

### 芯片特性

- 输入耐压高达28V
- 电池仓充电管理:
  - 高达0.8A的可调线性充电电流
  - 5%充电电流精度
  - 0.5%浮充电压精度
  - 自动复充
- 耳机放电管理
  - 93% 峰值升压效率
  - 高效率电压跟随放电
  - 电池过放保护
  - 单耳充电电流高达150mA
- 温度管理
  - NTC实时监控, 充放电温度管理
  - 120 °C电池仓充电电流智能调整
  - 150 °C过温保护
- 集成左右耳出入仓检测及满电检测
- 支持双向通信
- 7- $\mu$ A超低静态功耗
- 3mm X 3mm QFN-16 封装
- RoHS Compliant and 100% Lead (Pb) Free

### 典型应用

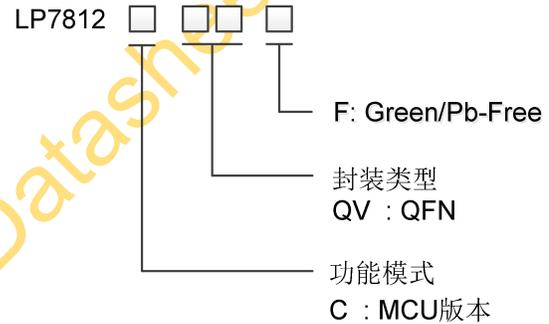
- TWS充电仓

### 描述

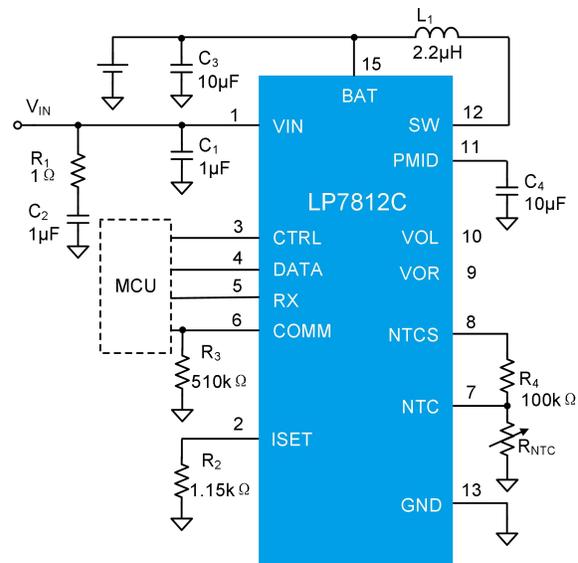
LP7812C是一款多合一的智能TWS充电仓管理IC, 集成电池充电, 耳机放电, 温度管理, 霍尔检测, 按键检测以及LED显示等功能。集成的线性充电电路给电池仓充电, 同时支持高达28V的输入电压和最大0.8A的充电电流。两路独立的耳机充电电路支持TWS耳机超低压差跟随充电以支持大电流快充, 同时显著提升充电仓续航时长。LP7812C集成符合JEITA标准的NTC检测电路, 在电池过温时强制关闭充放电功能以保证系统安全。LP7812C集成芯片结温过温保护, 确保芯片安全运行。LP7812C典型的静态电流仅为7- $\mu$ A。

LP7812C使用3mm X 3mm QFN-16封装。

### 采购信息



### 典型应用电路





## 器件信息

器件型号	丝印	CV 电压	Boost 电压	封装形式	包装数量	湿敏等级
LP7812CQVF	LPS LP7812C YWX	4.2V	5.1V	16-pin 3 X 3 QFN	5K/包	LEVEL 3
LP7812CQVF-435	LPS LP7812C 435YWX	4.35V	5.1V	16-pin 3 X 3 QFN	5K/包	LEVEL 3
LP7812C46QVF44	LPS LP7812C 44FYWX	4.4V	4.6V	16-pin 3 X 3 QFN	5K/包	LEVEL 3
LP7812C46QVF	LPS LP7812C FYWX	4.2V	4.6V	16-pin 3 X 3 QFN	5K/包	LEVEL 3

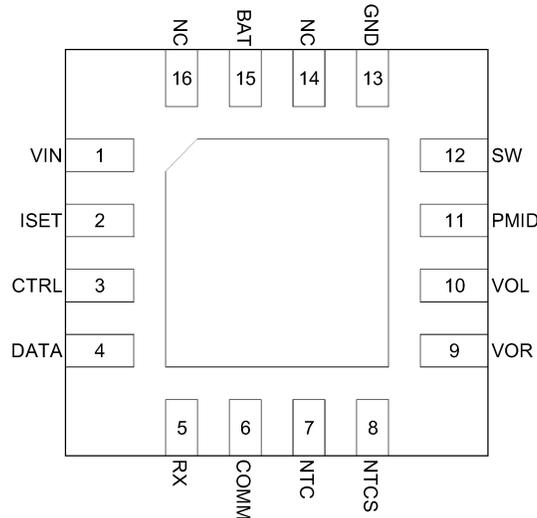
丝印说明: Y: Year code. W: Week code. X: Batch numbers.

湿敏等级: 根据 JEDEC 标准定义

Preliminary Datasheet



## 引脚说明



LP7812C Pinout

## 引脚描述

序号	引脚名	描述
1	VIN	USB 输入引脚。建议就近表贴至少1uF去耦电容。
2	ISET	充电电流设置引脚。
3	CTRL	控制引脚。当CTRL为高电平时，LP7812C为耳机充电模式；CTRL为低电平时，LP7812C为通信模式；CTRL浮空时，LP7812C为耳机入仓检测模式。
4	DATA	LP7812C数据输出引脚。该引脚需要外接上拉电阻。
5	RX	双向通信接收耳机信号引脚。该引脚需要外接上拉电阻
6	COMM	复用引脚：通信时，COMM引脚往VOL/VOR发送信号。 充电时，COMM引脚外置电阻设定耳机充电电流。
7	NTC	NTC检测引脚。
8	NTCS	NTC偏置电压输出引脚。
9	VOR	右耳输出引脚。
10	VOL	左耳输出引脚。
11	PMID	boost变换器输出引脚。
12	SW	boost变换器开关引脚。
13	GND	boost变换器功率地引脚。
14	NC	悬空。
15	BAT	线性充电电池引脚。建议就近表贴至少1uF去耦电容。
16	NC	悬空。
	Thermal PAD	接功率地。



## 极限值 (Note 1)

VIN to GND	-0.3V to 28V
Others to GND	-0.3V to 6.5V
SW to GND (5ns)	-2V to 8.5V
最高芯片结温 (TJ)	150°C
环境温度 (TA)	40°C to 85°C
最高焊接温度 (at leads, 10 sec)	260°C

**Note 1:** 超过极限值使用, 芯片可靠性可能会受到影响。

## ESD等级

HBM (Human Body Model)	4kV
CDM (Charged Device Model)	500V

## 热阻信息

$\theta_{JA}$ (Junction-to-Ambient Thermal Resistance)	60°C/W
--	--------

## 推荐工作条件

符号	参数	最小	典型	最大	单位
V <sub>IN</sub>	输入电压	4		6	V
I <sub>IN</sub>	输入电流			1	A
T <sub>A</sub>	环境温度范围	-40		85	°C
C <sub>IN</sub>	输入滤波电容	1			μF
C <sub>BAT</sub>	BAT引脚滤波电容	10			μF
C <sub>PMID</sub>	PMID引脚滤波电容	10			μF

