

## 一、 概述

XR3327 一款锂电池充放电电源管理 IC，集成了锂电池充电管理，电池升压输出，电池电量判断和 LED 电量指示的集成电源管理 IC。

XR3327 是以开关方式进行充电，包含涓流充电，恒流充电和恒压充电全过程的充电方式，浮充电压精度在全温度范围可达 $\pm 1\%$ ，并且具有充电电流纹波小，充电效率高等优点。

XR3327 的同步升压模块系统，提供 5V/2.4A 的输出，可以提供高达 90% 的升压转换效率，输出电压可达到 $\pm 1\%$ 的精度。

XR3327 具有多重保护设计，包括输入过流、过压、过放、过流保护，输出限流、短路保护，芯片过温保护等。同时芯片端口设计了高性能的 ESD 保护电路，使得芯片具有极高的可靠性。

XR3327 配置了自动识别负载功能，检测到负载自动开启升压输出。

XR3327 目前提供 ESOP8L 的封装形式。

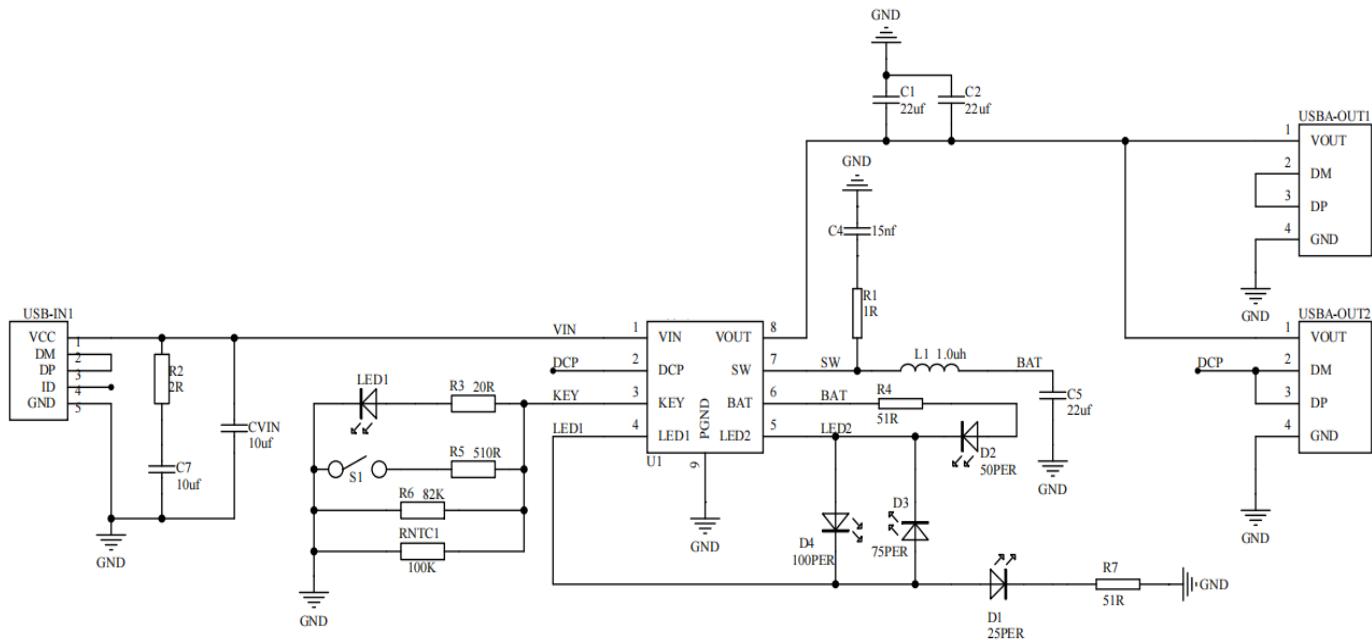
## 二、 产品特点

- ◆ 高度集成，极少的外围元器件
- ◆ 低待机电流 8uA
- ◆ 涓流/恒流/恒压三段式充电
- ◆ 可以实现同步开关充电输入 2.0A@5V
- ◆ 充电浮充电压精度 $\pm 1\%$ ，充饱电压可选择 4.2V 和 4.35V
- ◆ 可以实现同步最大 2.4A@5V 升压输出
- ◆ 软启动功能
- ◆ 整体方案升压最高效率可达 90%
- ◆ 空载检测关断功能
- ◆ 输出线补功能
- ◆ 多种按键模式可选
- ◆ 可选手电扩流功能
- ◆ 集成手机充电电流智能识别 DCP
- ◆ 支持电池 NTC 温度保护
- ◆ 1-4 灯电量显示功能，多种电量显示方式
- ◆ 输出限流保护、短路保护等多重保护设计

