

## 概述

SY8809是一款专为蓝牙耳机充电仓设计的高集成度芯片。芯片内部集成充电模块和放电模块，充电模块采用NVDC架构，电池端充电电流I<sub>2C</sub>可以调节；放电模块输出电压I<sub>2C</sub>可以调节，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。

SY8809集成了标准的I<sub>2C</sub>接口和中断信号，方便实现芯片和MCU之间的通讯，控制充电、放电功能。

SY8809集成了通讯端口，可以实现MCU到耳机端的高速通信，非常适合蓝牙耳机充电仓的设计，高集成度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。

SY8809采用的封装形式为QFN4x4-24。

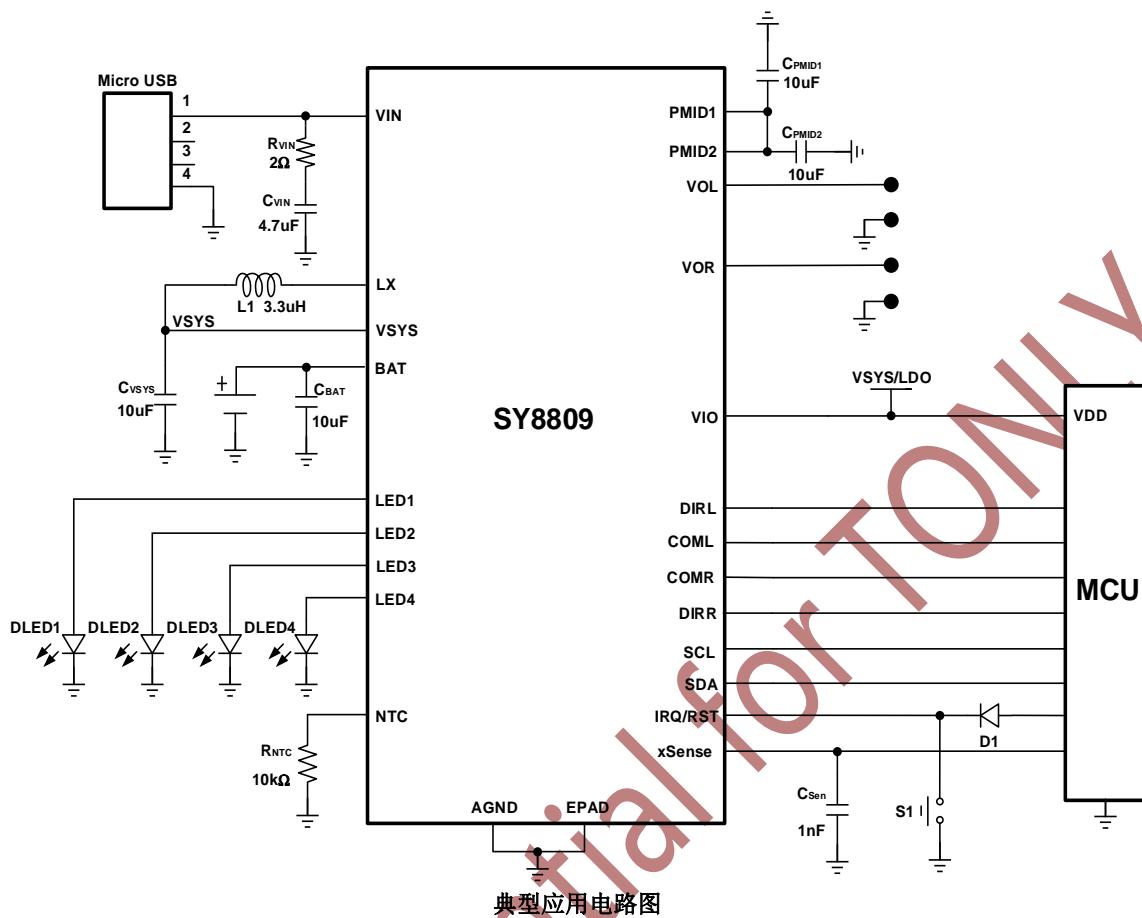
## 应用

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28V
- ◆ 自动识别状态待机电流:7uA
- ◆ 电池端充电电流I<sub>2C</sub>调节，最大充电电流:2.2A
- ◆ 电池端涓流充电电流和充电截止电流I<sub>2C</sub>可调节
- ◆ 充电电流温度调节功能，充电电流随温度升高自动减小
- ◆ 充电终止，自动再充电
- ◆ 充电浮充电压I<sub>2C</sub>可调节，精度达±0.5%
- ◆ 支持NVDC架构，方便MCU供电
- ◆ 同步升压输出电压I<sub>2C</sub>可以调节，效率高达93%@0.1A
- ◆ 支持负载插入识别
- ◆ 支持双通道独立控制放电
- ◆ 支持负载电流轻载检测，轻载检测电流可调节
- ◆ 具备负载电流两级过流保护功能
- ◆ 升压输出热调节功能
- ◆ 放电模块过流、短路、过压、过温保护
- ◆ 集成LED显示驱动，内部集成呼吸灯功能
- ◆ 集成高速通讯接口，每个通道独立控制数据发送/接收；
- ◆ 接收电压回码/电流回码模式可自由配置，电流回码模式支持1kbps的通讯速率
- ◆ 集成NTC保护功能

典型应用电路



典型应用电路图

(充电:1.5A; 放电截止:2mA; 电池温度范围:充电 0°C~45°C; 放电-10°C~60°C)

(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)

## 管脚功能

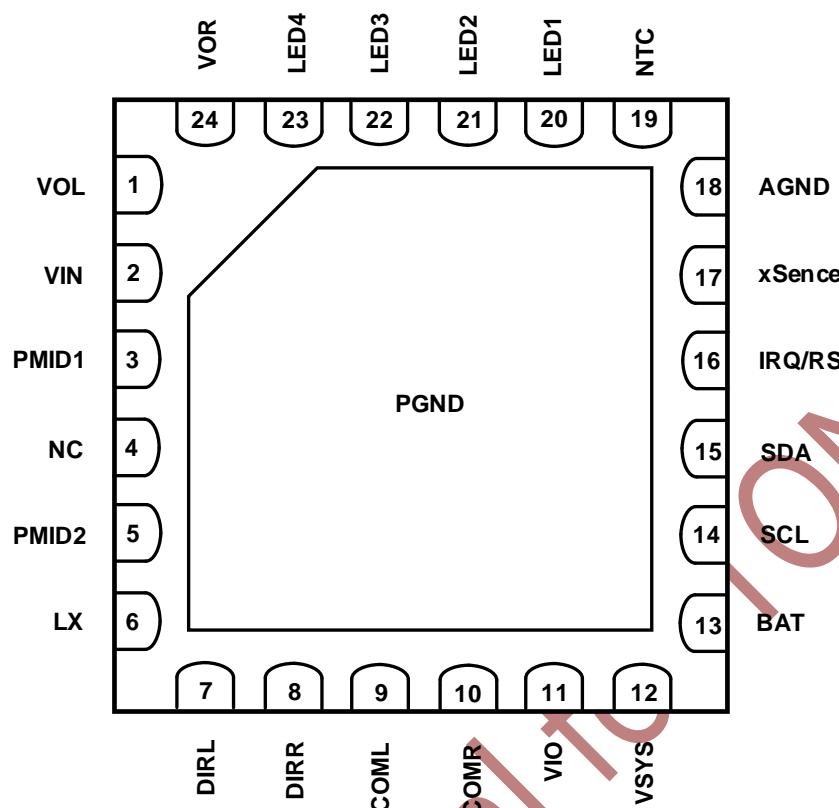


Fig.1. 芯片引脚示意图

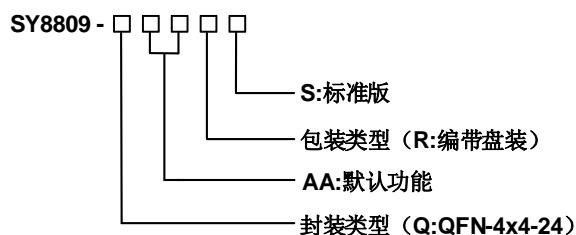
名称	端口	I/O	功能描述
VOL	1	O	左耳耳机电源端口
VIN	2	I	适配器输入端
PMID1	3	O	VOL/VOR 供电电源
NC	4	-	内部悬空，可用来出地线
PMID2	5	O	boost 升压输出
LX	6	O	开关输出端
DIRL	7	I	COML 通讯方向控制，内部无上拉/下拉电阻。不用的时候接 GND, (高电平接 VIO)。 1:数据从 VOL 发送到 COML 0:数据从 COML 发送到 VOL
DIRR	8	I	COMR 通讯方向控制，内部无上拉/下拉电阻。不用的时候接 GND, (高电平接 VIO)。 1:数据从 VOR 发送到 COMR 0:数据从 COMR 发送到 VOR
COML	9	I/O	左耳耳机通讯端口，内部默认配置 3.2K 上拉电阻到 VIO，open-drain 输出；通过 DIRL 控制数据方向。
COMR	10	I/O	右耳耳机通讯端口，内部默认配置 3.2K 上拉电阻到 VIO，open-drain 输出；通过 DIRR 控制数据方向。

## 管脚功能 (续上表)

名称	端口	I/O	功能描述
VIO	11	I	通讯 IO 口外部供电电源, 与外部 MCU 同供电电源
VSYS	12	I	给外部系统供电输出, 可给 MCU 供电
BAT	13	I	电池正极输入
SCL	14	I	I2C 时钟输入端口, 内部默认配置 10K 上拉电阻到 VIO
SDA	15	I	I2C 数据输入端口, 内部默认配置 10K 上拉电阻到 VIO
IRQ/RST	16	O	中断输出端口, open-drain 输出/硬件复位引脚, 内部上拉 100K, 供电由 VIO 和 BAT 中电压较高者提供
xSense	17	O	多路选择采样输出
AGND	18	-	系统地
NTC	19	I	NTC 温度检测输入端口
LED1	20	O	LED 指示输出 1, PMOS OD 输出
LED2	21	O	LED 指示输出 2, PMOS OD 输出
LED3	22	O	LED 指示输出 3, PMOS OD 输出
LED4	23	O	LED 指示输出 4, PMOS OD 输出
VOR	24	O	右耳耳机电源端口
PGND	EPAD	-	功率地

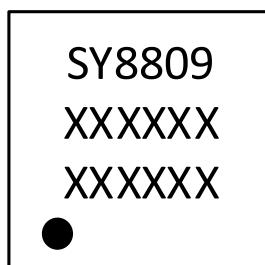
TPS Confidential for TPS Only

订购信息



订购型号	封装形式	包装数量 (颗)
SY8809-QAARS	QFN24	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