## 电气特性

(除非有特殊说明, 所有参数基于以下条件测试: V<sub>IN</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C。)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
<b>输入供电</b>						
V <sub>INUVLO</sub>	欠压保护电压	VIN 下降沿阈值	3.6	3.8	4.0	V
V <sub>INUVLO_H</sub>	欠压保护迟滞电压	VIN 上升沿阈值		150		mV
V <sub>IN_OVP</sub>	过压保护电压	VIN上升沿阈值	6.0	6.2	6.55	V
V <sub>OVP_H</sub>	过压保护迟滞电压	VIN下降沿阈值		150		mV
I <sub>IN</sub>	输入静态电流	VIN=5.0V, BAT=4.3V		150		uA
V <sub>IN_DPM</sub>	输入动态电压调整阈值			4.4		V
<b>电池供电</b>						
V <sub>BAT_POR</sub>	电池上电复位电压	VIN=0V, BAT 上升沿阈值			2.6	V



符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
V <sub>POR_H</sub>	上电复位迟滞电压	BAT 下降沿阈值		0.18		V
I <sub>BAT</sub>	电池静态电流	待机模式, BAT=3.8V, VIN=0V		7		uA
<b>充电管理</b>						
V <sub>TRK</sub>	涓流充电阈值	BAT 上升沿阈值	2.75	2.8	2.85	V
V <sub>TRK_H</sub>	涓流充电迟滞电压			100		mV
I <sub>TRK</sub>	涓流充电电流	ICC=420mA, Riset=1.15k, 10% ICC	28	42	57	mA
ICC	恒流充电电流	-10 °C to 85 °C	378	420	462	mA
		25 °C	400	420	440	mA
	0 °C -10 °C 充电电流	ICC=420mA, 50%ICC	185	210	235	mA
V <sub>CV</sub>	浮充电压	0 °C to 60 °C	-0.5		0.5	%
	复充电压	BAT 下降沿阈值, CV=4.2V		4.05		V
I <sub>TERM</sub>	充电截止电流	ICC=420mA, 10%ICC	28	42	57	mA
T <sub>Thermal</sub>	充电温度保护阈值 <sup>[Note 2]</sup>	T <sub>j</sub>	100	120	140	°C
<b>升压变换器</b>						
R <sub>ds,on_HS</sub>	上管导通阻抗	PMID=5.1V		350		mΩ
R <sub>ds,on_LS</sub>	下管导通阻抗	PMID=5.1V		250		mΩ
f <sub>sw</sub>	开关频率 <sup>[Note 2]</sup>	PMID=5.1V		1.2		MHz
I <sub>lim</sub>	峰值限流电流	BAT=3.6V		1.3		A
V <sub>PMID</sub>	输出电压精度	25 °C, LP7812CQVF	5.04	5.1	5.16	V
		25 °C, LP7812C46QVF LP7812C46QVF44	4.55	4.6	4.65	V
V <sub>PMID_SCP</sub>	PMID 短路保护阈值	BAT=3.6V, 相对于BAT		-0.5		V
<b>NTC Management</b>						
T <sub>-10</sub>	-10 °C检测阈值	Temperature falling edge threshold	84.0	85.0	86.0	%
		Hysteresis		2		%
T <sub>0</sub>	0 °C 检测阈值	Temperature falling edge threshold	75.5	76.5	77.6	%
		Hysteresis		2		%
T <sub>10</sub>	10 °C 检测阈值	Temperature falling edge threshold	66.0	66.8	67.5	%
		Hysteresis		2		%



符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
T <sub>45</sub>	45 °C 检测阈值	Temperature rising edge threshold	29.0	30.0	31.0	%
		Hysteresis		2		%
T <sub>60</sub>	60 °C 检测阈值	Temperature rising edge threshold	19.0	20.0	21.0	%
		Hysteresis		2		%
耳机充电管理						
EICC	耳机放电限流	R <sub>COMM</sub> =500k, 25 °C	90	100	110	mA
R <sub>ds,on_EAR</sub>	耳机放电管导通阻抗	PMID=5.1V		800		mΩ
EEOC	耳机充电截止检测电流阈值(EEOC)	PMID=5.1V	3	4	5	mA
t <sub>dEEOC</sub>	耳机EEOC消抖时间 <sup>[Note 2]</sup>			400		ms
V <sub>BATUV</sub>	耳机充电欠压保护电压	BAT下降阈值		3.3		V
V <sub>BATUV_H</sub>		BAT上升阈值		3.5		V
I <sub>PUP</sub>	耳机待机上拉电流	BAT=3.6V, 25 °C	1	2	3	uA
V <sub>INSERT</sub>	耳机入仓检测阈值	VIN浮空, BAT=3.8V, BST_EN=0, 相对于BAT		-0.7		V
t <sub>dINSERT</sub>	入仓消抖时间 <sup>[Note 2]</sup>			30		ms
RX, DATA驱动能力						
I <sub>sink</sub>	下拉驱动能力	BAT=3.8V, V <sub>DS</sub> =0.4V	5			mA
I <sub>leak</sub>	引脚漏电				0.1	uA
CTRL/COMM						
V <sub>H</sub>	输入高电平		2.0			V
V <sub>L</sub>	输入低电平				0.4	V