## 三、 应用领域

- ◆ 移动电源
- ◆ 平板电脑、手机
- ◆ 其他便携设备

## 四、典型应用电路



## 五、引脚示意图及说明

| ESOP8 (带 DCP 功能) | 引脚名 | 引脚号 | 功能说明             |
|------------------|-----|-----|------------------|
| VIN              | 1   |     | 电源输入脚            |
| DCP              | 2   |     | 接 USBA D+ D-     |
| KEY              | 3   |     | 按键引脚/NTC 检测脚     |
| LED1             | 4   |     | LED 指示输出 1       |
|                  | 5   |     | LED 指示输出 2       |
| BAT              | 6   |     | 电池正端检测脚          |
|                  | 7   |     | 电感驱动脚, 功率管漏端     |
| OUT              | 8   |     | 芯片输出引脚, 功率 P 管源端 |
| PGND             | EP  |     | 芯片功率地, 功率 N 管源端  |

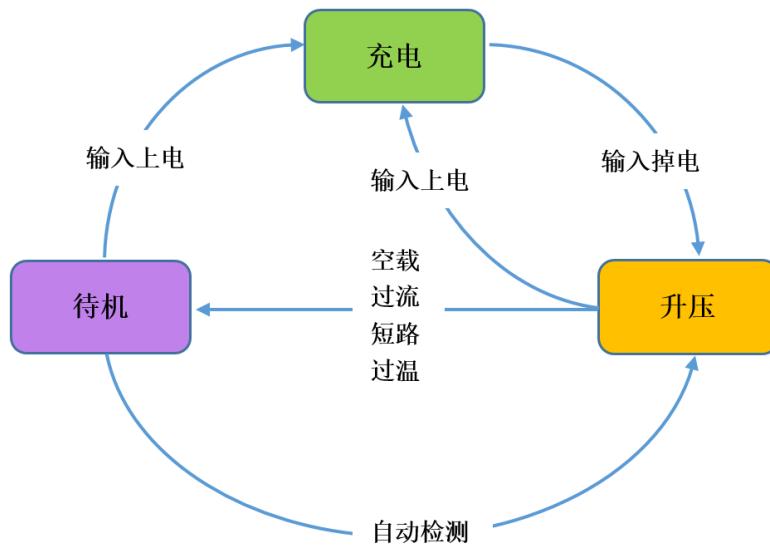
## 六、 极限参数

| SYMBOL     | ITEMS          | VALUE   | UNITS |
|------------|----------------|---------|-------|
| $V_{IN}$   | 输入电压           | -0.3~6  | V     |
| $V_{OUT}$  | 输出电压           | -0.3~6  | V     |
| $V_{LED}$  | LED/LED1 端口电压  | -0.3~6  | V     |
| $T_J$      | 工作结温范围         | -40~130 | °C    |
| $T_{ST}$   | 储存温度           | -55~150 | °C    |
| $M_{ST}$   | 储存湿度           | <30%    |       |
| $T_{LEAD}$ | 引脚焊接温度(10 Sec) | 300     | °C    |

## 七、 推荐工作状态

| SYMBOL   | ITEMS    | VALUE     | UNITS |
|----------|----------|-----------|-------|
| $V_{IN}$ | 推荐输入电压   | 4.75~5.25 | V     |
| $T_{OP}$ | 推荐工作环境温度 | 0~85      | °C    |

## 八、状态转换图



## 九、功能描述

| SYMBOL              | ITEMS        | CONDITIONS                    | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---------------------|--------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-------|
| I <sub>Q</sub>      | 待机功耗         | V <sub>BAT</sub> = 4.2V, 待机模式 |     | 9   |     | uA    |
| R <sub>ON-REV</sub> | 防反管导通电阻      |                               |     | 80  |     | mΩ    |
| R <sub>ON-TS</sub>  | 高边 PMOS 导通电阻 |                               |     | 40  |     | mΩ    |
| R <sub>ON-BS</sub>  | 底边 NMOS 导通电阻 |                               |     | 30  |     | mΩ    |

### ◆ 充电管理

#### 1. 充电功能

芯片采用开关方式对电池进行涓流、恒流、恒压三段式充电。当电池电压低于 V<sub>TRKL</sub> 时进行涓流充电；当电池电压高于 V<sub>TRKL</sub> 时进行恒流充电；当电池电压接近 V<sub>BAT-REG</sub> 时进行恒压充电，此时充电电流开始逐渐减小，当电流减小到 I<sub>FULL</sub> 时，判断电池已经充饱，芯片终止充电，待电池电压降低到 V<sub>RECHG</sub> 后进行再次充电(复充功能)。