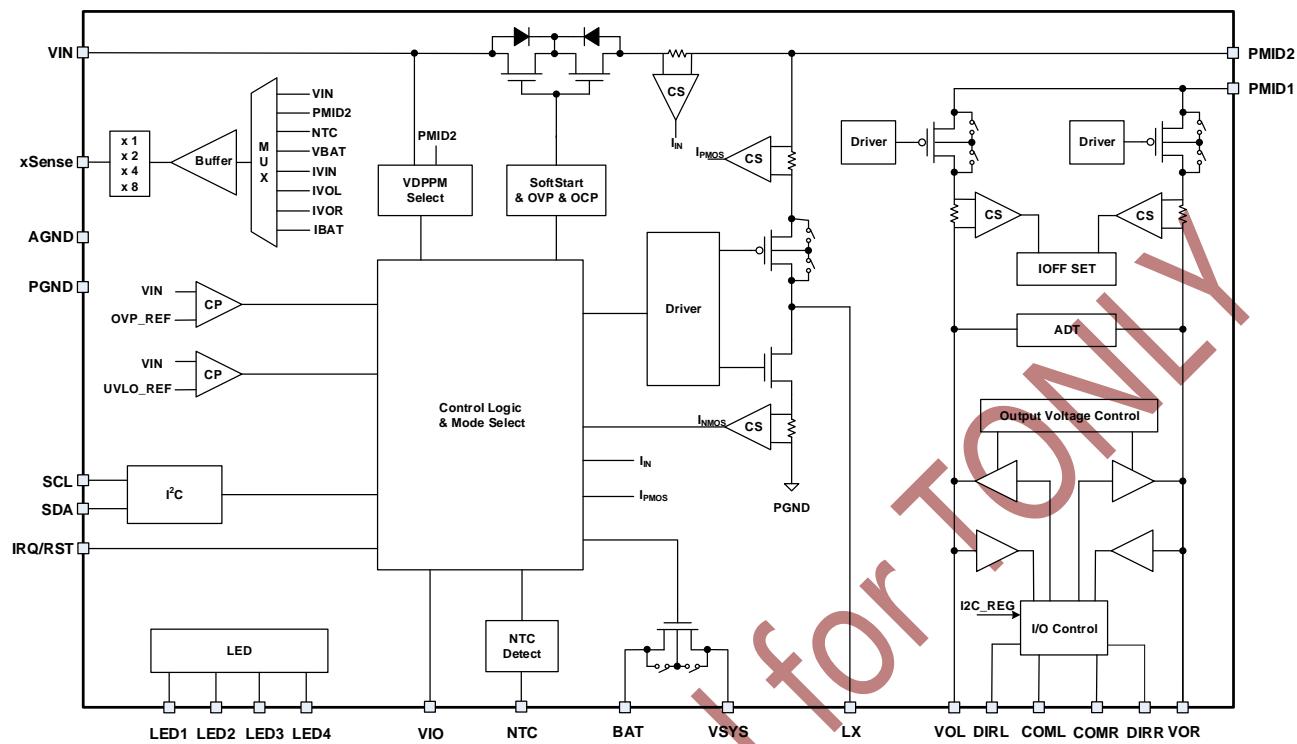


Fig.2. 功能框图

## 电性参数

### 极限参数<sup>(1)</sup>

参数	最小值	最大值	单位
VIN引脚耐压	-0.3	+28	V
LX引脚耐压	-0.3	8	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）	4000	-	V
MM（机器放电模型）	350	-	V
CDM（器件放电模型）	2000	-	V

### 推荐工作条件<sup>(2)</sup>

- 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=3.3uH)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I <sub>STDB</sub>	待机电流		-	7		μA
I <sub>SHIP</sub>	shipmode 下待机功耗			3		uA
<b>输入部分</b>						
VIN	输入电压范围		4.4	5.0	6.0	V
V <sub>IN_OVP</sub>	输入过压保护	寄存器可配置	5.6	5.8	6	V
T <sub>OVP</sub>	输入过压保护检测时间			3		uS
V <sub>IN_UV</sub>	输入欠压保护			4.2		V
V <sub>IN_UVSCHM</sub>	输入欠压迟滞电压 (向上迟滞)	退出 VIN UVLO 状态电压迟滞		0.2		V
T <sub>UV</sub>	欠压保护恢复时间			120		mS
V <sub>IN_DPPM</sub>	自适应适配器电压	寄存器可配置	4.5	4.6	4.7	V
I <sub>IN_DPPM</sub>	VIN 输入限流电流调节	寄存器可配置	2.3	2.5	2.9	A
V <sub>PMID_SHORT</sub>	PMID 短路保护电压	边充边放模式下	3.9	4	4.1	V
		放电模式下	-	4.5	-	V
R <sub>IN</sub>	限流开关导通电阻	VIN=5V	-	100	-	mΩ
R <sub>PMOS</sub>	高边 PMOS 导通电阻		-	70	-	mΩ
R <sub>NMOS</sub>	低边 NMOS 导通电阻		-	60	-	mΩ
I <sub>P_PMO</sub>	高边 PMOS 峰值限流		-	3.8	-	A
I <sub>P_NMOS</sub>	低边 NMOS 峰值限流			2.2		A
I <sub>LEAKAGE</sub>	PMID到VIN漏电电流		-	0	5	uA
T <sub>OV</sub>	过温保护		-	150	-	℃
T <sub>HYS</sub>	过温保护滞回		-	30	-	℃
<b>充电部分</b>						
F <sub>CHAEGER</sub>	充电模式下开关频率		0.8	1	1.2	MHz
V <sub>FLOAT</sub>	稳定输出(浮充)电压	寄存器可配置	4.158	4.2	4.242	V
I <sub>BATF</sub>	充满状态下电池电流			18		uA
ΔV <sub>RECHRG</sub>	再充电电池门限电压	寄存器可配置	94	96		%
I <sub>CC</sub>	恒流充电电流	BAT 端充电电流, 寄存器可配置	0.95	1	1.05	A
A <sub>ICC</sub>	恒流充电电流精度			5		%
I <sub>TRIKL</sub>	涓流充电电流	BAT 端充电电流, 寄存器可配置		0.02		A
η	恒流充电效率	V <sub>BAT</sub> =3.7V@1.5A	90%	-	-	
V <sub>PRECHG</sub>	预充电阈值电压	V <sub>BAT</sub> 上升, 预充电转为涓流		2.35		V
I <sub>PRCHG</sub>	预充电电流	BAT 端充电电流		20		mA
V <sub>TRIKL</sub>	涓流充电阈值电压	V <sub>BAT</sub> 上升, 涓流转为恒流	2.9	3.0	3.1	V
V <sub>TRHYS</sub>	涓流充电迟滞电压	V <sub>BAT</sub> 下降, 恒流转为涓流		200		mV
I <sub>TERM</sub>	充电截止电流门限	寄存器可配置		20		mA

## 典型性能参数 (续上表)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>放电部分</b>						
VPMID	额定输出电压	寄存器可配置	4.8	5	5.2	V
I <sub>BT</sub>	空载功耗	空载		110		uA
VUV_BAT	电池欠压闭锁阈值电压	寄存器可配置	2.7	2.8	2.9	V
VHYS_BAT	电池欠压闭锁迟滞		0.05	0.1	0.15	V
D <sub>MAX</sub>	最大占空比		-	85	-	%
V <sub>RIPPLE</sub>	输出纹波电压	VPMID2=5V&I <sub>OUT</sub> =1A	-	100	-	mV
		空载		30		mV
VPMID <sub>OVP</sub>	输出过压保护		-	5.5	-	V
T <sub>SS</sub>	软启动时间		-	2	-	ms
V <sub>ST</sub>	自动识别静态电压			VBAT		V
I <sub>AD</sub>	自动识别检测电流	寄存器可配置	4	5	6	uA
I <sub>Max</sub>	最大输出电流	寄存器可配置	225	250	275	mA
I <sub>END</sub>	轻载检测电流	寄存器可配置	1.8	2	2.2	mA
VOX <sub>SHORT</sub>	短路保护电压		-	4.5	-	V
R <sub>OUT</sub>	限流开关导通阻抗 VPMID2=5V; 输出电流大于 10mA 时	VPMID2=5V; 输出电流大于 10mA 时	-	0.5	-	Ω
		当电流值小于 10mA 时	-	2	-	Ω
<b>NTC 部分</b>						
T <sub>cold1</sub>	cold 温度检测 1		-11	-10	-9	℃
T <sub>cold2</sub>	cold 温度检测 2		-1	0	1	℃
T <sub>warm1</sub>	warm 温度检测 1		9	10	11	℃
T <sub>norm</sub>	normal 温度检测		44	45	46	℃
T <sub>hot</sub>	hot 温度检测		59	60	61	℃
<b>BFET 部分</b>						
V <sub>SYS_MIN</sub>	VSYS 最低工作电压	寄存器可配置	3.6	3.65	3.7	V
V <sub>SYS_Short</sub>	SYS 引脚短路保护电压			2.2		V
V <sub>IdealDiode</sub>	Ideal Diode 模式 VSYS 和 VBAT 压差			30		mV
I <sub>BATSC</sub>	BFET 短路保护电流			5		A
R <sub>ON_BFET</sub>	BFET 导通阻抗			50		mΩ

## 典型性能参数（续上表）

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>xSense 部分</b>						
VOUTH	推荐输出最高电平			2.5		V
VOUTL	输出最低电平			0		V
VOS	输入 offset			1		mV
IO <sub>xSense</sub>	输出最大电流			280		uA
xSense/ IBAT	BAT 端充电电流采样比例	IBAT ≥ 640mA		0.5		V/A
	BAT 端充电电流采样比例	160mA ≤ IBAT < 640mA		2		V/A
	BAT 端充电电流采样比例	IBAT < 160mA		4		V/A
xSense/IVIN	VIN 端电流采样比例			0.45		V/A
xSense/ IVOX	左右耳输出电流采样	IO=100mA, 上升 IO>26mA		2		V/A
	左右耳输出电流采样	IO=10mA, 下降 IO<18mA		30		V/A
xSense/VIN	VIN 端电压采样比例	VIN=5V		1/8		V/V
xSense/ PMID2	PMID 端电压采样比例	PMID=5V		1/8		V/V
xSense/ VBAT	电池电压端采样比例	VBAT=3.6V		1/4		V/V
xSense/ NTC	NTC 端电压采样比例	ntc_mode 为 11 模式		1		V/V
<b>接口部分</b>						
R <sub>RST</sub>	RST 上拉电阻			100K		Ω
T <sub>RST</sub>	硬件复位时间			200		ms
T <sub>RST_S</sub>	长按 RST 时间	寄存器可配置		1		s
T <sub>RST_L</sub>	超长按 RST 时间	寄存器可配置		10		s
R <sub>COML</sub>	COML 上拉电阻	寄存器可配置		3.2K		Ω
R <sub>COMR</sub>	COMR 上拉电阻	寄存器可配置		3.2K		Ω
R <sub>SCL</sub>	SCL 上拉电阻	寄存器可配置		10K		Ω
R <sub>SDA</sub>	SDA 上拉电阻	寄存器可配置		10K		Ω
I <sub>LED</sub>	LED1~LED4 输出电流	寄存器可配置		0.5		mA

## 功能说明:

### 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PMID2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，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BUCK也自动关闭。

当VIN电压大于4.4V且小于6V时，PMID2由VIN直接供电，同时VOL/R也可以通过PMID1取电，实现边充边放的功能。

VIN端集成电流检测功能，用于充电时对Buck输入电流进行限流。VIN端限流电流值可以通过I2C寄存器进行配置。

VIN端同时集成了过流保护功能，当输入电流超过VIN过流保护电流值时，输入限流开关和Buck停止工作，进入打嗝模式。在打嗝模式下，芯片每隔200mS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200mS后再次重启检测，如果异常解除芯片恢复正常工作。