Note 2: 非量产测试数据，由设计提供保证。



## 典型特性曲线

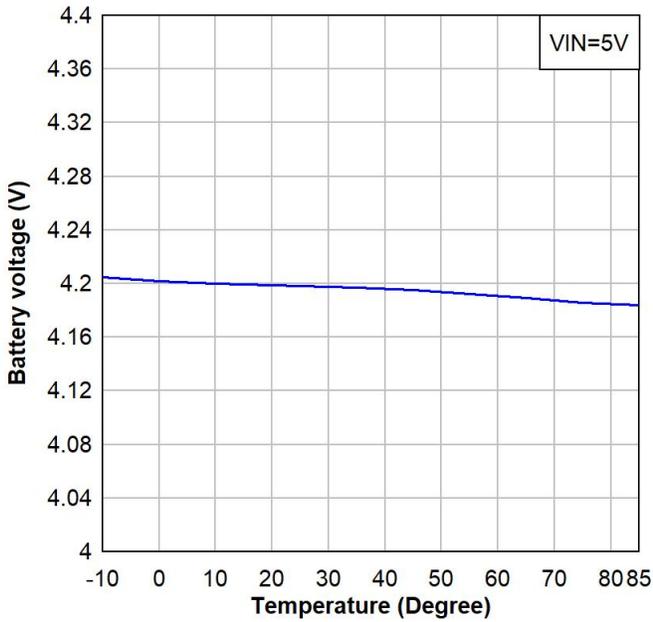


图1. CV 电压 VS. 环境温度

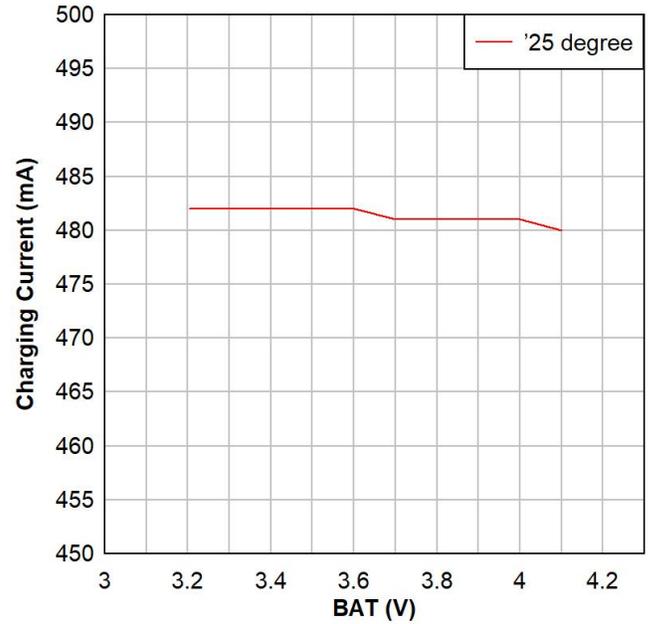


图2. ICC VS. VBAT

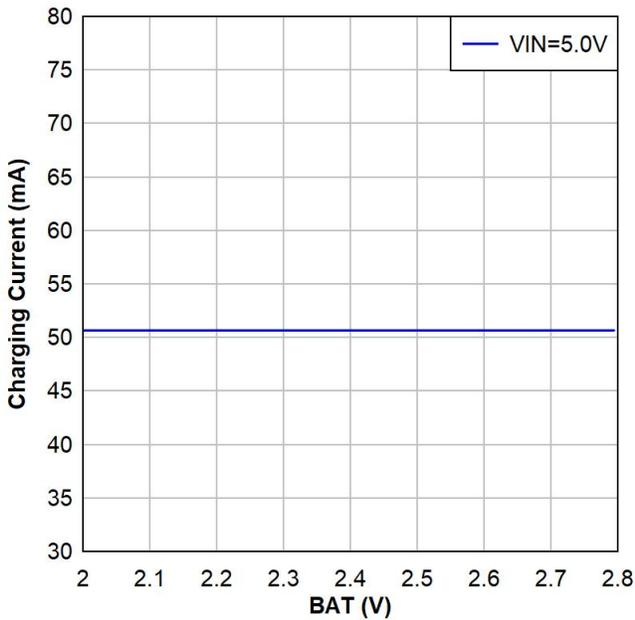


图3. ITRI VS. VBAT

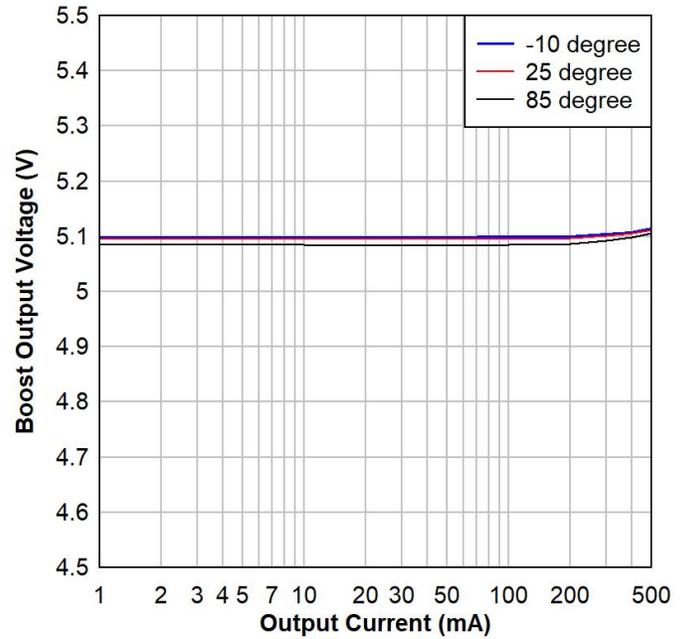


图4. VBST VS. Load Current

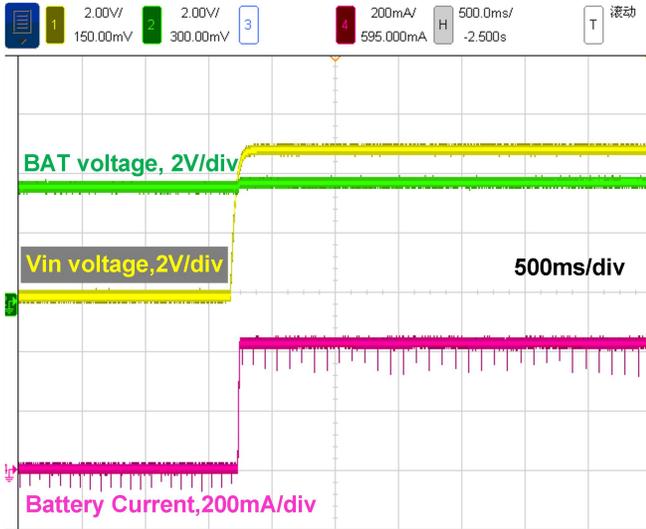


图 5. VIN Power Up

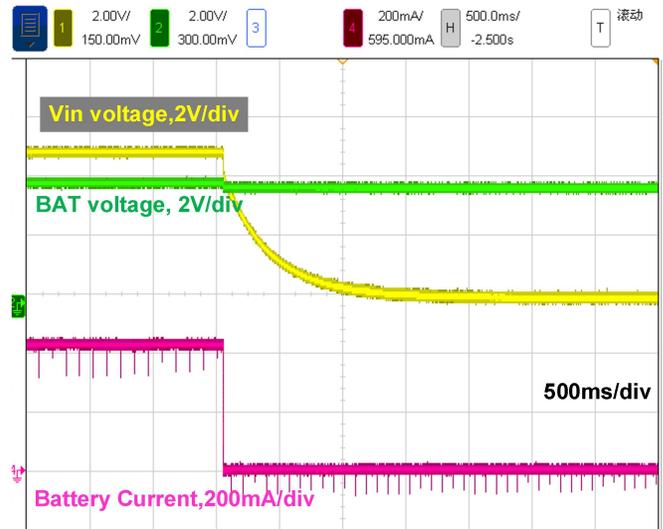


图 6. VIN Power Down

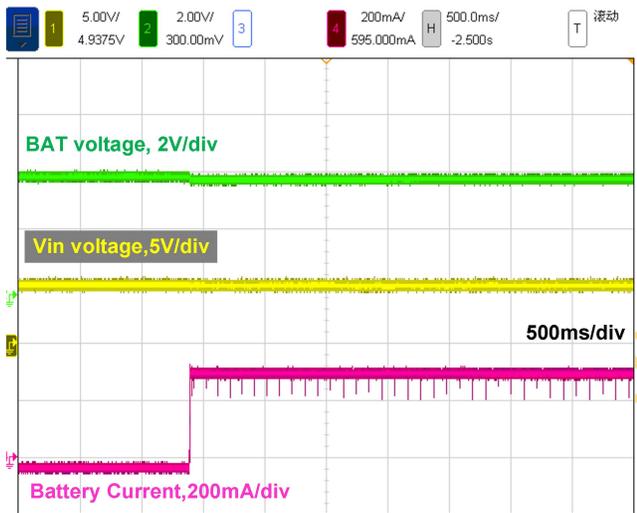


图 7. Battery Insert



图 8. Battery Removal



图 9. VIN OVP and recover

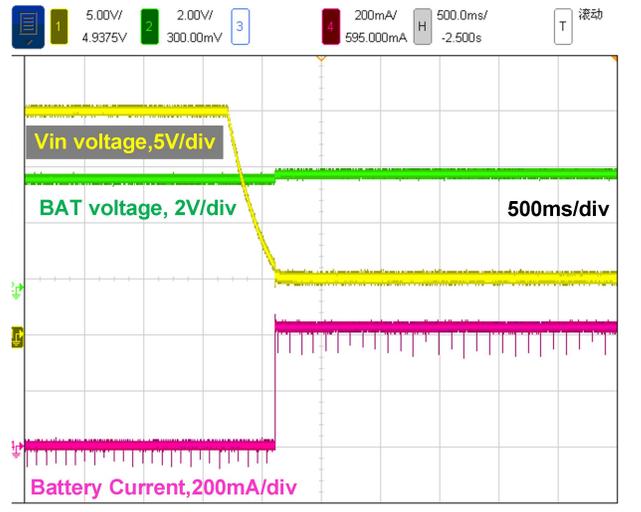


图 10. VIN OVP Release

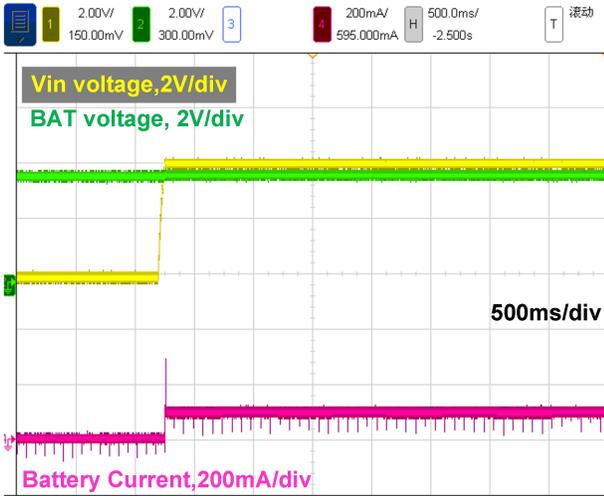


图 11. VIN Based PPM

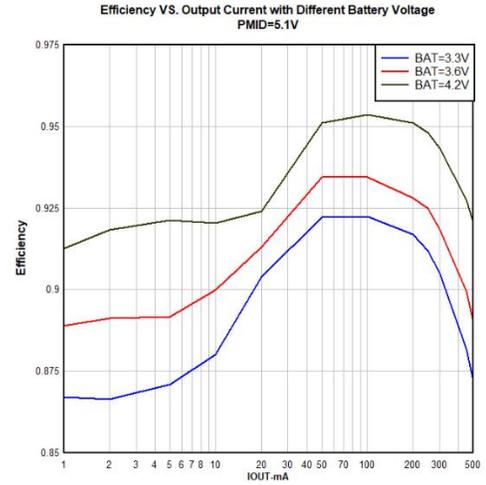


