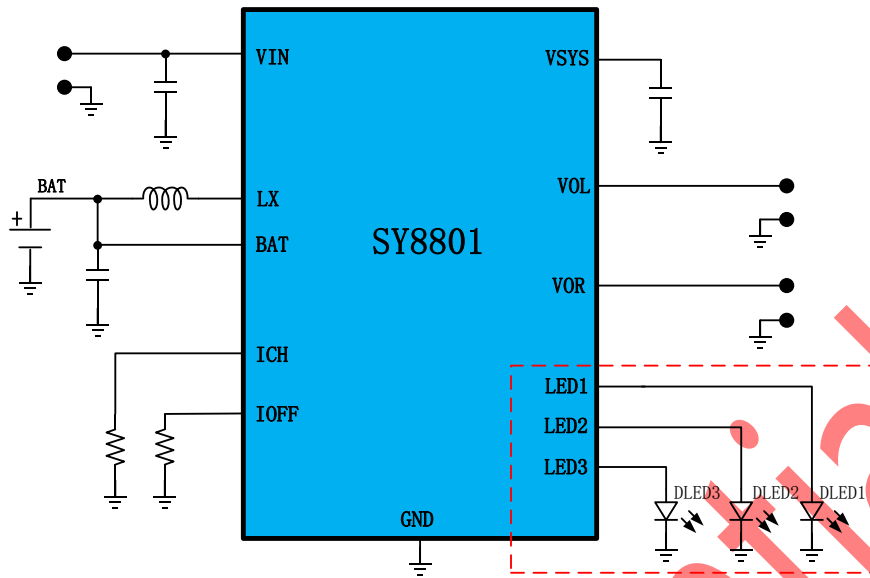
2 灯显示模式 2



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%	与绿灯同步 1Hz 闪烁	与红灯同步 1Hz 闪烁
	0%-33%	1Hz 闪烁	灭
放电	66%-100%	灭	亮 8S 后灭掉
	33%-66%	与绿灯同步亮 8S 后灭掉	与绿灯同步亮 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	