当输入限流开关模块开启后，芯片也会检测PMID2电压值，当PMID2电压值低于短路保护电压值时，输入限流开关和BUCK停止工作，进入打嗝模式。

### 充电模块

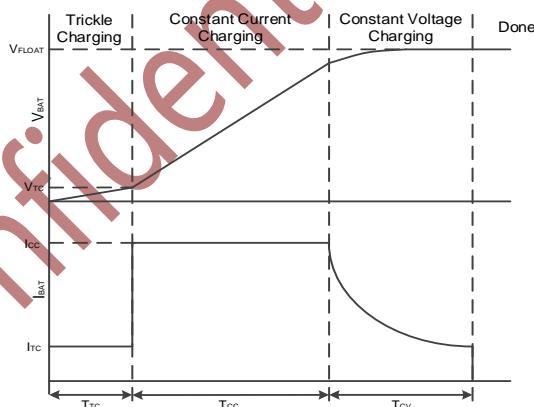


Fig.3. 充电模式示意图

芯片检测到VIN UVLO正常后，则自动开启输入限流开关和Buck模块，给VSYS供电。延时100ms后，根据BFET控制和电池电压决定充电状态。芯片内部集成了完整的PWM NVDC充电模块，来调节控制电池端充电电流，利用芯片内部的功率管对电池进行预充电、涓流、恒流和恒压充电。充电电流通过寄存器调节，最大充电电流为2.2A，内部寄存器可以控制充电电流的大小。

在涓流模式下，Buck开启，BFET采用线性充电，涓流充电电流寄存器可以配置；在恒流模式下Buck开启，BAT电压达到VSYS\_MIN,BFET完全导通，恒流充电电流默认200mA，寄存器可以配置；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（充电截止电流寄存器控制），充电周期结束。

NVDC功能:BFET模块支持反向补电功能，在充电过程中，如果VSYS电压低于电池电压，则开启反向补电功能，BFET进入补电模式，反向对VSYS供电，当VSYS电压高于BAT电压时，则自动退出补电模式，重新进入正常的充电模式。

VSYS电压可以通过I2C设定一个最小值VSYS\_MIN。在充电模式下，当VSYS电压低至VSYS\_MIN时，芯片通过调整BFET驱动，自动降低充电电流，维持VSYS电压不低于VSYS\_MIN，这个功能在电池0V充电时，可以保证MCU的供电正常。

充电部分的保护和功能主要有:VINDPM, IINDPM, 电流软启动功能，过温限流功能和充电定时功能，同时支持watchdog充电模式（寄存器可选，默认关闭）。

VSYS短路保护:当VSYS发生短路时，BFET会触发过流保护，BFET过流后直接关闭BFET，进入打嗝状态，200ms后重新开启BFET，再次看VSYS是否解除短路状态。同时当VSYS电压小于2.2V时，VIN的电流限定在250mA左右。

VINDPM功能:当VIN电源输出带载能力有限，充电电流过大时，VIN电压会逐步降低，当VIN电压降低到4.6V时（寄存器可以配置），Buck环路开始逐步降低VSYS电压，当VSYS电压降低到VSYS\_MIN（寄存器可以配置）或者接近电池电压时，充电电流逐步降低，维持VIN电压在4.6V左右，不至于损坏适配器。

IINDPM功能:当VIN端输入电流过大，达到寄存器设置的IINDPM（寄存器可以配置）电流值时，Buck环路开始逐步降低VSYS电压，当VSYS电压降低到VSYS\_MIN或者接近电池电压时，充电电流逐步降低，维持VIN电流在IINDPM左右，不至于损坏适配器。

过温限流功能:当芯片温度超过芯片内部设定温度110°C时，Buck环路开始逐步降低VSYS电压，当VSYS电压降低到VSYS\_MIN或者接近电池电压时，充电电流逐步降低，维持芯片温度在110°C左右，保证芯片充电时发热不会太严重。

充电超时功能：通过寄存器<0x24>CHG\_Config4可以配置涓流/恒流充电超时功能，默认关闭；操作寄存器配置相应时间开启超时功能，当涓流/恒流充电时间超过配置的时间后，会关闭BFET停止给电池充电，并置相应超时标志位；涓流和恒流充电超时功能相互独立。

寄存器<0x24>CHG_Config4	功能时间配置
B <5:4>	充电恒流充电阶段超时配置 00:关闭充电恒流超时保护功能。 01:4h 10:8h 11:2h
B<3:2>	充电涓流充电阶段超时配置 00:关闭充电涓流超时保护功能。 01:1h 10:2h 11:0.5h

## 放电模块

### 升压输出

芯片提供一路同步升压输出，集成功率MOS，可提供5V/1A输出（输出电压寄存器可调节），效率高达90%以上。芯片采用1MHz的开关频率，可有效减小外部元件尺寸。

在待机状态下，VOL和VOR端口的自动识别负载模块开启，芯片静态电流为7uA。当VOL和VOR检测到负载放入时，芯片内部产生loadin和loadon的信号，发出中断信号通知MCU，MCU再使能boost和VOL/R实现放电功能。

放电模块集成了恒压和峰值/谷值限流两种工作模式。当放电电流小于1A时，恒压输出5V，当输出电流需要大于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（PFM），以保证输出电压调整能力。Boost输出电压取寄存器配置值和BAT电压加0.6V之中较高的值。

芯片集成了输出电压可配置，输出软启动、过流、过压、短路、过热以及电池欠压等多种功能。

### VOL/R 输出

VOL/R引脚是用于输出给耳机充电的端口，在这个端口上，芯片集成了自动识别负载功能，耳机自动复充功能，输出限流功能，轻载检测功能，VOL和VOR两个端口可以独立控制。

在待机状态下，当自动识别负载功能开启后，VOL/R上拉到电池电压，当负载放入时，如果负载电流大于自动识别电流，则内部电路检测到负载放入，内部产生loadin和loadon信号，loadin用于识别负载放入动作，锁存在寄存器中；loadon用于识别负载是否存在，实时检测。用户可以根据这两个信号判断负载放入动作和存在状态，从而控制放电输出。

VOL/R输出支持输出电流检测，用于输出限流保护和轻载检测，输出限流值寄存器可以配置，当输出电流超过限流值后，芯片触发过流保护功能，进入打嗝状态，200ms后重新开启输出，再次看VOL/R是否解除短路状态；当耳机端充电电流小于IOFF电流（寄存器可调节），芯片发出中断信号，通知MCU，由MCU决定是否关闭输出。

VOL/R端口支持通讯功能，在通讯模式下，芯片支持COML/COMR与VOL/VOR的双向通信。

## 电池温度保护（NTC）

NTC保护功能是用于检测电池温度，然后控制芯片充电和放电，NTC保护支持四种模式（寄存器控制）：JEITA，常用模式，输出温度区间模式和xSense采样输出模式。JEITA、常用模式的保护区间及保护行为如表1所示。

表 1 NTC 温度区间

<0x16>寄存器值	温度区间	JEITA		常用模式	
		充电	放电	充电	放电
1111	<-10°C	不充电	不放电	不充电	不放电
1011	-10°C < T < 0°C	不充电	正常放电	不充电	正常放电
0011	0°C < T < 10°C	0.5*ICC 充电	正常放电	正常充电	正常放电
0001	10°C < T < 20°C	正常充电	正常放电	正常充电	正常放电
0000	20°C < T < 45°C	正常充电	正常放电	正常充电	正常放电
0100	45°C < T < 60°C	浮充电压 4.05V	正常放电	不充电	正常放电
1100	>60°C	不充电	不放电	不充电	不放电

**输出温度区间模式：**芯片寄存器只输出温度区间不控制充电电流和放电，“温度区间”如表1所示。

**xSense采样输出模式：**在这种模式下，IC内部的恒流源流进外接的NTC电阻，NTC电阻上的电压再通过xSense输出，经过MCU的ADC采样后，由MCU控制充电和放电状态。

**NTC FAULT：**在“JEITA模式”和“常用模式”下，若温度超出正常范围，则由NTC模块控制充电电流和充电电压，并给出NTC FAULT信号；在“输出温度区间模式”时，不控制电流和电压，不给出NTC FAULT信号；在“xSense模式”下，只控制NTC采样的输出电流，不给出温度区间，不控制电流和电压，不给NTC FAULT信号。

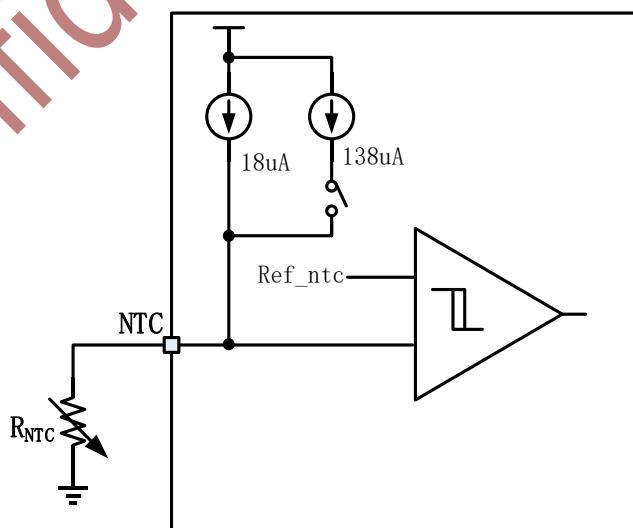


Fig.4. NTC 保护示意图

NTC检测电路如图5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，则需要通过寄存器配置，关闭NTC功能。

## LED 显示

LED 模块主要功能有：LED 开关及显示模式控制、驱动电流调节、驱动电流外部调节、集成呼吸灯显示、不同呼吸灯效果调节等；LED 显示驱动采用恒流源驱动共阴极 LED，LED 驱动的电源选择 VSYS，所以在 VSYS 短路时，LED 显示会不正常。

LED 的所有功能都由寄存器控制，寄存器`<0x40>LED_Config0` 主要控制 LED 的开关和 LED 显示模式控制；寄存器`<0x41>LED_Config1`、`<0x42>LED_Config2` 主要负责集成呼吸灯的灯效控制，如呼吸灯渐变时间，常亮、常灭等；寄存器`<0x43>LED_Config3` 主要负责 LED 的驱动电流和亮度调节

注：关于 LED 的细节参数控制，具体参照寄存器`<0x40-0x43>LED_Config0-3` 的说明

## 电感短路保护

SY8809 内部集成电感短路保护功能，无论处于充电还是放电状态下，只要电感发生短路，SY8809 就会停止充/放电并保持锁定状态，以避免 IC 损坏；需重新插入 VIN，方可解除锁定状态。（可通过寄存器`<0x37>OCP_Config1.B<7>`配置是否开启此功能）

## xSense 输出

xSense 引脚将内部模拟信号输出到芯片外部，用于给 MCU 采样。xSense 可选的采样信号包括：VIN，PMID，NTC，VBAT，IVIN，IVOL，IVOR，IBAT，由 I2C 寄存器对信号进行选择；xSense 模块使能后，各输出参数比如下：若觉得采样数据太小可配置 xSense 的增益放大，具体见寄存器`<0x31>xSense_Config`