图 12. Boost转换效率

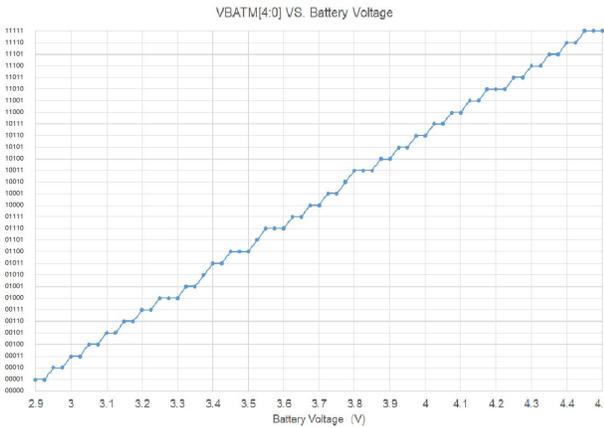
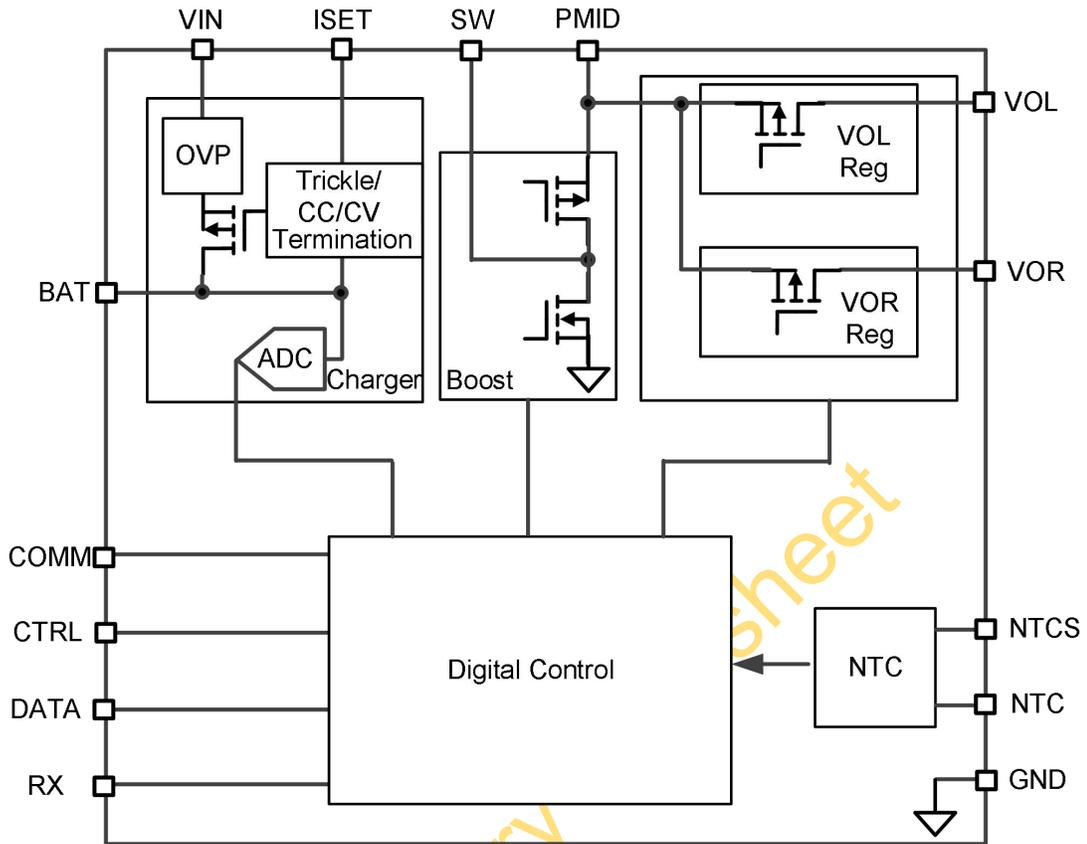


图 13. VBATM[4:0] VS. Battery Voltage

Preliminary Datasheet



## 功能框图





## 功能描述

### 简介

LP7812C是一款高效率的智能TWS充电仓管理IC，集成了充电、放电、NTC和双向通信功能。当电源连接到VIN引脚时，内部线性充电电路将自动启动为充电仓中的电池充电。放电功能包括一个同步升压电路、两路耳机出入仓检测电路和两路耳机充电管理电路。NTC检测电路检测五个温度阈值，控制电池仓充电功能的开启和关闭。双向通信功能支持电池仓给耳机发送高速UART码流，并接收自耳机的会送数据。

### 输入欠压和过压检测

LP7812C实时检测VIN电压，当VIN低于 $V_{IN\_UVLO}$ 或高于过压保护阈值 ( $V_{IN\_OVP}$ ) 时，充电功能将关闭。 $V_{IN\_UVLO}$ 和 $V_{IN\_OVP}$ 的典型迟滞电压均为100 mV。

当输入电压低于 $V_{IN\_OVP}$ 阈值但高于 $V_{IN\_UVLO}$ 阈值时，充电功能恢复正常。

### 电池仓充电管理

LP7812C集成一个线性充电电路给电池仓电池充电，LP7812C具有三种充电模式，即涓流、恒流 (CC) 和恒压 (CV) 模式。一个典型的充电循环如图14所示。