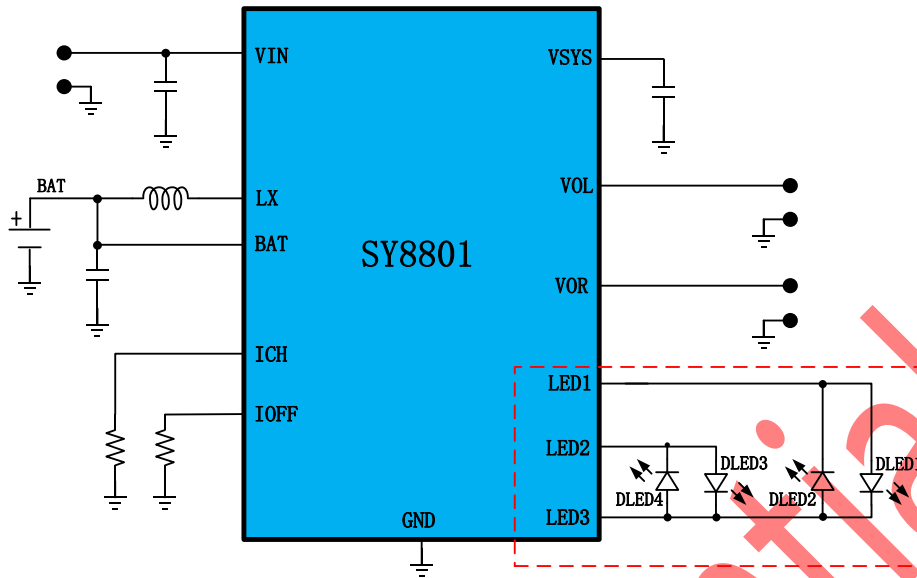
3 灯显示模式



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		

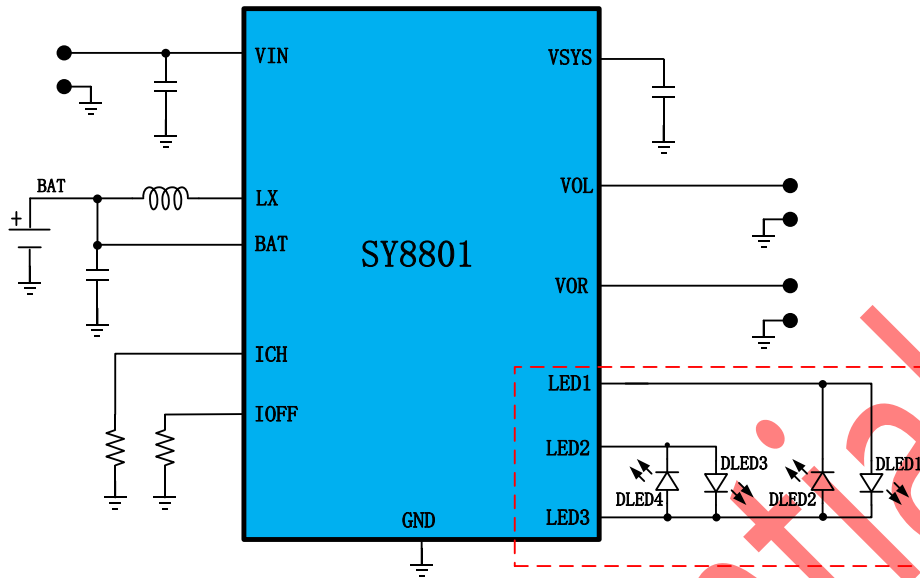
4 灯显示模式



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			

4 灯任意灯显



4 灯任意灯显

对于个性化的灯显需求，可以使用 I2C 对 LED 进行控制。当对寄存器<0x50>写入不同的数据时，可分别点亮上图中的 DLED1~DLED4。此方式，可以实现跑马灯显、呼吸灯灯显（呼吸灯需要将<0x44>寄存器的 LED_PWM 写 1）等显示方案。

I²C 接口

SY8801 集成了一个标准的 I²C 接口，作为一个从设备，可以通过 MCU 控制。芯片的器件地址是 0b0000110X，X 是读/写操作控制位，1 为读操作，0 为写操作。

寄存器列表总表

地址	类型	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
状态寄存器										
0x10	R	ST_BT	ST_CH_END	ST_CH	ST_VIN_UVLO	ST_BAT_UVLO	ST_VOR_ABNORMAL	ST_VOL_ABNORMAL	ST_ABNORMAL	
0x11	R	ST_VOR_ILoad	ST_VOL_ILoad	ST_VOR_Ioff	ST_VOL_Ioff	ST_VOR_Loadon	ST_VOL_Loadon	ST_VOR_LoadIn	ST_VOL_LoadIn	
0x12	R	Reserved	CG_VL	ST_Battery[4:0]				ST_LB		
0x13	R	Reserved[4:0]				LED_Check[1:0]			INIT_OK	
控制寄存器										
0x20	R/PW	LED_Ion[1:0]		Vdppm[1:0]		Iend_CH[1:0]		Reserved[1:0]		
0x21	R/PW	Reserved[3:0]			LED_FLICK		Reserved		ICOM[1:0]	
0x30	R/W	Reserved[1:0]		ST_COMINR	ST_COMINL	DIR_COMIN	SEL_COMIN	MD2_COMIN	MD1_COMIN	
0x31	R/W	Reserved[3:0]			EN_VOR		EN_VOL		EN_BT	
带保护功能的控制寄存器										
0x40	R/PW	ICH_HALF	DIS_AutoDetect	VBAT_4P05V		Reserved[1:0]		BAT_UVLO[2:0]		
0x41	R/PW	Reserved	DIS_LED_LoadIn	LED_TON	LED_Ver	Reserved		LED_LB[1:0]	Reserved	
0x42	R/PW	BAT_SEL[7:0]							Reserved	
0x43	R/PW	Reserved[3:0]				BAT_SEL[11:8]				
0x44	R/PW	Reserved[3:0]			LED_PWM		Reserved[2:0]			
0x45	R/PW	Iocp_VO[2:0]			Istart[2:0]			Idet[1:0]		
0x50	R/PW	Reserved[2:0]		LED_I2C_ST[3:0]				LED_I2C		