0x31 寄存器 B<3:0>	输出信号类别	各信号比例说明
0000	输出 IVOL 的电流采样结果	当 IVOL<20mA(st_iloadl=0) 时，采样比例为 1mA/30mV；当 IVOL>30mA (st_iloadl=1) 时，采样比例为 1mA/2mV
0001	输出 IVOR 的电流采样结果	当 IVOR<20mA (st_iloadr=0) 时，采样比例为 1mA/30mV；当 IVOR>30mA (st_iloadr=1) 时，采样比例为 1mA/2mV
0010	保留	保留
0011	输出 IBAT 的充电电流采样结果	IBAT<160mA，则 xSense(mV)/IBAT(mA)=4； 160mA ≤ IBAT < 640mA，则 xSense(mV)/IBAT(mA)=2； IBAT ≥ 640mA，则 xSense(mV)/IBAT(mA)=0.5
0100	输出 NTC 电压采样结果	需要先设置 ntc_mode 为 11 模式
0101	输出 VIN 采样结果	输出 VIN / 8 电压
0110	输出 VBAT 采样结果	输出 VBAT / 4 电压
0111	输出 IVIN 的电流采样结果	输出 IVIN 的电流采样结果，IVIN=1mA，则 xSense=0.45mV
1000	输出 PMID 采样结果	输出 PMID/8 电压

## 复位功能

芯片为了防止MCU在使用过程中出现软件死机，集成了硬件复位功能、软件复位和插入VIN复位功能。

超长按RST下拉10S（寄存器可配置），芯片进入硬件复位动作，关闭BFET，并下拉VSYS 200ms，让MCU复位，然后再重新给VSYS供电，同时寄存器中置一个写清标志位，标明系统曾经硬件复位过。

软件复位指令可以将芯片复位到初始配置状态。

插入VIN复位MCU的功能寄存器可以配置，默认不使能；在使能情况下，VIN插入后，关闭BFET，并下拉VSYS 200ms，然后再重启BFET给VSYS供电并开启buck给电池充电，同时寄存器中置一个写清标志位标明系统曾经复位过。

### Shipmode 功能

芯片内部寄存器设置shipmode控制位，当MCU向这个寄存器写1时，芯片延时4S（寄存器可以配置）后进入shipmode。关闭BFET，则VSYS掉电，MCU也会进入断电状态，系统处于一个低功耗状态。此时，芯片只开启VIN检测和RST检测模块，同时寄存器中置一个写清标志位标明系统曾经进入过shipmode。

退出shipmode只能插入VIN或者长按RST 1S（寄存器配置）。芯片退出shipmode后，重新进入充电状态或者待机状态。

### WatchDog 功能

WatchDog功能是为了防止MCU软件死机而设置的保护。WD超时保护后，保护动作提供两种方案（寄存器可以选择）：

(1) WD超时保护后，清除内部寄存器值到默认值，生成一个WD超时的标志位，写清标志位；同时芯片将VSYS的电压下拉到0V持续200ms，然后再重新给VSYS供电，从而完成给MCU的复位动作。

(2) WD超时保护后，芯片只清除内部寄存器值到默认值，生成一个WD超时的标志位，只完成对SY8809自己的保护动作，不关闭BFET。（默认状态）

WD的超时保护时间由寄存器控制，默认值：关闭，可以配置：40S, 80S, 160S。待机状态下，考虑功耗需求，I2C需要主动关闭WD功能，让芯片处于低功耗状态。

## IRQ 中断提示功能

SY8809支持IRQ中断输出，IRQ默认上拉到BAT，触发IRQ事件时，IRQ会被下拉8mS左右，用于提示MCU SY8809内部状态变化，MCU可以根据相关提示及时的做出处理；IRQ提示列表主要如下：

IRQ 事件	事件名称	上升沿	下降沿	双沿
st_ntc_fault	NTC 异常	√		
st_vsys_ocp	vsys ocp			√
st_vor_ocp	vor ocp			√
st_vol_ocp	vol ocp			√
st_pmid_ocp_osp	pmid ocp			√
st_icctimeout	恒流充电超时	√		
st_itctimeout	涓流充电超时	√		
st_batovp	batovp			√
st_vin_ok	插入 vin			√
chg_end	充满			√
st_lowbat	Bat 低电量	√		
st_batuvlo	bat uvlo	√		
st_vor_level	电平从高变低		√	
st_vol_level	电平从高变低		√	
st_vor_ioff	轻重载变化			√
st_vol_ioff	轻重载变化			√
st_vor_loadon	右耳耳机在仓			√
st_vol_loadon	左耳耳机在仓			√
st_vor_loadin	右耳耳机放入	√		
st_vol_loadin	左耳耳机放入	√		
ntc_refile[2:0]	NTC 区间变化			√
st_nededgevor	复充请求检测	√		
st_nededgevol	复充请求检测	√		
st_ind_os	电感短路	√		
st_wdtvsys	watchdog 超时	√		
st_iloadr	放电通道阻抗档位切换			√
st_iloadl	放电通道阻抗档位切换			√

## 通讯功能

SY8809 支持耳机仓和耳机双向独立的通讯功能，通过 VOL/R 连接耳机接收和发送信号，通过 COML/COMR 和 MCU 进行交互，通过 DIRL/DIRR 控制接收发模式，通过寄存器控制进入和退出通讯模式。

SY8809 通讯功能主要包括隔离通讯、通讯电平转换、通讯功能强制进入和退出、接收电流/电压回码模式控制、接收发模式等。

隔离通讯功能：在正常情况下，通讯模式关闭，VOL/R 用于检测耳机负载和给耳机充电，所有的通讯检测功能关闭。当 SY8809 通过寄存器操作进入通讯模式后，关闭 VOL/R 的放电功能，实现隔离并强制进入通讯检测的模式，通讯功能开启。

通讯功能强制进入和退出：无论 SY8809 处于充电、放电还是自动识别状态，通过寄存器 <0x27>EN\_Config0. B<4:3> 相应位置 1 都可以强制 VOL/R 进入通讯模式，且 VOL/R 所有功能相互独立；如 VOL 强制进入和退出通讯模式，不影响 VOR 的放电、负载识别、通讯收发等各种状态，反之亦然。

通讯回码模式：通过 <0x26>IO\_Config1. B<3> 可以控制通讯模式的方式；默认双向通讯都采用电压方式通讯；置 1：双向通讯采用发码电压，收码电流的混合模式，耳机盒向耳机发送数据时用电压方式通信，高电平寄存器可配置，低电平为 0V；耳机向耳机盒发送数据时用电流方式通信，支持 1kbps 的通讯速率；电流阈值采用 IOFF 比较器的输出，寄存器可配置

通讯收发码模式控制：DIRL/DIRR=1，接收模式：数据从 VOL/R 发送到 COML/R；DIRL/DIRR=0，发送模式：数据从 COML/R 发送到 VOL/R；DIRL 和 DIRR 互相独立，VOL 处于接收时，VOR 可以在发送模式也可在接收模式，反之亦然。（1 为高电平，建议上拉到 VIO,0 为低电平建议下拉到 GND）

通讯电平转换：SY8809 通讯模块中集成了通讯电平转换电路，默认通讯电平 2.5V，可通过寄存器 <0x25>IO\_Config0. B<4:2> 改变通讯电平，以满足不同通讯电平的应用

寄存器	通讯电平
<0x25>IO_Config0. B<4:2>	000:使能 2.5V 电平通讯 001:使能 3 电平通讯 010:使能 PMID(默认 5V)电平通讯 011:使能 1.8V 电平通讯 100:使能 3.3V 电平通讯 101:使能 1.2 电平通讯 110:使能 VIO 电平通讯 111:使能 VSYS 电平通讯

注：通讯相关寄存器主要为 <0x25>IO\_Config0, <0x26>IO\_Config1, <0x27>EN\_Config0)

## I2C 接口

SY8809 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，X=0 表示写操作，X=1 表示读操作。

## 寄存器列表

寄存器类型	
类型	描述
R/WC	可读/写 1 清零寄存器
R	仅可读
R/W	可读/可写
W	仅可写

复位源描述	
复位源	描述
POR	电源掉电复位
SRST	软件复位
RST	按键硬件复位
VIN	VIN 上电复位
WD	WatchDog 超时复位

<0x10>FAULT\_STA0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x10	R/WC	B<7>	ST_BATOVP_W	0	POR +SRST	曾经发生过 BAT_OVP 异常；写 1 清零。 0:正常状态 1:异常状态
		B<6>	ST_BATUVLO_W	0		曾经发生过 BAT_UVLO 异常；写 1 清零。内部锁定，需插入 VIN 且 BAT 正常，写 1 才能清零 0:正常状态 1:异常状态
		B<5>	ST_VINOVP_W	0		曾经发生过 VINOVP 异常；写 1 清零。 0:正常状态 1:异常状态
		B<4>	ST_NTC_Fault_W	0		曾经发生过 NTC 异常；写 1 清零。 0:正常状态 1:异常状态
		B<3>	ST_VSYS_OCP_W	0		曾经发生过 VSYS 过流保护；写 1 清零。 (VSYS 异常时，每打嗝一次) 0:正常状态 1:异常状态
		B<2>	ST_VOR_OCP_W	0		曾经发生过 VOR 短路保护, VOR 过流保护；写 1 清零。(VOR 异常时，每打嗝一次) 0:正常状态 1:异常状态
		B<1>	ST_VOL_OCP_W	0		曾经发生过 VOL 过流保护；写 1 清零。(VOL 异常时，每打嗝一次) 0:正常状态 1:异常状态
		B<0>	ST_PMid_OCP_OMP_W	0		曾经发生过 PMID 过流或者短路保护；写 1 清零。 0:正常状态 1:异常状态

<0x11>FAULT\_STA1

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x11	R	B<7>	ST_IND_OS	0	充电/放电过程中电感短路保护状态指示: 0:正常状态 1:电感短路状态
		B<6>	ST_NTC_OVT	0	NTC fault 信号指示 0:NTC 温度正常 1:NTC 温度范围超出
		B<5>	ST_VSYS_OCP	0	VSYS 过流和短路保护; (VSY <del>S</del> 异常时, 打嗝保护) 0:正常状态 1:异常状态
		B<4>	ST_VOR_OCP	0	VOR 过流和短路保护; (VOR 异常时, 打嗝保护) 0:正常状态 1:异常状态
		B<3>	ST_VOL_OCP	0	VOL 过流和短路保护; (VOL 异常时, 打嗝保护) 0:正常状态 1:异常状态
		B<2>	ST_PMid_OCP_OSP	0	PMID 过流或者短路保护; (PMID 异常时, 打嗝保护) 0:正常状态 1:异常状态
		B<1>	ST_ICCTimeOut	0	电池端恒流 ICC 充电超时标志, 此 bit 从 0 跳变到 1, 可触发 IRQ 中断。 0:恒流 ICC 充电未超时 1:恒流 ICC 充电已超时, 则停止充电, 关闭 VSYS 到 VBAT 的 MOSFET。此时, 可以通过插拔 VIN、DIS_CHG 位翻转(先令 DIS_CHG=1 再令 DIS_CHG=0)的方式, 来清零 ST_ITCTimeOut, 重启充电。
		B<0>	ST_ITCTimeOut	0	涓流 ITC 充电超时标志, 此 bit 从 0 跳变到 1, 可触发 IRQ 中断。 0:涓流 ITC 充电未超时 1:涓流 ITC 充电已超时, 则停止充电, 关闭 VSYS 到 VBAT 的 MOSFET。此时, 可以通过插拔 VIN、DIS_CHG 位翻转(先令 DIS_CHG=1 再令 DIS_CHG=0)的方式, 来清零 ST_ITCTimeOut, 重启充电。