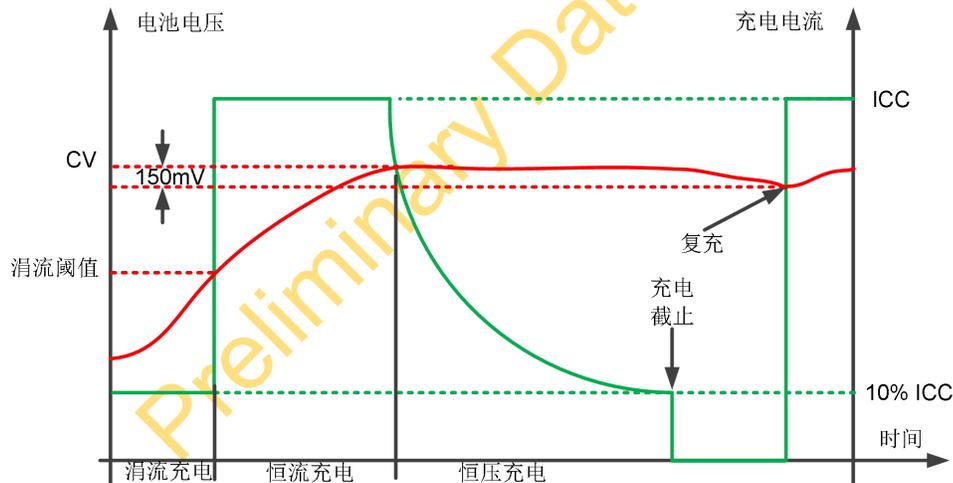


图14. 典型充电波形

当以下所有条件均有效时，线性充电器开始充电：

- 1) 有效的输入电源 ( $V_{IN}$ 电压高于 $V_{IN\_UVLO}$ 但是低于 $V_{IN\_OVP}$ )。
- 2) NTC的范围在0 °C至45 °C之间。

### 涓流充电

涓流充电电压阈值固定为2.8V。当电池电压低于涓流阈值时，LP7812C开始涓流充电。涓流充电电流的典型值固定为CC电流的10%。

### CC充电



当电池电压高于涓流阈值但低于CV阈值时，LP7812C开始CC充电。CC电流可通过ISET引脚的 $R_{ISET}$ 的外部电阻设定。充电电流的计算公式如下：

$$I_{CC} = 480 / R_{ISET} \quad (A)$$

建议的充电电流范围为100mA~800mA。

当温度为0-10 °C时，LP7812C将主动降低至50%的设定值进行充电。

## CV充电

当电池电压升至CV阈值时，LP7812C开始CV充电。在CV阶段，充电电流逐渐减少，直到电池充满。LP7812C默认的CV电压为4.2V。如需其他CV电压，请与微源市场工程师联系。

## 充电终止

当充电电流降至CC电流的10%且电池电压高于4.05V时，电池已充满，LP7812C关闭充电功能。

## 充电复充

电池充满之后，如果USB一直未拔出，当电池电压降至4.05V时，充电功能将自动重新启动，直到再次充满电池为止。

## NTC充电管理

当NTC电路的温度在10 °C到45 °C之间时，LP7812C以 $R_{ISET}$ 电阻设置电流进行CC充电；当温度在0 °C-10 °C之间时，CC电流会自动降低到50% $I_{CC}$ ，以提高电池寿命。如果温度超出了0 °C-45 °C范围，充电功能将被强制关闭直到温度恢复正常。

LP7812C 支持 $\beta=3950$ 的 NTC热阻。阻值可以选择10K 或者100K 。

## 充电热管理：

当芯片结温达到120°C时，LP7812C将降低充电电流以防止芯片过热，直到达到新的温度平衡。

## VIN动态电源管理控制 (DPM)

当输入电源的供电能力不足时，LP7812C可以自动调节充电电流以避免输入电源VIN被拉低。当VIN电压降至VIN\_DPM 阈值 (4.4V典型值) 时，LP7812C会开始降低充电电流，直到VIN电压保持在4.4-V。当VIN高于VIN\_DPM阈值时，充电电流自动恢复到设定值。

## 升压变换器

LP7812C集成一个2- $\mu$ A超低静态功耗升压变换器。升压变换器处于常开模式直到电池低于3.0V。

## 升压转换器工作原理

LP7812C集成一路同步升压变换器，支持最大500mA负载电流输出。LP7812C采用峰值电流控制方式，工作频率在1.2MHz，支持PCB电感和普通绕线电感。

LP7812C支持直通工作模式和升压工作模式，并根据耳机电池电压自动切换。随着耳机充电电流的降低，LP7812C的升压变换器可以自动从PWM 模式转换到PFM模式以提升轻载效率。



LP7812C默认的升压变换器输出电压为5.1V，如需其他电压，请与微源半导体销售工程师联系。

## 短路保护

LP7812C检测PMID电压实现短路和过载保护。当PMID发生短路以后，LP7812C将关闭升压转换器进入打嗝模式。当20ms打嗝时间结束时，升压变换器将重新启动。

## 升压电路欠压保护

当电池电压降低到2.9V时，升压变换器将强制关闭。当BAT电压恢复到3.0V时，升压变换器重新工作。

## 耳机充电

LP7812C集成独立的左右耳机充电电路，包括耳机入仓检测，耳机充电，耳机满电检测以及耳机短路检测等。并由MCU通过CTRL引脚进行控制。

### 耳机入仓检测：

LP7812C通过检测PMID与VOL/VOR引脚电压的压差实现耳机插入检测。在耳机不在仓时，CTRL引脚需要配置成浮空状态，此时PMID输出2- $\mu$ A固定电流到VOL/VOR引脚，当VOL/VOR电压低于PMID 1V以上时，LP7812C识别到耳机入仓并通过DATA引脚发送入仓信号给MCU。MCU收到耳机入仓之后可以与耳机进行双向通信或者启动耳机充电电路。

## 耳机充电

当CTRL引脚被配置成高电平时，LP7812C将开启控制电路给耳机充电。充电过程中，LP7812C将输出一个高精度电流源给耳机充电。其中耳机的充电电流由COMM引脚的外置电阻 $R_{COMM}$ 来设置，对应的公式为：

$$EICC = \frac{1}{R_{COMM}} * 5 * 10^4 \text{ A}$$

推荐的耳机充电电流在20~150mA。

耳机充电过程中，LP7812C持续将芯片状态通过DATA发送给MCU。

## 耳机满电EOC检测

如果左右耳机充电电流都已小于4mA时，LP7812C识别为耳机满电。经过400ms 消抖时间，相应耳机的EOC状态将置位。MCU识别到耳机充满后可以发送电池仓电量数据等给耳机。

## 耳机充电欠压保护

LP7812C集成耳机充电欠压保护功能。当电池电压低于3.3V，LP7812C关闭耳机充电功能直到电压恢复到3.5V以上。

## 耳机短路检测

当左右任一耳机发生短路时，且持续时间超过200ms时，LP7812C中的ESCP状态将置位。MCU收到耳机短路信号后可以关闭耳机充电电路并周期性唤醒MCU以确认耳机短路异常是否已经解除。

## 耳机充电NTC管理

当NTC电路的温度在-10°C到60°C之外时，LP7812C关闭耳机充电功能直到温度恢复到正常。



## 双向通信

LP7812C 通过 DATA 引脚给 MCU 发送数据，MCU 接收到信号以后，通过控制 CTRL 引脚来控制耳机充电或者与耳机通信。

当 CTRL 引脚为高电平，低电平或者 USB 插入时，LP7812C 通过 DATA 给 MCU 发送数据，每隔 300ms 发送一次数据。数据发送完成以后 DATA 引脚处于 HiZ（高阻）态。

MCU 接收到 DATA 数据以后，通过 CTRL 引脚选择不同模式，CTRL 被置为高电平时，LP7812C 给耳机充电。CTRL 被置为低电平时，耳机充电电路被关闭，LP7812C 进入通信模式，来自 COMM 引脚的数据经过电平转换以后在 VOL 和 VOR 引脚同时输出。来自 VOL 或者 VOR 的数据从 RX 引脚传输给 MCU。当 CTRL 被设置为浮空时，LP7812C 为耳机入仓检测状态。