<0x10>STAT0: 异常状态指示

地址	类型	Bit	名称	描述
0x10	R	B<0>	ST_ABNORMAL	芯片异常状态指示, 包含 VSYS 短路保护, CLS 过流保护, NTC 保护; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0:正常状态 1:保护状态
		B<1>	ST_VOL_ABNORMAL	VOL 异常状态指示, 包含 VOL 短路保护, VOL 过流保护; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0:正常状态 1:保护状态
		B<2>	ST_VOR_ABNORMAL	VOR 异常状态指示, 包含 VOR 短路保护, VOR 过流保护; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0:正常状态 1:保护状态
		B<3>	ST_BAT_UVLO	BATUVLO 状态; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0:电池电压处于 UVLO 状态 1:当 BAT 正常或者 VIN 正常时, 此 bit=1。
		B<4>	ST_VIN_UVLO_OVP	VIN UVLO 信号; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0: VIN 电压处于 UVLO 状态或者 OVP 状态 1: VIN 电压正常
		B<5>	ST_CH	充电过程指示; 默认值: 0 0:芯片处于非充电状态 1:芯片处于充电状态
		B<6>	ST_CH_END	充电状态指示; 默认值: 0。此 bit 状态变化, 将触发 IRQ。 0:芯片处于充电状态, 未充满 1:芯片处于充满状态
		B<7>	ST_BT	放电工作状态指示; 默认值: 0 0:放电处于不工作状态 1:放电处于工作状态

<0x11>STAT1: 负载状态指示⁽³⁾

地址	类型	Bit	名称	描述
0x11	R	B<0>	ST_VOL_LoadIn ⁽¹⁾	VOL 负载插入状态; 默认值: 0。 0:VOL 无负载插入动作 1:VOL 有负载插入动作。当 EN_VOL=1 时, 系统自动清零此状态位, 否则此状态位保持。
		B<1>	ST_VOR_LoadIn ⁽¹⁾	VOR 负载插入状态; 默认值: 0。 0:VOR 无负载插入动作 1:VOR 有负载插入动作。当 EN_VOR=1 时, 系统自动清零此状态位, 否则此状态位保持。
		B<2>	ST_VOL_Loadon ⁽¹⁾	VOL 负载存在状态; 默认值: 0。 0:VOL 无负载状态 1:VOL 有负载状态 此 bit 从 0 跳变到 1, 或者从 1 跳变到 0, 都会触发 IRQ。但只有 0->1 会触发 LED 闪烁提示 (耳机放入提示)。
		B<3>	ST_VOR_Loadon ⁽¹⁾	VOR 负载存在状态; 默认值: 0。 0:VOR 无负载状态 1:VOR 有负载状态 此 bit 从 0 跳变到 1, 或者从 1 跳变到 0, 都会触发 IRQ。但只有 0->1 会触发 LED 闪烁提示 (耳机放入提示)。
		B<4>	ST_VOL_Ioff ⁽²⁾	VOL 轻载状态, 轻载电流为 IOFF 电流。默认值: 0。 0: VOL 重载状态 1: VOL 轻载状态 此 bit 从 0 跳变到 1, 或者从 1 跳变到 0, 都会触发 IRQ
		B<5>	ST_VOR_Ioff ⁽²⁾	VOR 轻载状态, 轻载电流为 IOFF 电流。默认值: 0。 0:VOR 重载状态 1:VOR 轻载状态 此 bit 从 0 跳变到 1, 或者从 1 跳变到 0, 都会触发 IRQ
		B<6>	ST_VOL_Iload ⁽²⁾	VOL 负载大小状态; 默认值: 1 0:VOL 负载小于 30mA 1:VOL 负载大于 45mA
		B<7>	ST_VOR_Iload ⁽²⁾	VOR 负载大小状态; 默认值: 1 0:VOR 负载小于 30mA 1:VOR 负载大于 45mA

备注:

- (1) 当 VOR 或者 VOL 关闭时, 寄存器 STAT1 的 B<0>~B<3>才有意义。
- (2) 当 VOR 或者 VOL 正常输出 5V 时, 寄存器 STAT1 的 B<4>~B<7>才有意义。
- (3) 此寄存器任意一个 bit 状态发生 0 到 1 的跳变, 都将触发 IRQ。