## <0x12>CHG\_STA

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x12	R	B<7>	ST_DeadBat	0	电池电压低于 2.2V 指示: 0:VBAT>2.2V 1:VBAT<2.2V
		B<6:5>	ST_IBAT_SNS<1:0>	00	充电时 xSense 中 IBAT 对应充电电流采样比例: 00:xSense(mV) / IBAT(mA) = 4.0 01:xSense(mV) / IBAT(mA) = 2.0 10:xSense(mV) / IBAT(mA) = 0.5 11:xSense(mV) / IBAT(mA) = 0.5
		B<4>	ST_VBAT_OVP	0	VBAT 电压过压状态; 当状态发生跳变时, 触发 IRQ。 0:VBAT 电压小于 OVP 电压 1:VBAT 电压大于等于 OVP (放电不检测 BAT OVP)
		B<3>	ST_VINOVP	0	VIN 电压指示; 根据实际状态显示。当状态发生跳变时, 触发 IRQ。 0:VIN 电压小于 OVP 电压 1:VIN 电压大于 OVP 电压
		B<2>	ST_VINOK	0	VIN OK; 当状态发生跳变时, 触发 IRQ。 0:VIN 电压小于 UVLO, 或者大于 OVP 1:VIN 电压正常
		B<1:0>	ST_CHG_STAT<1:0>	0	电池充电状态指示; ST_ChipMode =001 (Charge) 工作模式时, 寄存器<0x12>才有效。 00:没有充电 (VIN<VIN_UVLO) 01:涓流充电 10:恒流充电 11:电池充满

&lt;0x13&gt;BST\_STA

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x13	R	B<7:4>			
		B<3>	ILOADL	0	VOL 放电通道阻抗档位切换指示: 0:通道阻抗 2Ω, 电流采样比 例:ILOADL(mA)=xSense(mV) / 30 1:通道阻抗 0.5Ω, 电流采样: ILOADL(mA)=xSense(mV) / 2
		B<2>	ILOADR	0	VOR 放电通道阻抗档位切换指示: 0:通道阻抗 2Ω, 电流采样比例: ILOADR (mA)=xSense(mV) / 30 1:通道阻抗 0.5Ω, 电流采样: ILOADR (mA)=xSense(mV) / 2
		B<1>	ST_LowBAT	0	BAT 低电量报警状态 0:正常电量状态 1:低电量状态
		B<0>	ST_BAT_UVLO	0	BAT UVLO 状态指示:置 1 后需插入 VIN 且电池电压正常才可清 0 0:BAT 电压正常状态 1:UVLO 状态

TPS Confidential for TPS ONLY

<0x14>VOx\_STA

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x14	R	B<7>	ST_VOR_Level	1	VOR 电平检测, 实时检测 VOR 的电平。此 bit 从 1 跳变到 0, 可触发 IRQ 中断。需要 EnVORLevelChk=1 时, 才会指示 VOR 的“0”或者“1”状态; 若 EnVORLevelChk=0, 则关闭 VOR 电平指示功能。 0:VOR<0.7V 1:VOR>0.8V
		B<6>	ST_VOL_Level	1	VOL 电平检测, 实时检测 VOL 的电平。此 bit 从 1 跳变到 0, 可触发 IRQ 中断。需要 EnVOLLevelChk=1 时, 才会指示 VOL 的“0”或者“1”状态; 若 EnVOLLevelChk=0, 则关闭 VOL 电平指示功能。 0:VOL<0.7V 1:VOL>0.8V
		B<5>	ST_VOR_Ioff	0	VOR 轻载状态; 此 bit 从 0 到 1, 或者从 1 到 0, 可触发 IRQ 中断。 0:VOL 重载状态 (当 IOR 大于 IOFF 设置的电流时) 1:VOL 轻载状态 (当 IOR 小于 IOFF 设置的电流时) (备注:必须在 VOR 输出 5V 时, 此 bit 才有意义)
		B<4>	ST_VOL_Ioff	0	VOL 轻载状态; 此 bit 从 0 到 1, 或者从 1 到 0, 可触发 IRQ 中断。 0:VOL 重载状态 (当 IOL 大于 IOFF 设置的电流时) 1:VOL 轻载状态 (当 IOL 小于 IOFF 设置的电流时) (备注:必须在 VOL 输出 5V 时, 此 bit 才有意义)
		B<3>	ST_VOR_Loadon	0	VOR 负载存在状态; 此 bit 从 0 到 1, 或者从 1 到 0, 可触发 IRQ 中断。 0:VOR 无负载状态 1:VOR 有负载状态 ( $\mu$ A 级别的电流。只要有负载, 则此 bit=1)
		B<2>	ST_VOL_Loadon	0	VOL 负载存在状态; 此 bit 从 0 到 1, 或者从 1 到 0, 可触发 IRQ 中断。 0:VOL 无负载状态 1:VOL 有负载状态 (由自动负载识别模块的电流源上拉, $\mu$ A 级别的电流。只要有负载, 则此 bit=1)
		B<1>	ST_VOR_LoadIn	0	VOR 负载插入状态; 此 bit 从 0 到 1 的变化, 都可触发 IRQ 中断。 0:VOR 无负载插入动作 1:VOR 有负载插入动作 (当此 bit=1, 然后令 EN_VOR=1 时, 清零此状态位)
		B<0>	ST_VOL_LoadIn	0	VOL 负载插入状态; 此 bit 从 0 到 1 的变化, 可触发 IRQ 中断。 0:VOL 无负载插入动作 1:VOL 有负载插入动作 (当此 bit=1, 然后令 EN_VOL=1 时, 清零此状态位)

## <0x15> ChipMode

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x15	R	B<7:4>	-		-
		B<3:1>	ST_ChipMode	0	工作模式指示; 000: Standby 模式。 001: Charge 模式。 010: Discharge 模式。 011: Deepsleep 模式。 100: Shipmode 模式。 其他:Standby 模式
		B<0>	INIT_OK	0	芯片初始化完成状态 0: 没有完成初始化 1: 完成初始化

## <0x16> NTC\_STA

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x16	R	B<7:4>	-		-
		B<3:0>	ntc_pre<3:0>	0000	指示 NTC 温度区间，实时指示当前温度区间。在每个状态之间跳变时，都会触发一次 IRQ。 1111: <-10°C 1011: -10°C < T < 0°C 0011: 0°C < T < 10°C 0001: 10°C < T < 20°C 0000: 20°C < T < 45°C 0100: 45°C < T < 60°C 1100: >60°C

<0x17>RST\_STA

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x17	R/WC	B<7:6>			POR +SRST	
		B<5>	NegedgeVOR_W	0		用于耳机复充检测或通讯检测。0->1 跳变时触发 IRQ。写 1 清零。EnVORLevelChk=1 时 0:VOR 没有检测到低电平 100ms 脉冲。 1:VOR 曾经检测到低电平 100ms 脉冲。
		B<4>	NegedgeVOL_W	0		用于耳机复充检测或通讯检测。0->1 跳变时触发 IRQ。写 1 清零。EnVOLLevelChk=1 时 0:VOL 没有检测到低电平 100ms 脉冲。 1:VOL 曾经检测到低电平 100ms 脉冲。
		B<3>	LLRSTVSYS_W	0		当使能“超长按 RST 管脚复位 VSYS”功能，且此功能触发了 VSYS 复位，则此标志位置 1。写 1 清零。 0:未检测到超长按 RST 1:曾经检测到超长按 RST
		B<2>	VINPlusInRstVSYS_W	0		当“插入 VIN 复位 VSYS”的功能开启后，且检测到 VIN 插入并复位了 VSYS，则此标志位置 1。0->1 跳变时触发 IRQ。写 1 清零。 0:未检测到 VIN 插入 1:曾经检测到 VIN 插入
		B<1>	WatchDogRstVSYS_W	0		WatchDog 复位标志位。写 1 清零。 0:WatchDog 未复位 1:WatchDog 曾经复位
		B<0>	ShipMode_W	0		进入 shipmode 之后，此标志位置 1。写 1 清零。 0:未进入 shipmode 1:曾经进入过 shipmode

备注:0x17 寄存器置 1 后需清 0,IRQ 才会重新提示

&lt;0x20&gt;CHG\_Config0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x20	R/W	B<7:5>	IINDPM<2:0>	100	POR+SRST +RST +WD+VIN	输入 VIN 限流值设置; 000: 0.25A 001: 0.50A 010: 1.00A 011: 1.50A 100: 2.00A 101: 2.50A 其他:2.50A
		B<4>	VBATFRchg	0		充电复充电压; 0: 96%VBF 1: 94%VBF
		B<3>	VINOVP	0		VIN_OVP 电压点选择; 0:向上 5.8V, 向下 5.6V 1:向上 6.4V, 向下 6.2V
		B<2>	DPPM_Sel	0		充电自适应电压点选择; 0:VIN 做为充电自适应电压点 1:PMID2 做为充电自适应电压点
		B<1:0>	Vdppm<1:0>	00		自适应适配器电压; 00: 4.60V 01: 4.70V 10: 4.80V 11: 4.50V

<0x21>CHG\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x21	R/W	B<7:4>	-	-	-	-
		B<3:0>	VBF_Set<3:0>	0011	POR+SRST +RST +WD+VIN	浮充电压 VBF 设置 0000:4.05V 0001:4.10V 0010:4.15V 0011:4.20V 0100:4.25V 0101:4.30V 0110:4.35V 0111:4.40V 1000:4.45V 1001:4.50V 其它值:4.2V

<0x22>CHG\_Config2

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x22	R/W	-	-	-	-	-
		B<6:0>	ICC_SET<6:0>	0001010	POR+SRST +RST +WD+VIN	电池端恒流充电电流设定值: (默认值 200mA, 步长 20mA) 0000000:0mA . 0001010:200mA . 1101110:2.2A 其他:2.2A

<0x23>CHG\_Config3

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x23	R/W	B<7:4>	ITC_SET<3:0>	0000	POR+SRST +RST +WD+VIN	电池端涓流充电电流设定值: (默认值 20mA, 步长 20mA) 0000:20mA . . 1111: 320mA
		B<3:0>	IEND_SET<3:0>	0000		电池端充电截止电流设定值: (默认值 20mA, 步长 20mA) 0000:20mA . . 1111:320mA

## &lt;0x24&gt;CHG\_Config4

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x24	R/W	B<7:6>	-	-	POR+SRST +RST +WD+VIN	-
		B <5:4>	TIMER_CC<1:0>	00		电池端充电恒流充电阶段超时配置 00:关闭充电恒流超时保护功能。 01:4h 10:8h 11:2h
		B<3:2>	TIMER_TC<1:0>	00		电池端充电涓流充电阶段超时配置 00:关闭充电涓流超时保护功能。 01:1h 10:2h 11:0.5h
		B<1:0>	VSYS_MIN<1:0>	10		正常充电时, VSYS 的最小值 00:3.35V 01:3.45V 10:3.65V 11:3.85V