当 CTRL 浮空时，以下任一事件可以让 LP7812C 强制发送数据并唤醒 MCU。

1. 左耳插入。
2. 右耳插入。

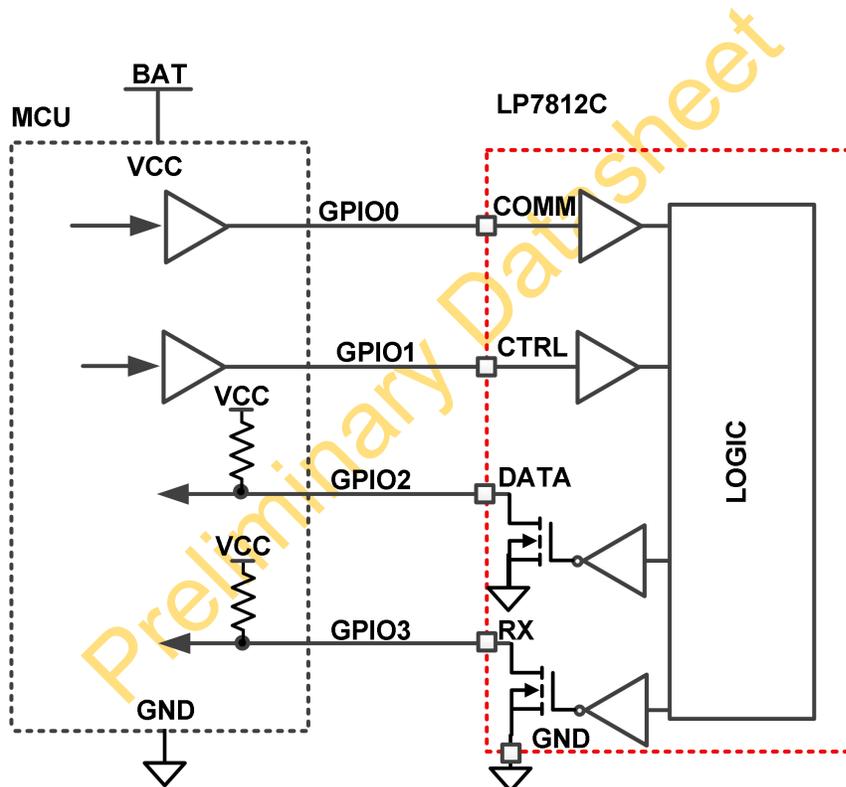


图 15. 双向通信硬件连接示意图

## DATA 引脚单线协议

LP7812C 集成私有单线协议，基于此协议，LP7812C 通过 DATA 输出电池仓状态信号。每个单线通信会话都以一个 PRE\_START 开始，然后是一个启动位、一个 19 位数据帧，最后是一个停止位。19 位数据帧包括 14 位状态码（Code）和 5 位 CRC。每隔 300ms，LP7812C 往 MCU 发送一次数据信号。数据信号每个脉冲周期 1ms。

当电池电压低于 2.95V 时，LP7812C 不再发送 DATA 数据给 MCU，强制进入休眠。电池电压恢复到 3.0V 以后，MCU 可以重新通过控制 CTRL 引脚来获取系统状态数据。

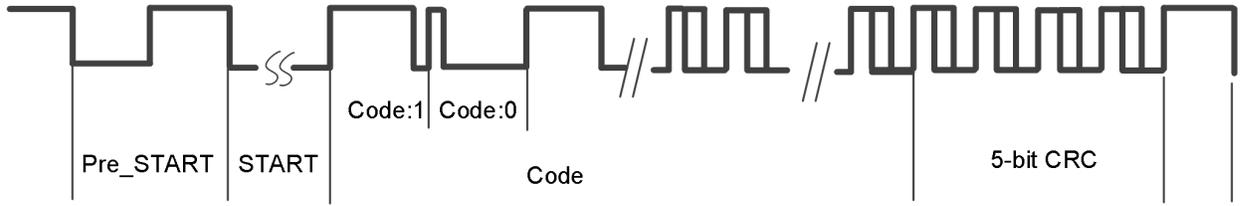


图16. 单线协议格式

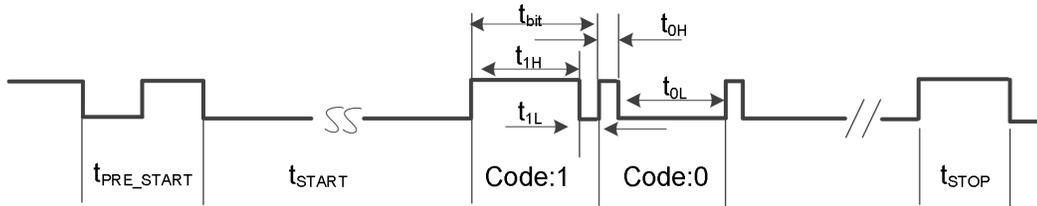


图 17. 单线协议时序

表一. 单线协议时序要求

单线私有协议时序						
Pre_start 时间[Note 2]	$t_{PRE\_START}$	预启动时间	1	2	3	ms
Start bit 时间[Note 2]	$t_{START}$	启动时间	8	10	12	ms
Code bit 时间[Note 2]	$t_{bit}$	1个bit传输时间	0.8	1	1.2	ms
Code '1' high 时间[Note 2]	$t_{1h}$	Code 1 高电平时间	704	880	1056	us
Code '1' low 时间[Note 2]	$t_{1l}$	Code 1 低电平时间	96	120	144	us
Code '0' high 时间[Note 2]	$t_{0h}$	Code 0 高电平时间	96	120	144	us
Code '0' low 时间[Note 2]	$t_{0l}$	Code 0 低电平时间	704	880	1056	us
Stop 时间[Note 2]	$t_{stop}$	Stop 时间 after a rising edge sensed at VIN pin.	0.8	1	1.2	ms

表二. 状态寄存器列表

位	符号	描述	默认值
19	CRC	5bit CRC 校验位, 请联系微源市场工程师获取 CRC 算法。	
18			
17			
16			
15			
14	ESCP	至少一个耳机短路 (仅 CTRL 高电平且 COMM 引脚未被强制拉高电平时有效)	0
13	V_BATM[4]	VBATM[4][3][2][1][0]所代表的电池电压(V):	0



12	V_BATM[3]	00000:2.9, 00001:2.95, 00010:3.0, 00011:3.05, 00100:3.1,	0
11	V_BATM[2]	00101:3.15, 00110:3.2, 00111:3.25, 01000:3.3, 01001:3.35,	0
10	V_BATM[1]	01010:3.4, 01011:3.45, 01100:3.5, 01101:3.55, 01110:3.6,	0
9	V_BATM[0]	01111:3.65, 10000:3.7, 10001:3.75, 10010:3.8, 10011:3.85, 10100:3.9, 10101:3.95, 10110:4.0, 10111:4.05, 11000:4.1, 11001:4.15, 11010:4.2, 11011:4.25, 11100:4.3, 11101:4.35, 11110:4.4, 11111:4.45,	0
8	NTC[2]	000: <-10 °C, 001: -10 °C ~0 °C, 010: 0 °C ~10 °C, 011: 10 °C	0
7	NTC[1]	~45 °C, 100:45 °C ~60 °C, 101/111:>60 °C	1
6	NTC[0]		1
5	R_EOC	1:右耳满电 0: 没有 EOC (仅 CTRL 高电平且 COMM 引脚未被强制拉高电平时有效)	0
4	R_INSERT	1: 右耳插入。0: 没插入 (仅 CTRL 浮空时有效)	0
3	L_EOC	1:左耳满电 0: 没有 EOC (仅 CTRL 高电平且 COMM 引脚未被强制拉高电平时有效)	0
2	L_INSERT	1: 左耳插入。0: 没插入 (仅 CTRL 浮空时有效)	0
1	PGD	1: 有 USB 插入, 0:无 USB	0
0	CHG	0:未充电, 1: 正在充电	0

## 待机模式

当没有USB插入时，且CTRL为浮空状态时时，LP7812C将自动进入待机模式，待机模式下，LP7812C仅消耗7-μA静态电流。当发生以下事件时，LP7812C马上退出待机模式：1) 插入USB； 2) CTRL被设置为高电平或低电平。