#### 2. 充饱电压设定

芯片默认充饱电压为 4.20V，内部烧写可设置为 4.35V。

#### 3. 充电软启动功能

当电池直接进入恒流充电时，芯片会控制充电电流逐渐增大到设定值，避免了瞬间大电流冲击引起的各种问题。

#### 4. 充电边充边放功能

芯片支持边充边放，边充边放时会自动调节充电电流大小，来适应不同的负载情况，不拉挂适配器。

#### 5. 输入过压保护

输入电压过高，超过 V<sub>IN-OVP</sub> 时，芯片会控制关闭 USB 输出，防止接在 USB 的便携设备因为过压而损坏，输入电压正常后状态解除。

| SYMBOL                                       | PARAMETER            | CONDITIONS  | MIN          | TYP           | MAX          | UNITS    |
|--|----------------------|---|--------------|---------------|--------------|----------|
| I <sub>CC-CHG</sub>                          | 芯片工作电流               | V <sub>IN</sub> =5V 充电状态, 空载, 指示灯熄灭, 不接电池                   |              | 2.5           |              | mA       |
| V <sub>UVLO-RS</sub><br>V <sub>UVLO-DN</sub> | 电源欠压门槛               | V <sub>IN</sub> 从低到高<br>V <sub>IN</sub> 从高到低                |              | 4.4<br>3.6    |              | V<br>V   |
| V <sub>BAT-REG</sub>                         | 浮充门槛电压               | 芯片默认<br>内部烧写设置  | 4.16<br>4.31 | 4.20<br>4.35  | 4.24<br>4.39 | V<br>V   |
| V <sub>REV</sub>                             | V <sub>IN</sub> 防反门槛 | V <sub>IN</sub> 从低到高<br>V <sub>IN</sub> 从高到低                |              | 143.6<br>87.5 |              | mV<br>mV |
| I <sub>VIN-CHG</sub>                         | 恒流充电电流               | V <sub>IN</sub> =5V<br>V <sub>BAT</sub> > V <sub>TRKL</sub> | 1.8          | 2             | 2.2          | A        |
| I <sub>TRKL</sub>                            | 涓流充电电流<br>(BAT 端)    | 芯片默认 V <sub>IN</sub> =5V                                    | 180          | 200           | 220          | mA       |
| I <sub>FULL</sub>                            | 充电判饱电流               | V <sub>IN</sub> =5.0V                                       |              | 300           |              | mA       |
| V <sub>TRKL</sub>                            | 涓流转恒流<br>迟滞电压        | V <sub>BAT</sub> 从低到高<br>V <sub>BAT</sub> 从高到低              |              | 3.00<br>2.70  |              | V<br>V   |
| V <sub>RECHG</sub>                           | 复充门槛电压<br>迟滞电压       | V <sub>BAT</sub> 从低到高<br>V <sub>BAT</sub> 从高到低              |              | 4.05<br>3.95  |              | V<br>V   |
| V <sub>IN-OVP</sub>                          | 输入过压保护电压<br>迟滞电压     | 输入电压从低到高<br>输入电压从高到低  |              | 5.8<br>5.61   |              | V<br>V   |
| f <sub>SW-CHG</sub>                          | 充电开关工作频率             |   |              | 500           |              | KHz      |

### ◆ 升压功能

XR3327 具有同步升压功能, 可提供最大 5V/2.4A 升压输出。启动升压时, 如果电池电压低于 V<sub>BSTL</sub> 时, 芯片将判断为电池电量不足, 停止启动升压。当 V<sub>IN</sub> 大于 V<sub>UVLO-RS</sub> 时, 系统检测到输入上电, 自动开启升压电路; 当 V<sub>IN</sub> 电压低于 V<sub>UVLO-DN</sub> 时, 系统将判断为电源适配器掉电, 并启动升压电路。

#### 1. 升压软启动功能

芯片有升压软启动功能, 在启动升压时, 峰值电流会逐渐增加, 保证系统工作的稳定。

#### 2. 按键功能

待机状态单击按键可进入升压放电状态, 此时芯片控制电池对负载充电, 双击按键关闭升压。

#### 3. 自动检测负载升压

XR3327 具有自动检测负载升压功能; 负载接入自动启动升压, 负载移除进入休眠状态。

#### 4. 输出过流保护

当负载电流增大, 使输出电压低于 V<sub>LOAD-OCP</sub>, 且维持时间超过 T<sub>OCP-OFF</sub>, 则系统启动负载过流保护功能, 芯片关闭升压, 经过一段时间后进入待机状态。