<0x12>STAT2: 电池电压状态指示

地址	类型	Bit	名称	描述
0x12	R	B<0>	ST_LB	低电量报警状态；默认值：0。此 bit 状态变化，将触发 IRQ。 1:正常电量状态 0:低电量状态
		B<5:1>	ST_Battery<4:0>	电池电压采样；默认值：0000 4.20V 版本 4.35V 版本 00000: <2.80V 每个电压点等于 4.20V 版本的电压点乘以 1.036 00001: 2.80V-2.85V 例如：00001: 2.90V~2.95V 00010: 2.85V-2.90V 00011: 2.90V-2.95V 4.40V 版本 00100: 2.95V-3.00V 每个电压点等于 4.20V 版本的电压点乘以 1.048 00101: 3.00V-3.05V 例如：00001: 2.93V~2.99V 00110: 3.05V-3.10V 00111: 3.10V-3.15V 01000: 3.15V-3.20V 01001: 3.20V-3.25V 01010: 3.25V-3.30V 01011: 3.30V-3.35V 01100: 3.35V-3.40V 01101: 3.40V-3.45V 01110: 3.45V-3.50V 01111: 3.50V-3.55V 10000: 3.55V-3.60V 10001: 3.60V-3.65V 10010: 3.65V-3.70V 10011: 3.70V-3.75V 10100: 3.75V-3.80V 10101: 3.80V-3.85V 10110: 3.85V-3.90V 10111: 3.90V-3.95V 11000: 3.95V-4.00V 11001: 4.00V-4.05V 11010: 4.05V-4.10V 11011: 4.10V-4.15V 11100: 4.15V-4.20V 11101: ≥4.20V
		B<6>	CG_VL	充电进入电压环标志；默认 0 0:没有进入电压环 1:已经进入电压环。当 (1) 充电进入电压环，或者 (2) 电池充满且 VIN 仍正常时，此 bit=1

<0x13>STAT3: 系统初始化状态指示

地址	类型	Bit	名称	描述
0x13	R	B<0>	INIT_OK	芯片初始化完成状态（读取 EPROM 完成标志）；默认 0 0:没有完成读取 EPROM 1:完成读取 EPROM。只有完成读取 EPROM，芯片才会开始工作。只有插入 VIN 且 VIN 电压正常，才会读取 EPROM。当此 bit=1 后，只要 BAT 不掉至 2.6V，此 bit 都将保持为 1。
		B<2:1>	LED_Check	LED 显示模式；默认值：00 00:两灯模式 01:3 灯模式 10:双色灯模式 11:4 灯模式

<0x20>IBF & VDPPM & ILED

地址	类型	BIT	名称	功能
0x20	R/W	B<1:0>	Reserved<1:0>	
		B<3:2>	Iend_CH<1:0>	充电截止电流; 默认值: 00 00:1*ITC+10mA 01:1.2*ITC+10mA 10:1.4*ITC+10mA 11:0.8*ITC+10mA
		B<5:4>	Vdppm<1:0>	自适应适配器电压; 默认值: 00 00:4.606V 01:4.697V 10:4.79V 11:4.492V
		B<7:6>	LED_Ion<1:0>	LED 亮度调节; 默认值: 00 00:2mA 01:4mA 10:1mA 11:0.5mA

<0x21>ICOM & LED_FLICK

地址	类型	Bit	名称	描述
0x21	R/W	B<1:0>	ICOM<1:0>	MD1 模式下通讯驱动能力设定; 默认值: 00 ICOM<1>, 接收时上拉电阻 0:100K 1:40K ICOM<0>, 发射时推挽输出能力 0:上拉 270Ω, 下拉 270Ω 1:上拉 3.5KΩ, 下拉 270Ω
		B<2>	Reserved	
		B<3>	LED_FLICK	控制 LED 亮的寄存器; 默认值: 0 0:放电时 LED 亮 8S 灭掉 1:放电时 LED 一直亮 可以利用这个寄存器在 EN 版本中在按键的情况下 LED 重新亮 8S。即: 先将寄存器写 1, LED 亮, 然后再写 0, 8S 后灭掉。
		B<7:4>	Reserved<3:0>	