## 过温保护

当LP7812C的内部结温度超过150° C时，LP7812C关闭所有功率路径。线性充电器、升压转换器和VOL/VOR都将禁用。当温度降低到130° C，功能恢复正常。



## 应用信息

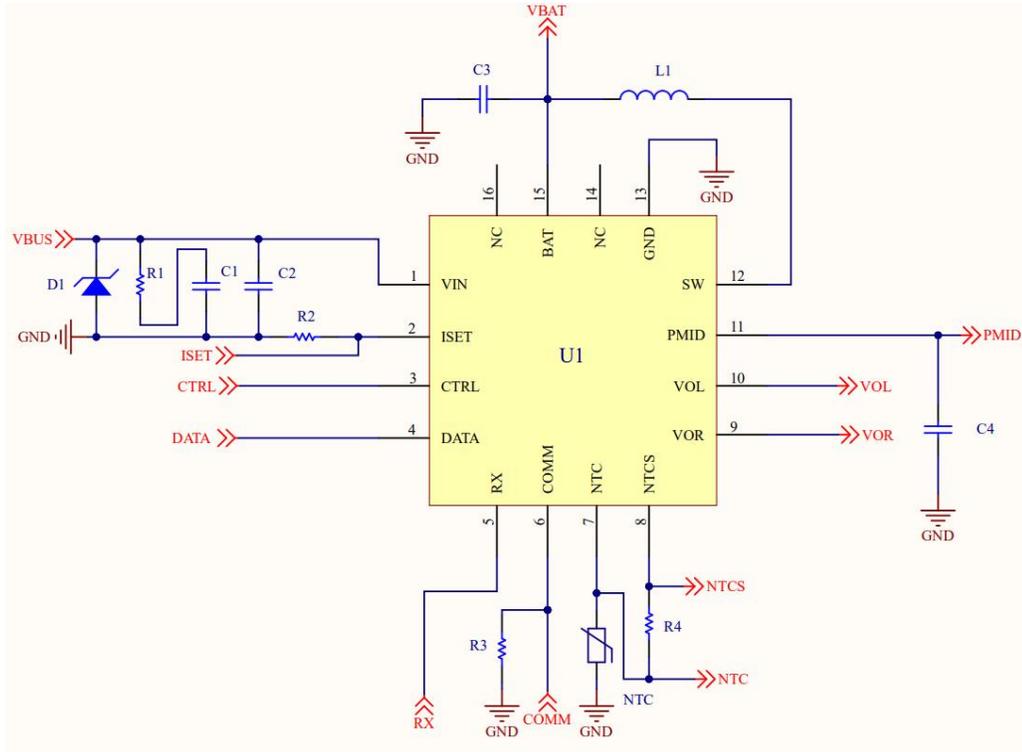


图 18. 典型应用原理图

一个典型的TWS电池仓系统应用包含一颗LP7812C电源管理芯片，一颗MCU，一颗霍尔检测芯片，机械按键KEY以及外围的RLC无源器件。

### 电感电容的配置:

LP7812C的VIN端，BAT端，以及PMID端都需要外置稳压滤波电容。其中VIN端至少需要1uF，BAT以及PMID端至少需要10uF。针对VIN端热插拔，建议增加输入吸收电路，即在C<sub>1</sub>上串联一个1Ω以降低VIN引脚尖峰。所有电容的选择以小封装的陶瓷电容为优先选择，选择时需要注意电容的耐压能力，尤其是VIN输入电容C<sub>2</sub>需要至少有35V的耐压能力。所有电容布局时，都需要尽量靠近芯片的引脚，以降低寄生对芯片噪声的干扰。LP7812C兼容0.24uH-2.2uH电感。优先选择感量为1uH，DCR为30mΩ的电感，以降低电感纹波，提升系统效率。

### 充电电流设计:

LP7812C可以通过外部电阻R<sub>2</sub>来调整充电电流，具体计算方式如下面表达式所示:

$$ICC = \frac{480A * \Omega}{R_2}$$

对于典型的420mA充电电流设计，可以选择 ±1%，1.15kΩ的电阻。

### 耳机充电电流设计:



LP7812C可以通过外部电阻 $R_3$ 来限制耳机充电电流，具体计算方式如下面表达式所示：

$$EICC = \frac{50000A * \Omega}{R_3}$$

对于典型的100mA充电电流设计，可以选择  $\pm 1\%$ ，500k $\Omega$ 的电阻。

## NTC 设计

LP7812C通过检测NTC引脚的电压来检测外部系统温度，NTC电阻建议使用 $\beta=3950$ 的热敏电阻。 $R_4$ 与热敏电阻阻值需要完全匹配，对于典型值为10k $\Omega$ 的热敏电阻， $R_4$ 也请使用10k $\Omega$ 。如果需要调整NTC的温控阈值，可以在热敏电阻上并联一个额外的电阻。

## MCU设计:

LP7812C支持双向通信，RX引脚为双向通信的接收引脚，对于单向通信应用，RX可以悬空。LP7812C的CTRL/COMM/DATA/RX引脚分别与MCU的GPIO相连，其中CTRL 引脚在电池仓待机模式时需要将MCU 的GPIO 配置成模拟输入模式以防止MCU漏电。COMM引脚在待机模式下可以配置输出模式。DATA引脚用于接收电池仓状态，RX引脚用于接收来自VOL/VOR的通信信号。DATA/RX引脚均为开漏输出，与之相连的GPIO 需要配置成输入模式，同时需要配置上拉电阻。