#### 5. 输出短路保护

当负载短路时, 芯片进入短路判断状态, 若短路移除则芯片重新启动升压, 若经过 T<sub>STP-DLY</sub> 时间后短路状态仍未解除, 则芯片关闭输出进入待机状态。

#### 6. 低电量提示功能

当电池电压已经低于 V<sub>LED-LOWB</sub> 后, 放电灯开始闪烁, 表示系统内部电池电量不足, 需要充电。电池继续放电, 当电压低于 V<sub>BST-UVLO</sub> 时, 升压系统关闭, 延时 T<sub>P-OFF</sub> 后, 系统进入待机状态。

| SYMBOL                 | PARAMETER          | CONDITIONS   | MIN        | TYP | MAX | UNITS |
|------------------------|--------------------|--|------------|-----|-----|-------|
| I <sub>CC_BST</sub>    | 芯片空载工作电流           | V <sub>BAT</sub> =4.2V,<br>I <sub>LOAD</sub> =0, 指示灯熄灭           |            | 219 |     | uA    |
| I <sub>CC_BST_ON</sub> | 常开模式空载工作电流         | V <sub>BAT</sub> =4.2V,<br>I <sub>LOAD</sub> =0, 指示灯熄灭, 无 NTC 电阻 |            | 9   |     | uA    |
| V <sub>OUT-NL</sub>    | 空载输出电压             | I <sub>LOAD</sub> =0   | 5.1        |     |     | V     |
| V <sub>LOAD-OCP</sub>  | 输出过载保护电压           |  | 4.2        |     |     | V     |
| T <sub>OCP-OFF</sub>   | 输出过载保护时间           |  | 32         |     |     | mS    |
| T <sub>STP-DLY</sub>   | 输出短路保护恢复时间         |  | 1          |     |     | s     |
| I <sub>NOLOAD</sub>    | 空载判断电流             | V <sub>BAT</sub> =3.7V   | 120        |     |     | mA    |
| T <sub>NOLOAD</sub>    | 空载关闭放电指示灯时间        | I <sub>LOAD</sub> < I <sub>NOLOAD</sub>                          | 8          |     |     | s     |
| V <sub>BSTL</sub>      | 升压空载启动最低电压         |  | 3.21       |     |     | V     |
| V <sub>BST-UVLO</sub>  | 放电时关机电压            |  | 2.93       |     |     | V     |
| V <sub>LED-LQWB</sub>  | 放电电量低提示电压          | 电池从低到高<br>电池从高到底   | 3.5<br>3.2 |     |     | V     |
| F <sub>LED-LQWB</sub>  | 放电低电量灯指示闪烁频率       |  | 2          |     |     | Hz    |
| f <sub>SW_BST</sub>    | 升压开关工作频率           |  | 1000       |     |     | KHz   |
| T <sub>P-OFF</sub>     | 关闭升压系统后进入待机状态的延时时间 |  | 500        |     |     | mS    |

### ◆ 按键/照明灯/NTC

XR3327 的按键、照明灯驱动、NTC 温度检测是采用分时复用的方式实现的，如下图。

XR3327 可识短按按键、双击短按和长按按键操作：

短按单击：按键持续时间长于 36ms，但小于 1s，即为短按动作，短按会打开电量显示灯和升压输出。

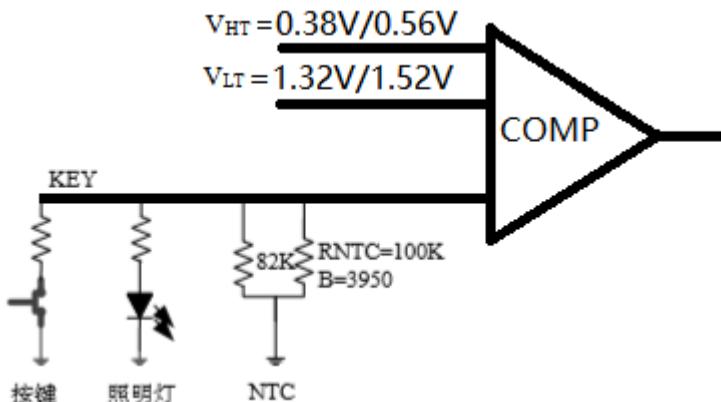
双击：两个单击按键时间间隔小于 512ms，则产生双击信号。

长按：按键持续时间长于 1s，即为长按动作，长按会开启或者关闭照明 LED。

超短按：小于 36ms 的按键动作不会有任何响应。

XR3327 集成了 NTC 功能，可以检测电池温度；在正常工作的时候 NTC 端口输出 20uA 的电流，同时以检测 NTC PIN 脚的电压来判断当前电池的温度。其中 NTC 电阻：R<sub>NTC</sub> = 100K 热敏指数B(25/50)=3950，与 NTC 电阻并联的调整电阻为 R1=82K。

