



## 一、概述

FM5011HB 是一款应用于移动小风扇，集成了锂电池充电管理，三种档位电压输出和相应状态 LED 指示，以及电池电量显示的集成电源管理 IC。

FM5011HB 是以线性方式进行充电，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 $\pm 1\%$ 。

FM5011HB 的 DC-DC 升压可达到 $\pm 3\%$ 的精度，可以提供高达 90%的升压转换效率，延长电池使用时间。

FM5011HB 可支持 2 个按键控制及手电筒功能，同时配置了 3 个 LED 驱动端口，可驱动 5 个 LED 显示工作状态，包括放电升压 1 档 2 档 3 档和充电、充电指示灯。

FM5011HB 放电驱动小风扇的输出电压有两种组合，分别为：4.7V/5.5V/6.5V 和 5.2V/7.2V/9.1V

FM5011HB 具有多重保护设计，包括负载过流保护，软启动保护，输入过压保护，输出短路保护，芯片温度保护等。同时芯片端口设计了高性能的 ESD 保护电路，使得该款芯片具有极高的可靠性。

FM5011HB 目前提供 eSOP8L 的封装形式。

## 二、产品特点

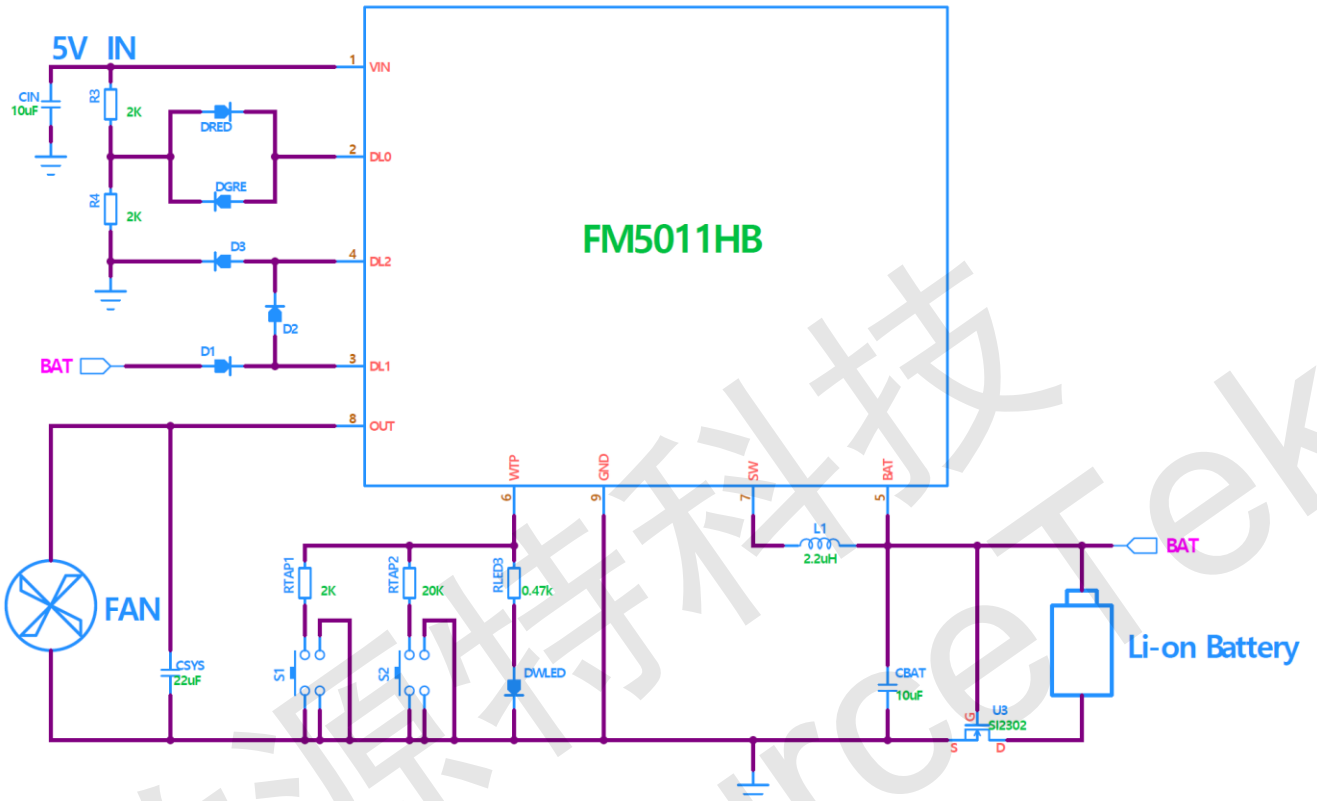
- ◆ 同步整流升压，升压部分无需 MOS 或二极管
- ◆ 外围电路简单，仅需三颗陶瓷电容。
- ◆ 低待机电流 30 $\mu$ A
- ◆ 充电浮充电压精度 $\pm 1\%$ ，充电电压可选择 4.2V 和 4.35V
- ◆ 支持单按键和双按键模式，同时支持手电功能（单按键不支持电量显示）
- ◆ OUT 输出有过流，短路保护
- ◆ 放电指示灯支持 3 灯/1 灯显示，充电指示灯支持 2 灯/1 灯显示，可灵活组合 LED 灯显示方式
- ◆ 3 灯电池电量显示
- ◆ 封装形式：eSOP8L