## <0x25>IO\_Config0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x25	R/W	B<7>	EnCOMxODPullup	1	POR+SRST +RST +WD+VIN	COML/COMR 配置为 OD 输出模式时的上拉选择: 0:COML/COMR 配置为 OD 输出时，芯片内部无上拉电阻。此时，需要外接上拉电阻到 MCU 电源端。 1:COML/COMR 配置为 OD 输出时，芯片内部上拉 3.2k 电阻到 VIO。
		B<6>	EnCOMxOD	1		COML/COMR 输出模式配置: 0:COML/COMR 做为输出时，配置为推挽输出 1:COML/COMR 做为输出时，配置为 OD 输出
		B<5>	EnSCLSDAPullup	1		I2C 接口上拉使能控制: 0: SCL 和 SDA 管脚无上拉电阻。 1:SCL 和 SDA 管脚的内部 10K 上拉电阻到 VIO
		B<4:2>	V_COM<2:0>	000		通讯使能控制模式。电压方式双向通信。 下行:从 SY8809 发送数据到耳机。控制 VOL/VOR 电压。 上行:SY8809 接收耳机发送过来的数据。 VOL/VOR 通过内部上拉到相应的逻辑电平，接收耳机的数据，并反馈到管脚 COML/COMR，以及寄存器位 ST_COML/ST_COMR 000:使能 2.5V 电平通讯 001:使能 3V 电平通讯 010:使能 PMID(默认 5V)电平通讯 011:使能 1.8V 电平通讯 100:使能 3.3V 电平通讯 101:使能 1.2V 电平通讯 110:使能 VIO 电平通讯 111:使能 VSYS 电平通讯 当配合 SY5500 使用时，通讯电平需要配置为: 110 (VIO) 或 100 (3.3V)
		B<1:0>	ICOM<1:0>	00		MD1 模式下，接收模式下，DIRL/R=1 时，VOL/VOR 作为输入时的上拉能力设定; 00:100K 01:1K 10:200Ω 11:浮空

## <0x26>IO\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x26	R/W	B<7>	-	-	POR+SRST +RST +WD+VIN	-
		B<6>	DIS_ADTL	0		VOL 自动识别负载使能控制 0:支持自动识别功能 1:屏蔽自动识别功能
		B<5>	DIS_ADTR	0		VOR 自动识别负载使能控制 0:支持自动识别功能 1:屏蔽自动识别功能
		B<4>	MODE_COM<1>	0		NC
		B<3>	MODE_COM<0>	0		通讯模式选择; 0:双向通讯都用电压的方式进行通信，高电平寄存器可配置，低电平为 0V。 1:双向通讯采用发码电压，收码电流的混合模式， 耳机盒向耳机发送数据时用电压方式通信，高电平 寄存器可配置，低电平为 0V; 耳机向耳机盒发送数据时用电流方式通信,支持 1kbps 的通讯速率。电流阈值采用 IOFF 比较器的 输出，可以配置
		B<2>	ENVOXLEVIRQ	0		ST_VOR_Level 和 ST_VOL_Level 寄存器是否触 发下降沿 IRQ 的使能控制: 0:ST_VOR_Level 和 ST_VOL_Level 下降沿不触 发 IRQ。 1:ST_VOR_Level 和 ST_VOL_Level 下降沿触发 IRQ。
		B<1>	EnVORLevelChk	0		VOR 电平检测使能; 当 VOR 进入“自动负载识别” 状态时，令 EnVORLevelChk=1，VOR 的电平检 测功能才有效。 0:关闭 VOR 电平检测功能 1:使能 VOR 电平检测功能
		B<0>	EnVOLLevelChk	0		VOL 电平检测使能; 当 VOL 进入“自动负载识别” 状态时，令 EnVOLLevelChk=1，VOL 的电平检测 功能才有效。 0:关闭 VOL 电平检测功能 1:使能 VOL 电平检测功能

<0x27>EN\_Config0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x27	R/W	B<7:6>	WatchDog<1:0>	00	POR+SRST +RST +WD+VIN	WatchDog 时长配置。 00:关闭 WatchDog 功能 01:40s 10:80s 11:160s 在充电、放电、standby 都可 I2C 开关 WatchDog, shipmode 下会自动关闭 WatchDog
		B<5>	I2CWDT	0		I2C SDA WatchDog 功能: 0:不使能 I2C WD 功能 1:当 SDA 为 0 超时 1S, 自动复位 I2C 模块。
		B<4>	EnCOMVOR	0		VOR 通讯模式使能位, 可独立开启/关闭 VOR 的通讯使能: 0:VOR 关闭通讯模式 1:VOR 使能通讯模式
		B<3>	EnCOMVOL	0		VOL 通讯模式使能位, 可独立开启/关闭 VOL 的通讯使能: 0:VOL 关闭通讯模式 1:VOL 使能通讯模式
		B<2>	EN_VOR	0		VOR 开关控制: 0:关闭 VOR 开关 1:使能 VOR 开关
		B<1>	EN_VOL	0		VOL 开关控制: 0:关闭 VOL 开关 1:使能 VOL 开关
		B<0>	EN_BT	0		放电使能; 0:关闭放电功能 1:使能放电功能

## <0x2E> EN\_Conf1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x2E	W	B<7:1>	-	-	-	-
		B<0>	DISABLE_CHG	0x50_B<7>	POR+SRST +RST +WD+VIN	充电功能控制信号 0:充电功能直接由 VIN 状态控制 1:在 VIN 状态 OK 的情况下也可以关闭充电

## <0x2F> WDT\_RST

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x2F	W	B<7:0>	WDT_RST	0	POR+SRST +RST +WD+VIN	写入 0x94 将清零 WatchDogTimer, 该值写入后自清

&lt;0x30&gt;BST\_Config

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x30	R/W	B<7:4>	VPMID <3:0>	1010	POR+SRST +RST +WD+VIN	PMID 的 Boost 电压。 0000:4.0V 0001:4.1V 0010:4.2V 0011:4.3V 0100:4.4V 0101:4.5V 0110:4.6V 0111:4.7V 1000:4.8V 1001:4.9V 1010:5.0V 1011:5.1V 1100:5.2V 其他值:5.0V
		B<3:2>	BAT_UVLO<1:0>			BAT UVLO 电压 (下限值, 上限通过迟滞加0.1V); 00:2.80V 01:3.00V 10:3.20V 11:3.40V
		B<1:0>	LowBAT_Set<1:0>			低电量报警电压; 00:3.2V 01:3.3V 10:3.4V 11:3.5V

TPS Confidential / For Review Only

## <0x31>xSense\_Config

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能	
0x31	R/W	B<7>	EN_FB_RES	0	POR+SRST +RST +WD+VIN	保留	
		B<6>	ENxSense	0		xSense 模块使能位 0:关闭 xSense 模块 1:使能 xSense 模块	
		B<5:4>	Gain_xSense<1:0>	00		xSense 的增益配置: 00:x1, 输出等于输入 01:x2, 输出信号等于原信号的 2 倍 10:x4, 输出信号等于原信号的 4 倍 11:x8, 输出信号等于原信号的 8 倍	
						xSense 管脚选择输出:	
		B<3:0>	xSense_ChxSel<3:0>	0000		输出 IVOL 的电流采样结果。当 IVOL<20mA (st_iloadl=0) 时, 采样比例为 1mA/30mV; 当 IVOL>30mA (st_iloadl=1) 时, 采样比例为 1mA/2mV	
						输出 IVOR 的电流采样结果, 当 IVOR<20mA (st_iloadr=0) 时, 采样比例为 1mA/30mV; 当 IVOR>30mA (st_iloadr=1) 时, 采样比例为 1mA/2mV	
						保留	
		0011		0000		输出 IBAT 的充电电流采样结果。 IBAT<160mA, 则 xSense(mV)/IBAT(mA)=4; 160mA ≤ IBAT < 640mA, 则 xSense(mV)/IBAT(mA)=2; IBAT ≥ 640mA, 则 xSense(mV)/IBAT(mA)=0.5	
						输出 NTC 电压。需要先设置 ntc_mode 为 11 模式	
		0100				输出 VIN / 8 电压	
		0101				输出 VBAT / 4 电压	
		0110				输出 IVIN 的电流采样结果, IVIN=1mA, 则 xSense=0.45mV	
		0111				输出 PMID/8 电压	
		1000				其他默认关闭	

&lt;0x32&gt;VOx\_Config0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x32	R/W	B<7:5>	lcp_VO<2:0>	000	POR+SRST +RST +WD+VIN	限流开关最大输出电流 000:250mA 001:300mA 010:350mA 011:400mA 100:500mA 101:200mA 110:150mA 111:100mA
		B<4:2>	lstart<2:0>	000		自动识别负载快速建立电流 000:15uA 001:35uA 010:50uA 011:70uA 100:1uA 101:2uA 110:5uA 111:10uA
		B<1:0>	ldet<1:0>	00		自动识别负载检测电流 00:5uA 01:2uA 10:1uA 11:10uA

## <0x33>VOx\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x33	R/W	B<7>	IVO_SWEEP	0	POR+SRST +RST +WD+VIN	VOx 小电流检测模式配置 0:当 VOx 电流小于 <0x44>.MODE_SWEEP 配置的电流时， 自动进入扫描模式。VOx 空载功耗小，但 响应速度慢。 1:VOx 输出电流一直处于检测状态。VOx 空载功耗大，但响应速度快。
		B<6:4>	IOFF_Base<2:0>	000		VOL/VOR 的 IOFF 设定值 000:2mA 001:3mA 010:4mA 011:5mA 100:6mA 101:8mA 110:10mA 111:12mA 精度±10%
		B<3:2>	TD_L2H<1:0>	10		轻载转重载检测滤波时间 00:5ms 01:10ms 10:100ms 11:200ms
		B<1:0>	TD_H2L<1:0>	01		重载转轻载检测滤波时间 00:100us 01:1ms 10:10ms 11:50ms

## &lt;0x34&gt;Shipmode\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x34	R/W	B<7:5>			POR +SRST	
		B<4:3>	TD_EnterShipMode<1:0>	10		延时进入 shipmode 的时间: 00:256us 01:2s 10:4s 11:8s
		B<2>	ShipmodeExit_Debounce	0		长按 RST 退出 Shipmode 的 Dbounce 时间; 0:1s 1:2s
		B<1>	ShipmodeExit_En	0		长按 RST 退出 Shipmode 的功能使能位; 0:使能“长按 RST 退出 shipmode”的功能 1:关闭“长按 RST 退出 shipmode”的功能
		B<0>	EnShipMode	0		Shipmode 开关控制; 0:关闭 shipmode 功能 1:开启 shipmode 功能。当 VIN 无效, 令 EnShipMode=1 后, 进入 shipmode 模式

TPS Confidential

## <0x35>RST\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x35	R/W	B<7>			POR +SRST	
		B<6>	EnRstVSYSBWD	0		watchdog 复位关联 VSYS 配置 0:当 watchdog 复位时, 不会复位 VSYS, VSYS 保持当前状态。 1:当 watchdog 复位时, 同时复位 VSYS, 令 MCU 掉电复位。
		B<5>	VSYSRstAsVINPlugIn	0		VIN 插入复位 VSYS 的功能配置; 0:当 VIN 插入时, 不复位 VSYS 1:当 VIN 插入时, 复位 VSYS
		B<4>	LLRstVSYSWithVIN	0		VSYS 复位方式是否关联 VIN 0:当 LLRstVSYSWithVIN=0 时, 只有 VINOK=0 时, 长按 RST 才能复位 VSYS。 1:当 LLRstVSYSWithVIN=1 时, 无论 VIN 处于何种状态, 超长按 RST 都将复位 VSYS。
		B<3:1>	LLRstVSYSDebounce<2:0>	001		超长按 RST 复位 VSYS 的 Debounce 时间, 000:8s 001:10s 010:12s 011:16s 100:20s 101:24s 110:28s 111:32s
		B<0>	LLRst_EN	1		RST 超长按复位 VSYS 功能配置 0:屏蔽 RST 键的超长按功能 1:使能 RST 键的超长按功能