NTC 门槛电压计算公式：V=20uA\*(R1//R<sub>NTC</sub>)



按键、照明灯、NTC 示意图

在充电状态下： NTC PIN 检测到电压为 1.32V 时代表电池低温 0 度， 停止对电池充电；

NTC PIN 检测到电压为 0.56V 时代表电池中温 45 度， 停止对电池充电；

在放电状态下： NTC PIN 检测到电压为 1.52V 时代表电池低温-15 度， 停充对对外放电；

NTC PIN 检测到电压为 0.38V 时代表电池高温 60 度， 停止对对外放电。

常 **XR3327** 检测到按键按下时，会维持按键按下前的 NTC 检测到的结果，按键松开后 NTC 检测恢复正常

- 1) 默认有 NTC 功能，WTP 端口需要接 NTC 电阻（82K 并联 NTC 电阻， $R_{NTC}=100k$ ），如果不需 要 NTC 功能时，可以在 WTP 端口直接接 51k 电阻，不接放电会出现异常；此时待机电流为 30uA。
- 2) 如果内部烧写已选无 NTC 功能，则 WTP 端口不需要接 51k 电阻，此时如果接了 51K 电阻，按 键功能会出现错误异常，这种烧写选择的无 NTC 功能可将待机静态电流降低到 9uA；
- 3) NTC 需要烧写修正 WTP 端电流，最小步长 0.5uA

|        | 低温门槛 ( $V_{LT}$ ) | 高温门槛 ( $V_{HT}$ ) | 备注 |
|--------|-------------------|-------------------|----|
| 充电电池过温 | 1.32 (0°C)        | 0.56 (45°C)       |    |
| 升压电池过温 | 1.52 (-15°C)      | 0.38 (60°C)       |    |

## ◆ 温度保护功能

### 1. 芯片限温保护

芯片充电时，当内部温度超过  $T_{LIM\_CHG}$  时，芯片进入限温保护状态，芯片进入限温保护状态，开始 限制充电电流；芯片放电时，当芯片内部温度超过  $T_{LIM\_PWM}$  时，芯片开始限制放电电流，减小输出电 压。

### 2. 芯片过温保护

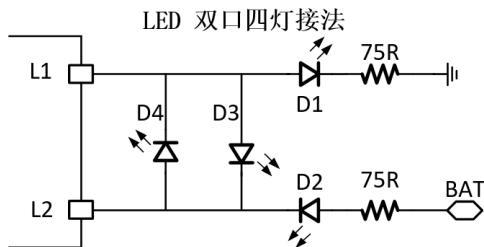
如果芯片工作时温度超过  $T_{OTP}$ ，则关闭充电电路和内部升压 MOS，待温度降低后恢复充电 电路，但升压电路不恢复，需要再次启动。

| SYMBOL         | PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|----------------|-----------|------------|-----|-----|-----|-------|
| $T_{LIM\_CHG}$ | 充电保护温度    |            |     | 106 |     | °C    |
| $T_{LIM\_PWM}$ | 放电保护温度    |            |     | 114 |     | °C    |
| $T_{OTP}$      | 过温保护温度    |            |     | 130 |     | °C    |

◆ 指示灯显示方式

1. 二端口驱动 LED

a) 四灯接法



二端口驱动 LED 的外围接法 4 颗灯端口连线图

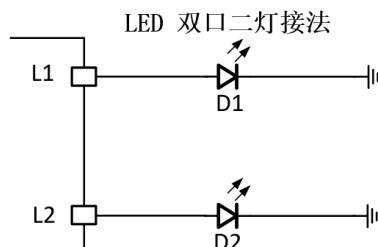
二端口驱动 4 颗 LED 放电电量显示

| 电量 C (%)             | D1    | D2 | D3 | D4 |
|----------------------|-------|----|----|----|
| $C \geq 75\%$        | 亮     | 亮  | 亮  | 亮  |
| $50\% \leq C < 75\%$ | 亮     | 亮  | 亮  | 灭  |
| $25\% \leq C < 50\%$ | 亮     | 亮  | 灭  | 灭  |
| $3\% \leq C < 25\%$  | 亮     | 灭  | 灭  | 灭  |
| $0\% < C < 3\%$      | 2Hz 闪 | 灭  | 灭  | 灭  |