<0x30>CTRL0: 通信模式控制

地址	类型	Bit	名称	描述																				
0x30	R/W	B<0>	MD1_COMIN	<p>通讯使能控制模式 1, MD1。单向通信, 从 SY880x 通过 VOL/VOR 发送至耳机。默认值: 0</p> <p>0: 通讯不使能 1: 通讯使能</p> <p>此模式, 输出时高电平为 VBAT, 低电平为 0V。 低电平的下拉能力为 270Ω。 高电平的上拉能力为下表:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DIR_COMIN</th> <th>ICOM<1></th> <th>ICOM<0></th> <th>上拉能力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>x</td> <td>0</td> <td>270Ω</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>x</td> <td>1</td> <td>3.5KΩ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>x</td> <td>100 KΩ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>40 KΩ</td> </tr> </tbody> </table>	DIR_COMIN	ICOM<1>	ICOM<0>	上拉能力	0	x	0	270Ω	0	x	1	3.5KΩ	1	0	x	100 KΩ	1	1	x	40 KΩ
		DIR_COMIN	ICOM<1>	ICOM<0>	上拉能力																			
		0	x	0	270Ω																			
		0	x	1	3.5KΩ																			
		1	0	x	100 KΩ																			
		1	1	x	40 KΩ																			
B<1>	MD2_COMIN	<p>通讯使能控制模式 2, MD2。双向通信。</p> <p>下行: 从 SY880x 发送数据到耳机。改变 VOL/VOR 电压; 上行: 从耳机发送数据到 SY880x。VOL/VOR 输出 5V, 耳机通过改变 IVOL/IVOR 电流, 向 SY880x 发送数据。</p> <p>默认值: 0 0: 通讯不使能 1: 通讯使能</p> <p>此模式, 下行时高电平为 VSYS, 驱动能力大于 250mA; 低电平为 0V, 驱动能力等于 10mA。</p>																						
B<2>	SEL_COMIN	<p>通讯信号选择; 默认值: 0</p> <p>0: 选择 COMINL 和 COMINR 外部 PIN 脚控制 1: 选择内部寄存器控制</p>																						
B<3>	DIR_COMIN	<p>通讯信号方向选择; 默认值: 0</p> <p>在 MD1 通讯模式中 0: 选择寄存器或 COMINL 和 COMINR 向 VOL 和 VOR 发射信号 1: 屏蔽寄存器或 COMINL 和 COMINR 的信号, 将 VOL 和 VOR 上拉</p> <p>在 MD2 通讯模式中 0: 选择寄存器或 COMINL 和 COMINR 向 VOL 和 VOR 发射信号 1: 选择将 VOL 和 VOR 的电流大小信号发射到 COMINL 和 COMINR</p>																						
B<4>	ST_COMINL	<p>对应 COMINL 的寄存器; 默认值: 0</p> <p>0: 在 VOL 端输出 0 1: 在 VOL 端输出 1</p>																						
B<5>	ST_COMINR	<p>对应 COMINR 的寄存器; 默认值: 0</p> <p>0: 在 VOR 端输出 0 1: 在 VOR 端输出 1</p>																						

备注:

(1) MD1_COMIN 与 MD2_COMIN 不能同时为 1。

- (2) 当选择 MD1 模式时，COMINL 与 COMINR 只能配置为输入管脚，配置为输出管脚将无效。
- (3) 当选择 MD2 模式时，COMINL 与 COMINR 即可配置为输入管脚，也可配置为输出管脚。
- (4) VOL/VOR 配置为通信模式时，<0x10>~<0x13>的状态寄存器仍然会根据 VOL/VOR 的负载电流实时变化。因此，MCU 方案的程序在使用 VOL/VOR 的通信模式时，要注意“小电流关机”等状态检测。最好是 (a) 在发送通信波形时，屏蔽关机状态的检测；(b) 在发送完通信波形后，再做关机状态的检测。