<0x36>NTC\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x36	R/W	B<7:6>			POR+SRST +RST +WD+VIN	
		B<5>	NTC_20CSEL	0		NTC 检测温度点选择: 0:中间温度点选择 20°C 1:中间温度点选择 15°C
		B<4>	NTC_En	0		NTC 功能使能位; 0:关闭 NTC 模块。关闭 NTC 检测模块、保护模块、 NTC 上拉电流模块。 1:使能 NTC 模块
		B<3:2>	NTC_Mode<1:0>	00		NTC 保护模式配置。 00:配置为 JEITA 标准, 启动 SY8809 的 NTC 保护, 寄存器< NTCT_STAT >的 bit0~bit4 会实时变化, 并 产生 IRQ 01:配置为通用标准, 充电 0 度~45 度正常, 放电-10 度~60 度正常, 启动 SY8809 的 NTC 保护, 寄存 器< NTCT_STAT >的 bit0~bit4 会实时变化, 并产生 IRQ 10:只检测当前温度, 但关闭 SY8809 的内置保护 模块。寄存器< NTCT_STAT >的 bit0~bit4 会实时变 化, 由用户根据当前温度状态控制充电、放电。 11:关闭 NTC 检测, 关闭 NTC 内置保护模块。NTC 管脚电压通过 xSense 管脚输出。NTC 管脚上拉电 流由 NTC_Isrc 配置
		B<1:0>	NTC_Isrc<1:0>	00		当 NTC_MODE<1:0>=11 时, NTC 管脚的上拉电 流源配置 00:150uA 01:50uA 10:20uA 11:0uA

## <0x37>OCP\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x37	R/W	B<7>	IND_OS	1	POR+SRST +RST +WD+VIN	充电/放电过程中电感短路保护功能: 0:不使能电感短路保护功能 1:使能电感短路保护功能
		B<6>	OS_MODE	0		短路和过流后保护模式选择: 0:保护后一直打嗝 1:保护 7 次后锁定
		B<5:4>	T_VIN_OC_Filter<1:0>	00		VIN 第一级过流检测时间, 即充电过流检测时间, 二级短路保护时间是 100us。 00:1ms 01:4ms 10:250us 11:500us
		B<3:2>	T_BFET_OC_Filter<1:0>	00		BFET 第一级过流检测时间, 即放电过流检测时间, 二级短路保护时间是 100us。 00:1ms 01:4ms 10:250us 11:500us
		B<1:0>	T_VOxOC_Filter<1:0>	00		VOL/VOR 第一级过流检测时间。二级短路保护时间是 60us。 00:0.5ms 01:2ms 10:4ms 11:200us

## <0x40>LED\_Config0

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x40	R/W	B<7:4>	LED_Mode<3:0>	0000	POR+SRST +RST +WD+VIN	LED 模式配置; 0000:所有 LEDx 配置为 IO 输出, 但只能上拉恒流输出, 无下拉能力 xxx1:LED1 配置为呼吸灯输出 xx1x:LED2 配置为呼吸灯输出 x1xx:LED3 配置为呼吸灯输出 1xxx:LED4 配置为呼吸灯输出
		B<3:0>	LED_I2C_ST<3:0>	0000		I2C 控制 LED 状态; 0000:所有 LEDx 熄灭, 关闭 LED 模块 xxx1:LED1 点亮 xx1x:LED2 点亮 x1xx:LED3 点亮 1xxx:LED4 点亮

## <0x41>LED\_Config1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x41	R/W	B<7:6>	-	-	POR+SRST +RST +WD+VIN	-
		B<5:3>	LED_OnTime<2:0>	000		呼吸灯的全亮时间 000:0s 001:0.12s 010:0.25s 011:0.5s 100:1.0s 101:2.0s 110:4.0s 111:8.0s
		B<2:0>	LED_OffTime<2:0>	000		呼吸灯的全灭时间 000:0s 001:0.12s 010:0.25s 011:0.5s 100:1.0s 101:2.0s 110:4.0s 111:8.0s

## &lt;0x42&gt;LED\_Config2

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x42	R/W	B<7:6>	-	-	POR+SRST +RST +WD+VIN	-
		B<5:3>	LED_FallTime<2:0>	011		呼吸灯的下降时间 000:0s 001:0.25s 010:0.5s 011:1.0s 100:1.5s 101:2.0s 110:3.0s 111:4.0s
		B<2:0>	LED_RiseTime<2:0>	011		呼吸灯的上升时间 000:0s 001:0.25s 010:0.5s 011:1.0s 100:1.5s 101:2.0s 110:3.0s 111:4.0s

## &lt;0x43&gt;LED\_Config3

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x43	R/W	B<7:4>	-	-	POR+SRST +RST +WD+VIN	-
		B<3>	LED_lum_sel	0		呼吸灯亮度方案选择： 0:正常亮度 1:亮度减弱
		B<2:0>	LED_lum<2:0>	000		LED 亮度调节： 000:0.5mA 001:1mA 010:2mA 011:4mA 1xx:直通，外部串电阻限流

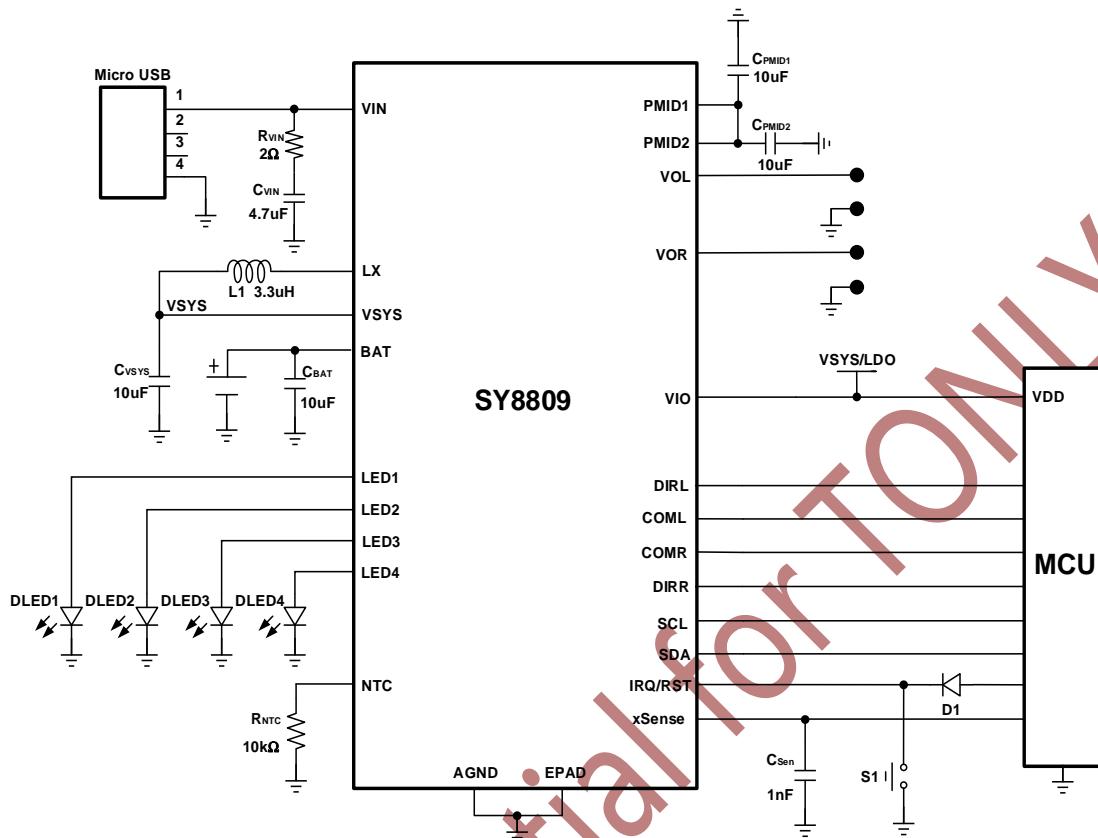
## <0x44>VOx\_Conf1

地址	类型	BIT	名称	默认值	复位源	功能
0x44	R/W	B<7:6>	RESERVED	00	POR+SRST +RST +WD+VIN	Reserved
		B<5>	DET_CURRENT	0		5V 输出时, 负载电流检测阈值设置:在 LOADDET_ACC_R 或 LOADDET_ACC_L 置 1 的情况下, DET_CURRENT 位才有效。此时, 若 DET_CURRENT =0, 则相应的 VOL/VOR 的 IOFF=250uA; 若 DET_CURRENT =1, 则相应的 VOL/VOR 的 IOFF=100uA 0:250uA 1:100uA 精度±10%
		B<4>	IDP_VOX	0		是否独立控制 VOL/R 的 load switch: 0:控制不独立,只有 VIN 充电过程中或者 boost 启动才能开启 VOL/R 输出。 1:独立控制 VOL/R 输出, PMID1 可以用外部电源供电。
		B<3>	VOST_DISADT	0		关闭自动识别负载后, VOL/R 状态控制: 0:默认 1K 电阻下拉 1:VOL/R 高阻态
		B<2>	LOADDET_ACC_L	0		在 en_vol 使能的情况下,控制 VOL 输出阻抗, 提升电流检测精度: 0:默认输出阻抗 (用于大电流负载情况下) 1:切换输出阻抗, 提升 VOL 开启情况下电流检测精度, 检测电流按照 IOFF 设定值减少 8 倍。
		B<1>	LOADDET_ACC_R	0		在 en_vor 使能的情况下, 控制 VOR 输出阻抗, 提升电流检测精度: 0:默认输出阻抗 (用于大电流负载情况下) 1:切换输出阻抗, 提升 VOR 开启情况下电流检测精度, 检测电流按照 IOFF 设定值减少 8 倍。
		B<0>	MODE_SWEEP	0		VOL/R Sweep mode 控制: 0:当 VOL/R 输出电流小于 20mA 开启扫描模式 1:当 VOL/R 输出电流小于 IOFF 开启扫描模式