二端口驱动 4 颗 LED 充电电量显示

| 电量 C (%)             | D1    | D2    | D3    | D4    |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 充满                   | 亮     | 亮     | 亮     | 亮     |
| $C \geq 75\%$        | 亮     | 亮     | 亮     | 1Hz 闪 |
| $50\% \leq C < 75\%$ | 亮     | 亮     | 1Hz 闪 | 灭     |
| $25\% \leq C < 50\%$ | 亮     | 1Hz 闪 | 灭     | 灭     |
| $0\% < C < 25\%$     | 1Hz 闪 | 灭     | 灭     | 灭     |

b) 二灯接法

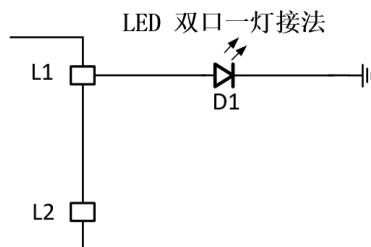


二端口驱动 LED 的外围接法的 2 颗灯端口连线图

### 二灯口驱动 2 颗 LED 模式状态显示

| 状态 |      | LED1 端口 | LED2 端口 |
|----|------|---------|---------|
| 充电 | 充电过程 | 亮       | 灭       |
|    | 充满   | 灭       | 灭       |
| 放电 | 低电量  | 灭       | 亮       |
|    |      |         | 2Hz 闪   |

c) 一灯接法



二端口驱动 LED 的外围接法的 1 颗灯端口连线图

### 二灯口驱动 1 颗 LED 模式状态显示

| 状态 |      | LED1 端口 |
|----|------|---------|
| 充电 | 充电过程 | 1Hz 闪   |
|    | 充满   | 亮       |
| 放电 | 正常放电 | 亮       |
|    | 低电量  | 2Hz 闪   |

#### 充电跑马功能:

在 4 颗灯的充电电量显示中, LED 有跑马灯显示方式。即电量灯依次亮起。如果电池电压低于 2.5V 左右时为 D1 单灯闪,超过后跑马一圈再回到电量单灯闪状态。

|             | D1       | D2       | D3       | D4       |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 跑马前灯的状态     | 闪 (1Hz)  | 灭        | 灭        | 灭        |
| 跑马第一个 512ms | 亮 (0.5S) | 灭        | 灭        | 灭        |
| 跑马第二个 512ms | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) | 灭        | 灭        |
| 跑马第三个 512ms | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) | 灭        |
| 跑马第四个 512ms | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) | 亮 (0.5S) |
| 跑马第五个 512ms | 灭 (0.5S) | 灭 (0.5S) | 灭 (0.5S) | 灭 (0.5S) |
| 跑马后灯的状态     | 闪 (1Hz)  | 灭        | 灭        | 灭        |

## ◆ 其他功能

### 1. 电池内阻补偿功能

电路设计有补偿电池内阻的功能。可跟随实际电流大小补偿由于电池内阻造成的电池电压偏差，修正电量显示的精度，防止出现电量灯判断错误。

### 2. DCP 功能

XR3327 集成了手机充电智能识别功能，当连接上手机设备时，将自动为其切换 D+和 D-线路连接，使得手机充电电流适配到最大值，加快手机的充电速度。

XR3327 支持苹果，三星以及 BC1.2 接口规范的 D+, D-切换，默认 D+=2.7V, D-=2.7V

支持 D+应用 2.7V 电压，D-应用 2.7V 电压的苹果 2.4A 充电端口

支持 D+D-短接的 USB 专用充电端口

### 3. 可选功能

XR3327 针对客户不同使用条件，内置了一些可选功能，具体功能情况及索样需求请咨询我司业务及工程人员

| 功能       | 可选功能 A                        | 可选功能 B                        | 可选功能 C                      | 可选功能 D                   |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 充电电流设定   | 2A                            | 1A                            |                             |                          |
| 充饱电压选择   | 4.2V                          | 4.35V                         |                             |                          |
| 常开模式     | 默认模式                          | 升压常开模式                        |                             |                          |
| 自动检测下拉设定 | 有                             | 无                             |                             |                          |
| 放电灯模式选择  | 升压带载后指示灯<br>亮 8S 后熄灭          | 升压带载后指示灯<br>常亮                |                             |                          |
| LED 显示选择 | 2LED 灯口驱动                     |                               |                             |                          |
| 按键模式     | 单击开启升压<br>双击关闭升压<br>长按关闭/开启手电 | 单击开启升压<br>双击关闭/开启手电<br>长按关闭升压 | 单击开启升压<br>双击蓝牙<br>长按关闭/开启手电 | 单击开启升压<br>双击蓝牙<br>长按关闭升压 |