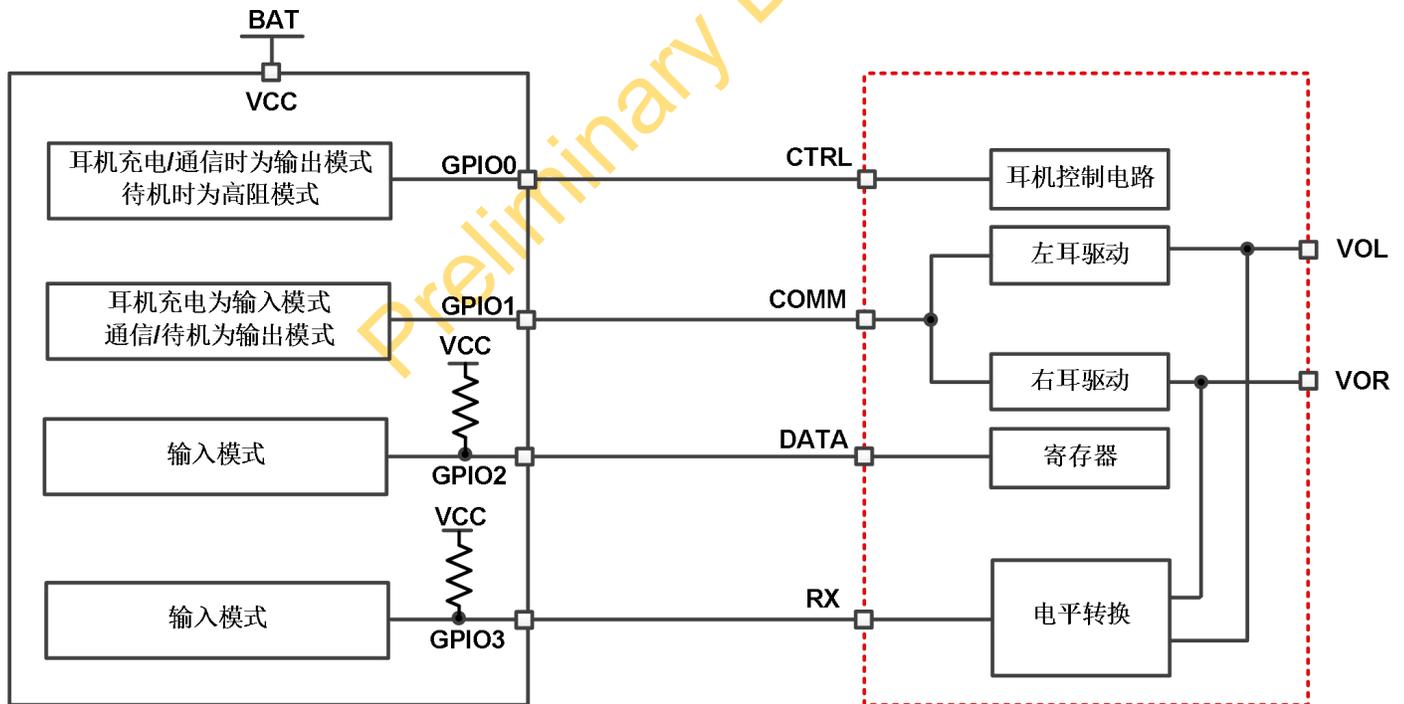


图 19. MCU 连接电路



## PCB 布板指南

1.  $C_2$   $C_3$   $C_4$  必须尽量靠近芯片引脚和 GND 引脚。尤其是 **PMID 电容  $C_4$** ，需要靠近 PMID 和 GND 引脚放置，以约束高频噪声。 $C_4$  和 GND 引脚， PMID 引脚三者形成的环路周长需要保证在 0.5cm 以下。以上所有电容请直接在顶层走线，不要通过通孔走线。
2. 功率路径走线需要尽量宽，以降低线路损耗提升系统效率，如 BAT/PMID/VOL/VOR。作为一个常规设计标准，40mil 宽度和 1oz 铺铜厚度的 PCB 可以持续走 1.5A 电流。
3. 对于 115200bps 通信速率应用，左右耳引脚建议不加电容，以免影响通信速率。
4. 芯片的 thermal PAD 必须良好接地。

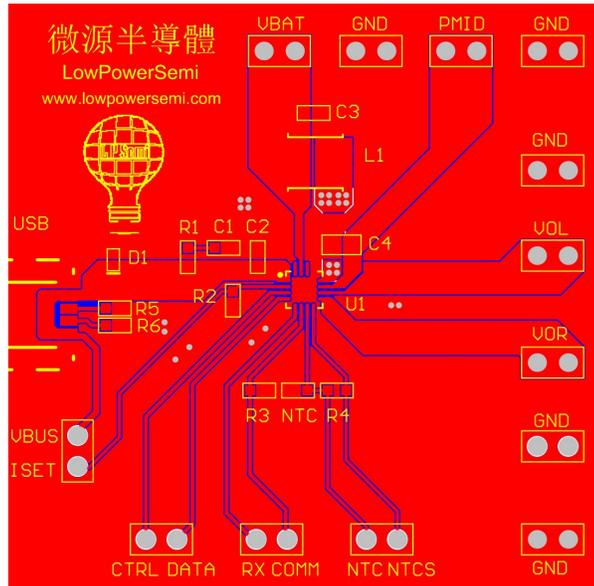


图 20. PCB 参考(顶视图)

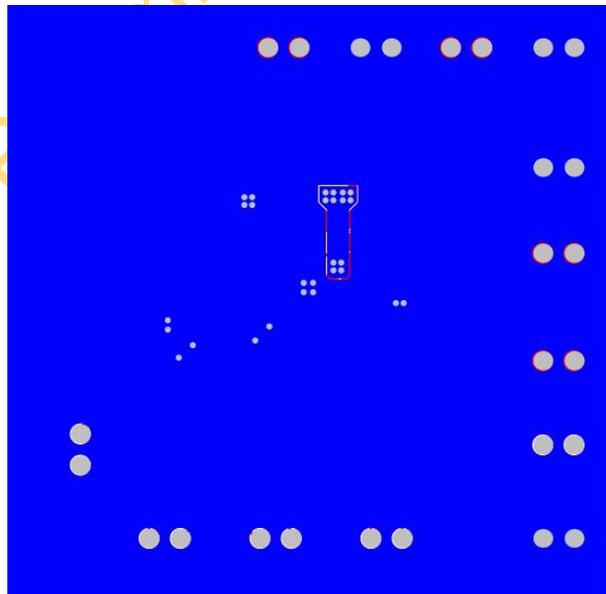
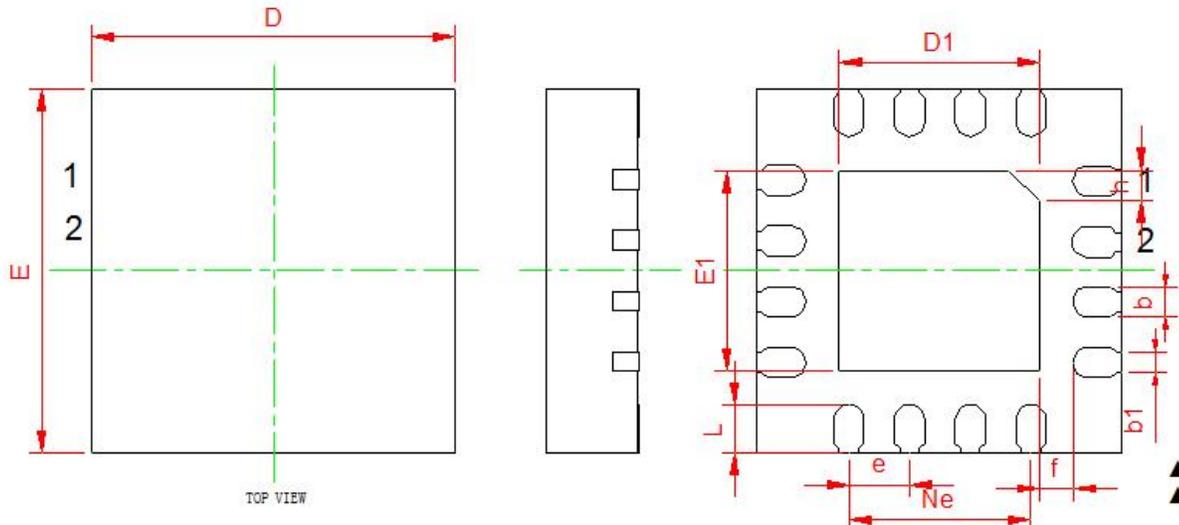


图 21. PCB 参考(顶视图)

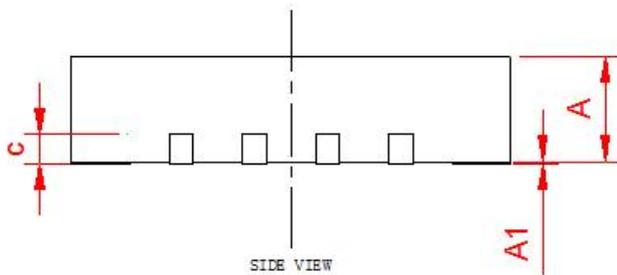


## 封装信息

### 3x3 QFN package



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.020	0.050
b	0.200	0.250	0.300
b1	0.160REF		
c	0.180	0.210	0.240
D	2.900	3.000	3.100
E	2.900	3.000	3.100
D1	1.600	1.650	1.700
E1	1.600	1.650	1.700
e	0.500BSC		
Ne	1.500BSC		
f	0.225	0.275	0.325
h	0.200	0.250	0.300
L	0.350	0.400	0.450





## Revision History

Revision	Date	Change Description
Rev 1p0	3/5/2023	Official Release Version 1.0
Rev 1p1	4/5/2023	1. 增加湿敏等级 2. 图表格式更新 3. 增加 LP7812C46QVF44 以及 LP7812C46QVF。
Rev 1P2	28/11/2024	1. 增加 LP7812CQVF-435

Preliminary Datasheet