## 三、应用领域

- ◆ 移动小风扇



#### 四、典型应用电路



★注：此应用图为 5 灯应用，其他应用原理图会有相应变化

#### 五、引脚示意图及说明

| eSOP8L | 引脚名 | 引脚号 | 功能说明            |
|--------|-----|-----|-----------------|
| VIN    | VIN | 1   | 电源输入引脚          |
| DL0    | DL0 | 2   | 充电状态灯指示引脚       |
| DL1    | DL1 | 3   | 放电状态/电量灯指示引脚    |
| DL2    | DL2 | 4   | 放电状态/电量灯指示引脚    |
| BAT    | BAT | 5   | 电池正端引脚          |
| WTP    | WTP | 6   | 按键引脚            |
| SW     | SW  | 7   | 电感驱动脚，功率管漏端     |
| OUT    | OUT | 8   | 芯片输出引脚，功率 P 管源端 |
| GND    | EP  |     | 芯片框架和地          |

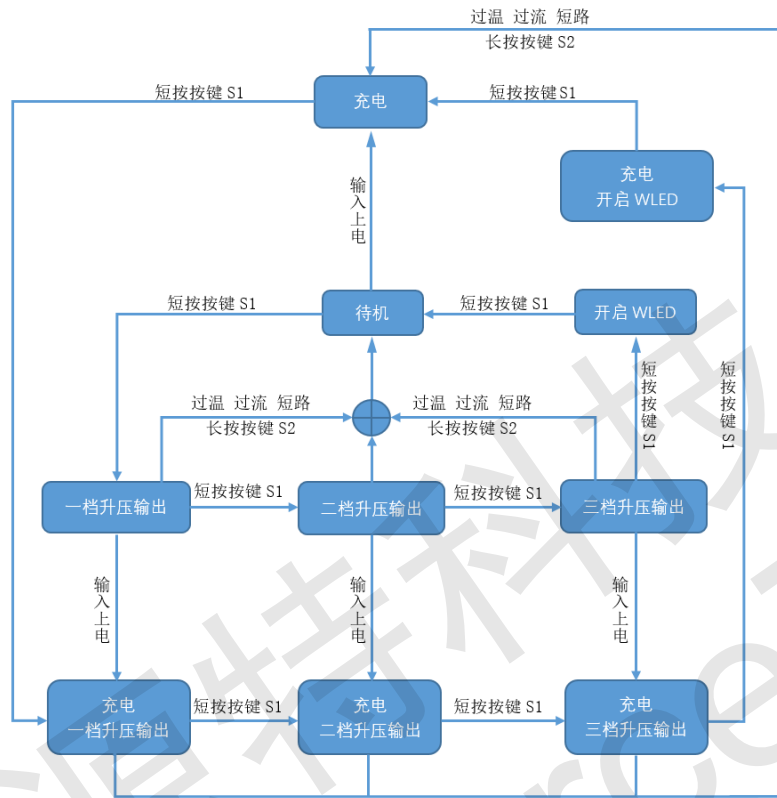


## 六、 极限参数和推荐工作状态

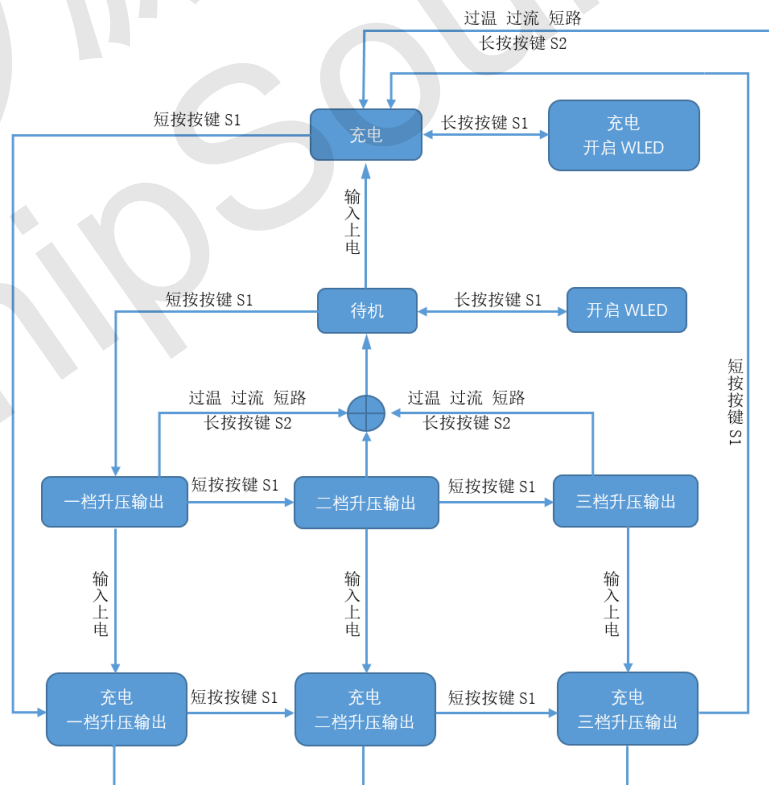
| SYMBOL            | ITEMS          | VALUE   | UNITS |
|-------------------|----------------|---------|-------|
| V <sub>IN</sub>   | 输入电压           | -0.3~6  | V     |
| V <sub>OUT</sub>  | 输出电压           | -0.3~9  | V     |
| V <sub>LED</sub>  | DL0/1/2 端口电压   | -0.3~5  | V     |
| T <sub>OP</sub>   | 工作温度范围         | -40~85  | °C    |
| T <sub>J</sub>    | 工作结温范围         | -40~125 | °C    |
| T <sub>ST</sub>   | 储存温度           | -55~150 | °C    |
| M <sub>ST</sub>   | 储存湿度           | <30%    |       |
| T <sub>LEAD</sub> | 引脚焊接温度(10 sec) | 300     | °C    |
| V <sub>IN</sub>   | 推荐输入电压         | 4.5~5.5 | V     |
| T <sub>OP</sub>   | 推荐工作环境温度       | 0~50    | °C    |



## 七、 状态转换图



系统框图一：默认功能状态



系统框图二：内部设置可选的功能状态



## 八、功能描述

### ◆ 充电管理

#### 1. 充电功能

芯片采用线性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  $V_{TRKL}$  时进行涓流充电；当电池电压高于  $V_{TRKL}$  时进行恒流充电；当电池电压接近  $V_{BAT-REG}$  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  $I_{FULL}$  时，判断电池已经充饱，芯片终止充电，待电池电压降低到  $V_{RECHG}$  后进行再次充电(Recharge)。