TPS Confidential

<0x31>CTRL1: 充电/放电使能寄存器

地址	类型	Bit	名称	描述
0x31	R/W	B<0>	DIS_CG	充电使能; 默认值: 0 0:不关闭充电功能 1:关闭充电功能。当此 bit=1, 则 VOL 和 VOR 也会自动关闭
		B<1>	EN_BT	放电使能; 默认值: 0 (此 bit 和外部 EN 引脚任意一个为高都将开启 Boost) 0:关闭放电功能 1:打开放电功能
		B<2>	EN_VOL	VOL 开关控制; 默认值: 0 0:关闭 VOL 开关 1:打开 VOL 开关
		B<3>	EN_VOR	VOR 开关控制; 默认值: 0 0:关闭 VOR 开关 1:打开 VOR 开关

<0x40>JEITA 控制寄存器

地址	类型	Bit	名称	描述
0x40	R/W	B<2:0>	BAT_UVLO<2:0>	BAT UVLO 电压（下限值，上限通过迟滞加 0.1V）；默认值： 000 000: 2.801V 001: 2.919V 010: 3.014V 011: 3.116V 100: 3.187V 101: 3.301V 110: 3.402V 111: 3.51V
		B<4:3>	Reserved[1:0]	-
		B<5>	VBAT_4P05V	控制 JEITA 标准的浮充电压；默认值：0 4.20V 版本： 4.35V 版本： 4.40 版本： 0:VFLOAT=4.20V 0: VFLOAT=4.35V 0: VFLOAT=4.40V 1: VFLOAT=4.05V 1: VFLOAT=4.19V 1: VFLOAT=4.24V
		B<6>	DIS_AutoDetect	自动识别负载使能控制；默认值：0 0:支持自动识别功能 1:屏蔽自动识别功能
		B<7>	ICH_HALF	控制充电电流减半；默认值：0 0:恒流充电电流外部电阻设定 1:恒流充电电流在外部设定的基础上减半

<0x41>LED Configure

地址	类型	BIT	名称	功能
0x41	R/W	B<0>	LED_MODE	LED 显示版本; 默认值: 0 0:默认版本, 靠 LED 自动检测确定灯显方式 1:苹果模式
		B<2:1>	LED_LB<1:0>	低电量报警电压; 默认值: 00 4.20V 版本: 4.35V 版本: 4.40V 版本: 00:3.200V 00:3.314V 00:3.352V 01:3.300V 01:3.418V 01:3.457V 10:3.400V 10:3.521V 10:3.562V 11:3.500V 11:3.625V 11:3.667V
		B<3>	Reserved	
		B<4>	LED_Ver	LED 显示方式; 默认值: 0 0:放电过程中亮 8S/16S 后灭掉 1:放电过程中, 2S 闪烁 0.5S
		B<5>	LED_TON	定时关灯时间; 默认值: 0 0:8S 1:16S
		B<6>	DIS_LED_LoadIn	负载插入拔出 LED 提示; 默认值: 0 0:有提示 1:无提示

<0x42~0x43>LED DATA

地址	类型	BIT	名称	功能
0x42	R/W	B<7:0>	BAT_SEL<7:0>	<p>电量显示控制点；默认值：0x00</p> <p>充电闪灯点，不可调整：</p> <p>(1) 4.20V 版本：3.750V，3.900V，4.100V</p> <p>(2) 4.35V 版本：3.884V，4.039V，4.246V</p> <p>(3) 4.40V 版本：3.939V，4.086V，4.295V</p> <p>以下为放电的闪灯点，可以调整。</p> <p>DATA2->BAT_SEL<2:0> 单位：V</p> <p>4.20V 版本 4.35V 版本 4.40V 版本</p> <p>000: 3.600 000: 3.729 000: 3.771</p> <p>001: 3.550 001: 3.677 001: 3.719</p> <p>010: 3.500 010: 3.625 010: 3.667</p> <p>011: 3.450 011: 3.573 011: 3.614</p> <p>100: 3.800 100: 3.936 100: 3.981</p> <p>101: 3.750 101: 3.884 101: 3.929</p> <p>110: 3.700 110: 3.832 110: 3.876</p> <p>111: 3.650 111: 3.780 111: 3.824</p> <p>DATA3->BAT_SEL<5:3> 单位：V</p> <p>4.20V 版本 4.35V 版本 4.40V 版本</p> <p>000: 3.700 000: 3.832 000: 3.876</p> <p>001: 3.650 001: 3.780 001: 3.824</p> <p>010: 3.600 010: 3.729 010: 3.771</p> <p>011: 3.550 011: 3.677 011: 3.719</p> <p>100: 3.900 100: 4.039 100: 4.086</p> <p>101: 3.850 101: 3.988 101: 4.033</p> <p>110: 3.800 110: 3.936 110: 3.981</p> <p>111: 3.750 111: 3.884 111: 3.929</p> <p>DATA4->BAT_SEL<8:6>单位：V</p> <p>4.20V 版本 4.35V 版本 4.40V 版本</p> <p>000: 3.900 000: 4.039 000: 4.086</p> <p>001: 3.950 001: 4.091 001: 4.138</p> <p>010: 4.000 010: 4.143 010: 4.190</p> <p>011: 4.050 011: 4.195 011: 4.243</p> <p>100: 3.700 100: 3.832 100: 3.876</p> <p>101: 3.750 101: 3.884 101: 3.929</p> <p>110: 3.800 110: 3.936 110: 3.981</p> <p>111: 3.850 111: 3.988 111: 4.033</p> <p>Timer for charger->BAT_SEL<11:9>单位：min</p> <p>000: 16</p> <p>001: 12</p> <p>010: 8</p> <p>011: 4</p> <p>100: 32</p>
0x43	R/W	B<3:0>	BAT_SEL<11:8>	