## <0x4F>CMD\_RST

地址	类型	BIT	名称	默认值	功能
0x4F	R/W	B<7:0>	CMD_RST[7:0]		当写入 0x17 进行软件复位的指令

## 应用方案原理图



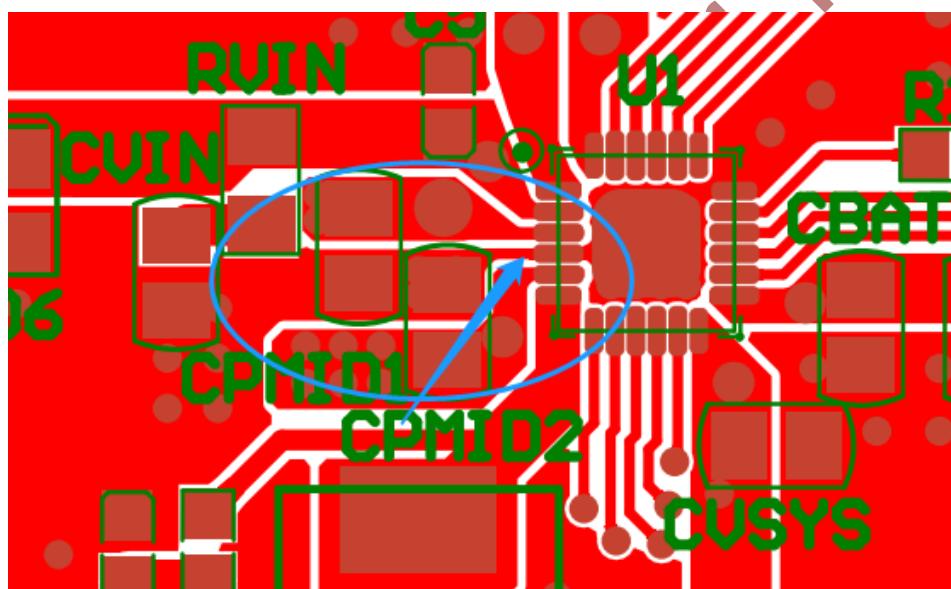
## 典型电路元器件

器件	器件类型	器件描述	制造商	数量
U1	IC	SY8809 QFN24	思远半导体	1
S1	轻触按键	按键	-	1
L1	贴片电感	CD7530 封装, 感值 3.3uH, 精度:±20%, 额定饱和电流要求: >3.5A	-	1
DLED1~DLED4	LED 显示灯	LED/0603/任意颜色的 LED 灯	-	4
R <sub>VIN</sub>	贴片电阻	RES0805/2R/5%	-	1
C <sub>VIN</sub>	贴片电容	CAP0805/4.7uF/X5R/20%/35V	三星或等同	1
C <sub>PMID1</sub> 、C <sub>PMID2</sub> 、C <sub>VSYS</sub> 、C <sub>BAT</sub>	贴片电容	CAP0805/10uF/X5R/20%/10V	三星或等同	1
C <sub>Sen</sub>	贴片电容	CAP0603/1nF/X5R/10%/10V	三星或等同	1
D1	贴片二极管	IN4148WS SOD323	-	1

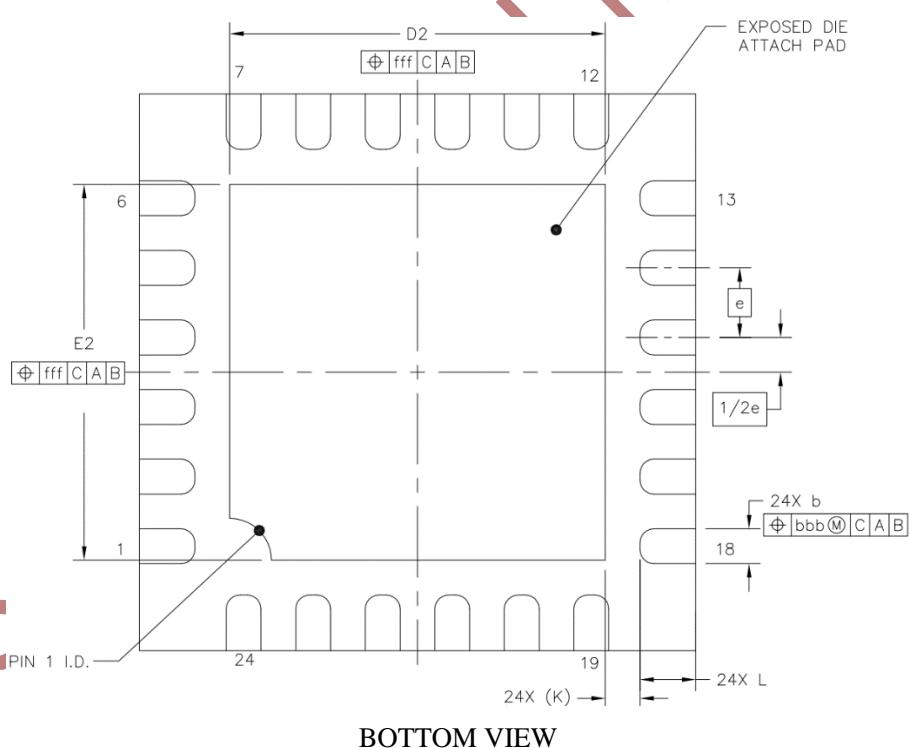
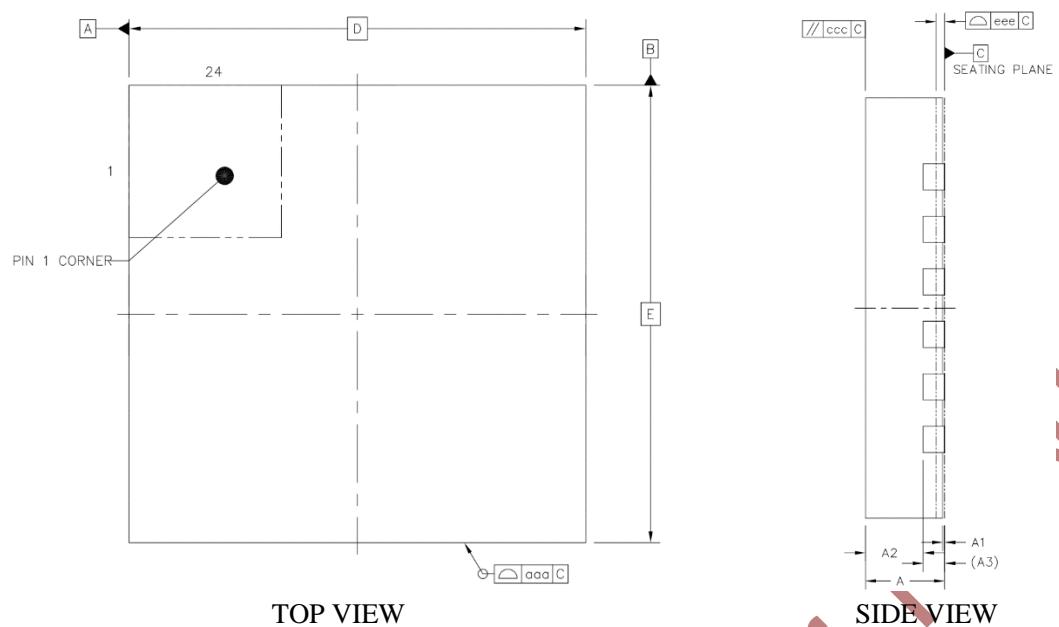
(注:若选择 NTC 功能, 则必须选择精度 1%、阻值 10K 且  $\beta = 3950$  的 NTC 电阻; 不需要 NTC 保护功能的应用中, 需要通过寄存器配置, 关闭 NTC 功能)

## PCB 布线注意事项

1. 电容位置尽量靠近芯片引脚放置，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. 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。
4. 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。
5. 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。
6. 应用中所使用的电容必须选用X5R以上的材质。
7. 若有其他磁性元件，建议远离电感L1放置
8. CPMID2尽量靠近PMID2放置，且与SY8809放置在同一面，通过NC PIN连接EPAD PGND，以减少输出电流环路，减少对输出的影响。（如下图圈内所示）



QFN 封装外观图

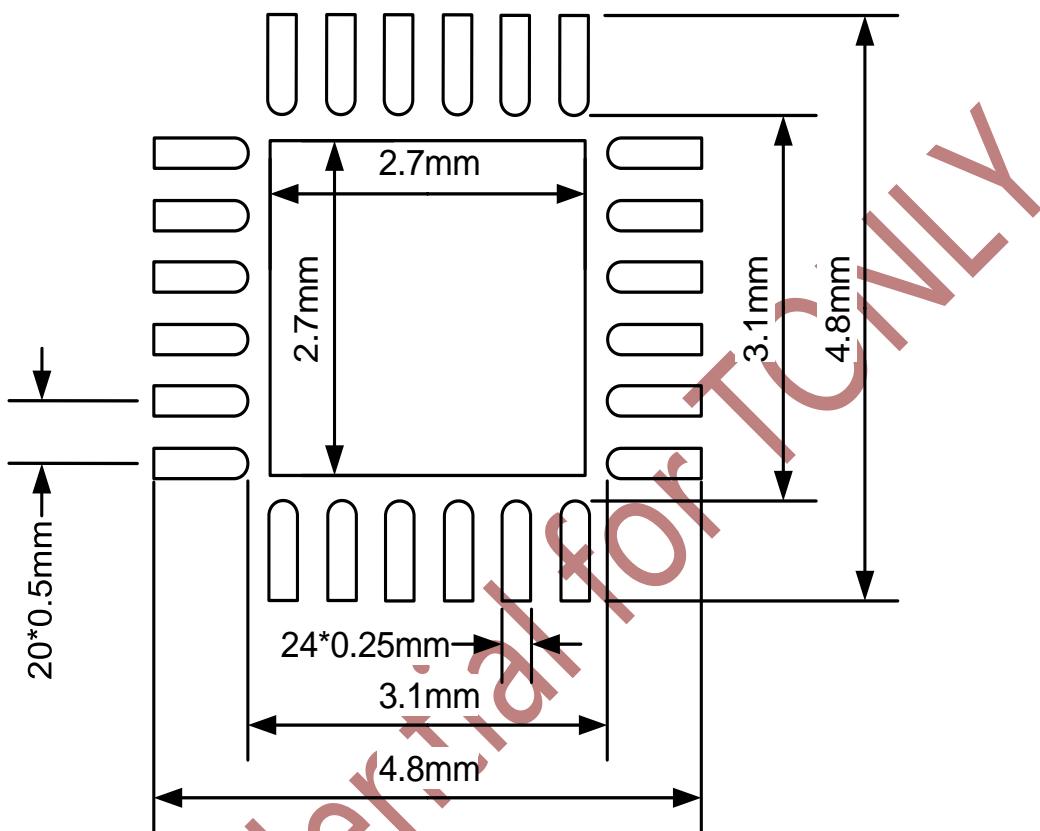


Unit:mm

		SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS		A	0.7	0.75	0.8
STANK OFF		A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS		A2	---	0.55	---
L/F THICKNESS		a3		0.203 REF	
LEAD WIDTH		b	0.2	0.25	0.3
BODY SIZE	X	D		4 BSC	
	Y	E		4 BSC	
LEAD PITCH		e		0.5 BSC	
EP SIZE	X	D2	2.6	2.7	2.8
	Y	E2	2.6	2.7	2.8
LEAD LENGTH		L	0.3	0.4	0.5
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE		K		0.2 min	
PACKAGE EDGE TOLERANGE		aaa		0.1	
MOLD FLATNESS		ccc		0.1	
COPLANARITY		eee		0.08	
LEAD OFFSET		bbb		0.1	
EXPOSED PAD OFFSET		fff		0.1	

TPS Confidential for TQ ONLY

PCB 封装示意图



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	2021/08/23	初版发布
Rev1.1	2021/09/07	1、修改管脚功能部分引脚的I/O属性
Rev1.2	2021/11/05	1、修改寄存器0X25. B<5>、0x12.B<1:0>、0x12.B <6:5>、0x31. B<3:0>、0x37. B<7> 的功能描述或参数 2、修改典型性能参数 $T_{OVP}$ , $I_{IN_{DPPM}}$ , $I_{PMOS}$ , $T_{HYS}$ , $I_{BT}$ , $V_{QX_{SHORT}}$ , $V_{PMID_{SHORT}}$ 的典型值或范围 3、增加典型性能参数 $T_{UV}$ , $V_{PRECHG}$ , $I_{PRECHG}$ , $V_{TRIKL}$ , $V_{TRHYS}$ , $I_{TERM}$ . xSense模块的典型值或范围 4、更改xSense输出IBAT和IVIN的比例, 功能框图部分名称 5、修改典型原理图里的参数及元器件参数, Layout图

TPS Confidential for Tonly