## 十、 应用说明

### 1. 电容的选择:

VIN/OUT、CBAT 电容为滤波电容，可使用陶瓷电容，耐压选择 10V，优先增大 Cout(C1,C2,C3) 和 CBAT(C5) 会使系统更加稳定；

其中 VIN 端有 2 种电容方案：1、只将 R2 与 C7 串联接入；2、只接入 CVIN。以上两种方案，请根据功能需求选择。

如果针对输出更大电流的方案，要将电容值相应增大。任何情况下，选择质量较差的电容都可能会引起整个系统性能下降，使用寿命缩短，甚至无法正常工作，所以请慎重选择电容。

### 2. 电感 L1 的选择:

推荐使用屏蔽电感，也可使用非屏蔽电感降低成本。建议电感值取值 1uH。

### 3. 升压带载测试:

因为芯片增加了两级短路保护，所以对升压带载测试时有一定要求：

如果 OUT 接大电容负载（某些型号的负载仪电容非常大），有可能误判短路保护。用电压源模拟电池时，各种型号电源的瞬态响应不同，电源线的阻抗也可能比较大，在升压带 CC 或 CR 负载或者带负载启动时，也有可能出现短路保护的情况。实际应用时，由于接的是电池，CC 或 CR 的情况会改善。

## 十一、 PCB 布局注意事项

### 1. 大电流回路

大电流回路指开关时走大电流的器件和走线，在此系统中由 L1, CBAT(C5), Cout(C1) 及他们之间的连线构成，他们的布线要尽量宽和短，高频开关（电流不连续）通路不要过通孔，即 L1, CBAT, Cout 必须在 PCB 的同一面，且要放在一起。灯和按键走线要远离 SW 和电感，以免受到干扰。

### 2. OUT 和 GND(PGND)

芯片的 OUT 和 GND 引脚分别是芯片驱动部分的电源和地，在开关工作时会有瞬间大电流流入和流出，因此画 PCB 时 Cout 要尽量靠近芯片的 OUT 和 GND 引脚，OUT 和 GND 分别单独引宽线到 Cout 的正端和负端，中间不能穿过大电流回路，布线尽量宽和短，尽量不要过通孔。Cout 的负端，CBAT 的负端，GND 尽量靠近，不要过孔。

### 3. 电容摆放

所有电容必须紧靠芯片摆放

### 4. BAT 引脚

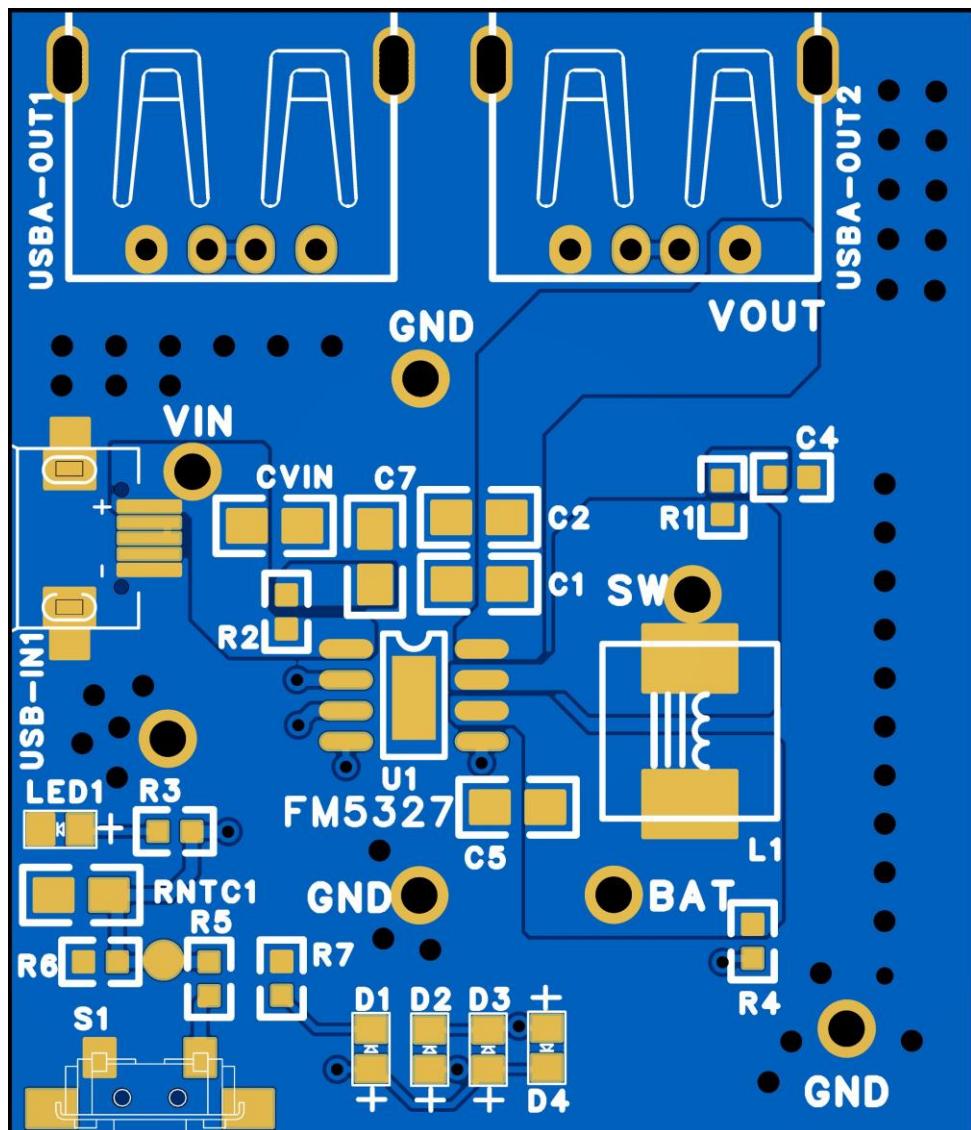
充电情况下 BAT 会提供最大 3A 左右电流给电池，所以 BAT 到电池的走线不宜太细。