				101: 28 110: 24 111: 20
		B<7:4>	Reserved	

TPS Confidential

<0x44>LED 频率控制寄存器

地址	类型	BIT	名称	功能
0x44	R/W	B<2:0>	Reserved	
		B<3>	LED_PWM	控制 LED PWM 驱动波形的频率; 默认值: 0 0: 128Hz 1: 8KHz
		B<7:4>	Reserved<4:0>	

TPS Confidential

<0x45>Iautodet

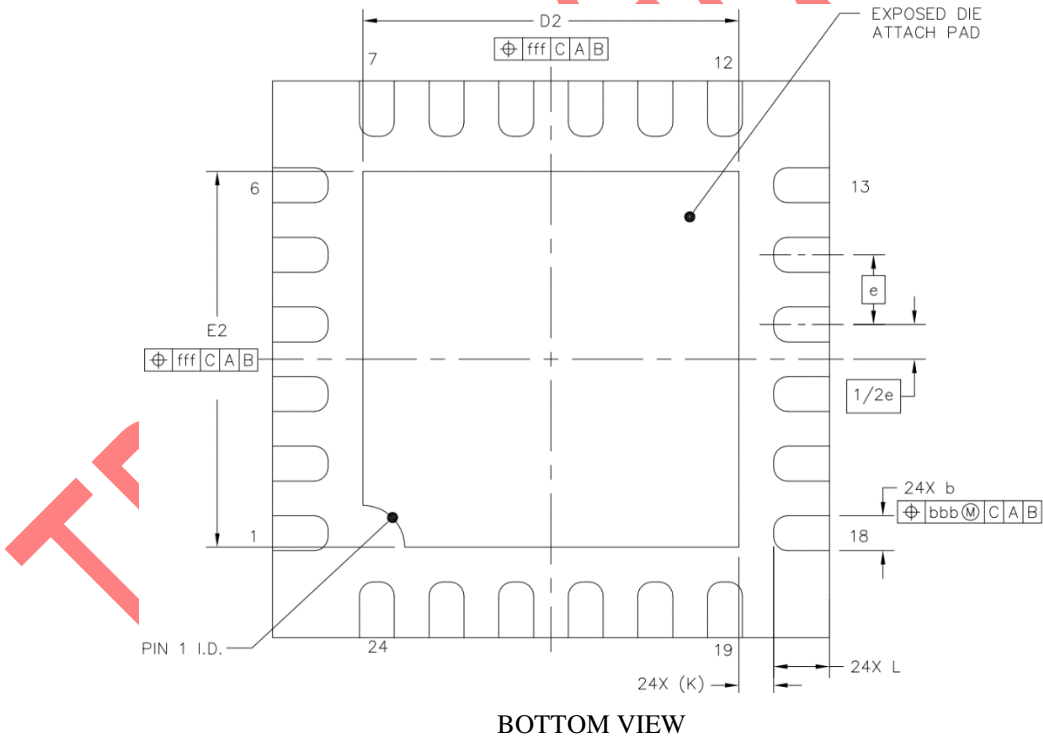
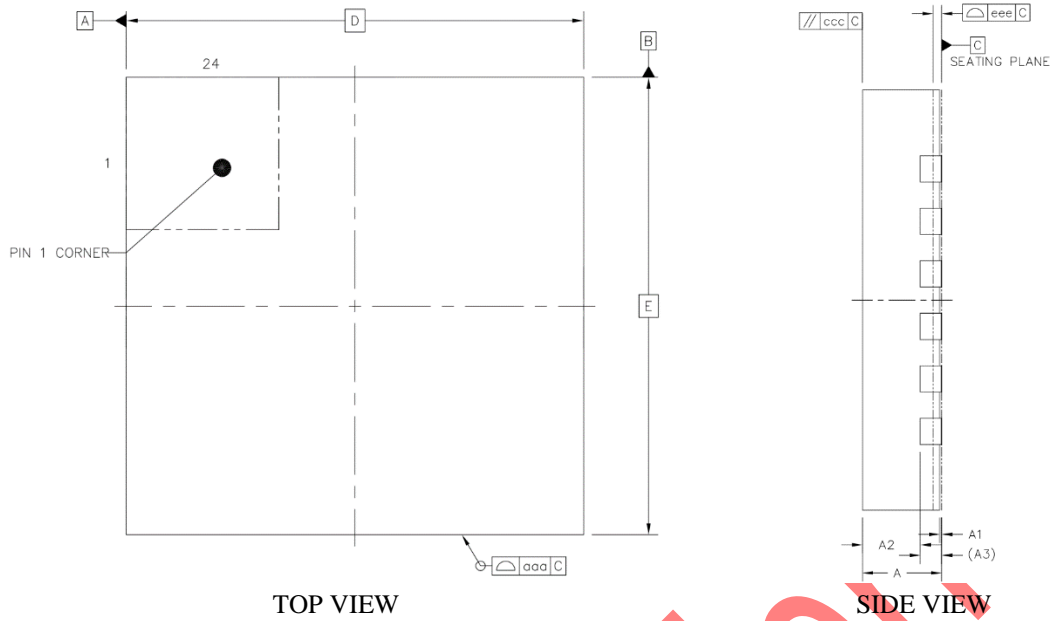
地址	类型	BIT	名称	功能
0x45	R/W	B<1:0>	Idet<1:0>	自动识别负载检测电流; 默认值: 00 00:5uA 01:2uA 10:1uA 11:10uA
		B<4:2>	Istart<2:0>	自动识别负载快速建立电流; 默认值: 000 000:15uA 001:35uA 010:50uA 011:70uA 100:1uA 101:2uA 110:5uA 111:10uA
		B<7:5>	Iocp_VO<2:0>	限流开关最大输出电流; 默认值: 000 000:250mA 001:300mA 010:350mA 011:400mA 100:200mA 101:150mA 110:100mA 111:50mA

<0x50>LED_I2C

地址	类型	BIT	名称	功能
0x50	R/W	B<0>	LED_I2C	I2C 控制模 LED 显示; 默认值: 0 0:内部控制 LED 显示 1:I2C 控制 LED 显示
		B<4:1>	LED_I2C_ST<3:0>	I2C 控制 LED 状态; 默认值: 0000 0001:LED1 亮, 其余 LED 灭 0010:LED2 亮, 其余 LED 灭 0100:LED3 亮, 其余 LED 灭 1000:LED4 亮, 其余 LED 灭

TPS Confidential

QFN24 封装外观图



Unit: mm

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.7	0.75	0.8
A1	0	0.02	0.05
A2	---	0.55	---
a3	0.203 REF		
b	0.2	0.25	0.3
D	4 BSC		
E	4 BSC		
e	0.5 BSC		
D2	2.6	2.7	2.8
E2	2.6	2.7	2.8
L	0.3	0.4	0.5
K	0.2 min		
aaa	0.1		
ccc	0.1		
eee	0.08		
bbb	0.1		
fff	0.1		

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)