### 5. KEY 端走线

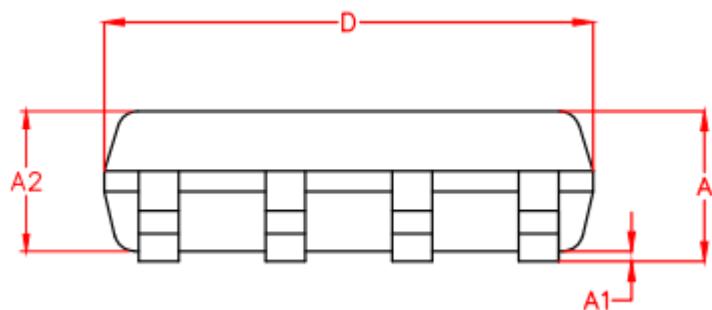
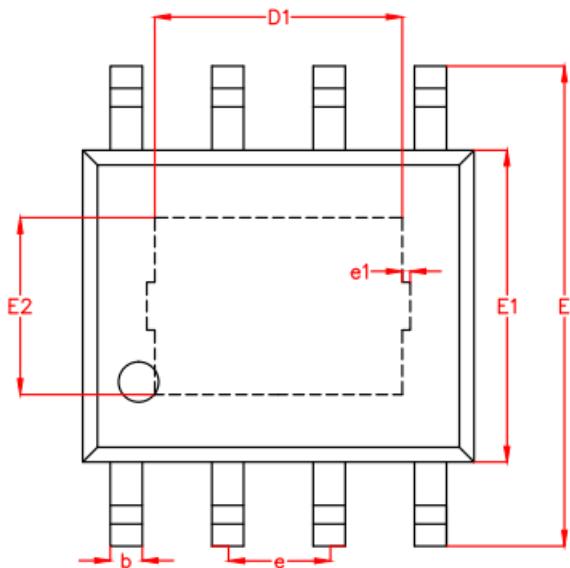
WTP 走线注意绕开电感 L1，以免受到干扰。

### 6. LAYOUT 示意图（接下页）

(接上页)



## 十二、封装信息：ESOP8L



| SYMBOL | MIN  | NOM  | MAX  | SYMBOL | MIN  | NOM  | MAX  |
|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| A      | 1.38 | 1.50 | 1.60 | E      | 5.80 | 6.00 | 6.20 |
| A1     | 0.03 | 0.10 | 0.15 | E1     | 3.85 | 3.90 | 3.95 |
| A2     | 1.35 | 1.40 | 1.45 | E2     | 2.18 | 2.28 | 2.38 |
| A3     | 0.55 | 0.60 | 0.65 | e      | 1.22 | 1.27 | 1.32 |
| b      | 0.35 | 0.40 | 0.45 | e1     | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| c      | 0.19 | 0.22 | 0.25 | L      | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| D      | 4.85 | 4.90 | 4.95 | L1     | 1.00 | 1.05 | 1.10 |
| D1     | 3.07 | 3.17 | 3.27 | θ      | 0°   | 4°   | 8°   |