#### 2. 充电电流设定

充电电流由内部电路设定为恒流  $I_{VIN-CHG}$ ，涓流充电为  $I_{TRKL}$ ；

当输入供电不足或芯片温度过高时， $I_{VIN-CHG}$  会下降。

恒流充电电流默认为 600mA；内部烧写可设置充电电流为 800mA。

#### 3. 充电电压设定

芯片默认充电电压为 4.20V；内部烧写可设置充电电压为 4.35V。

#### 4. 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。

#### 5. 输入过压保护

输入电压过高，超过  $V_{IN-OVP}$  时，芯片会控制关闭 OUT 输出，防止接在 OUT 的便携设备因为过压而损坏，输入电压正常后状态解除。

#### 6. 输入过流保护

| SYMBOL        | PARAMETER    | CONDITIONS         | MIN  | TYP   | MAX  | UNITS |
|---------------|--------------|--------------------|------|-------|------|-------|
| $I_{CC-CHG}$  | 芯片工作电流       | $V_{IN}=5V$ 充电状态   |      | 1.0   |      | mA    |
| $V_{UVLO-RS}$ | 电源欠压门槛       | $V_{IN}$ 从低到高      |      | 4.55  |      | V     |
| $V_{UVLO-DN}$ |              | $V_{IN}$ 从高到低      |      | 3.5   |      | V     |
| $V_{BAT-REG}$ | 浮充门槛电压       | 芯片默认               | 4.16 | 4.20  | 4.24 | V     |
|               |              | 内部烧写设置             | 4.31 | 4.35  | 4.39 | V     |
| $I_{VIN-CHG}$ | 输入端恒流充电电流    | 芯片默认 $V_{IN}=5V$   |      | 600   |      | mA    |
|               |              | 内部烧写设置 $V_{IN}=5V$ |      | 800   |      | mA    |
| $I_{TRKL}$    | 涓流充电电流       | 芯片默认 $V_{IN}=5V$   |      | 60    |      | mA    |
|               |              | 内部烧写设置 $V_{IN}=5V$ |      | 80    |      | mA    |
| $I_{FULL}$    | 充电判饱电流       | $V_{IN}=5.0V$      |      | 80    |      | mA    |
| $V_{TRKL}$    | 涓流转恒流迟滞电压    | $V_{BAT}$ 从低到高     |      | 3.00  |      | V     |
|               |              | $V_{BAT}$ 从高到低     |      | 0.30  |      | V     |
| $V_{RECHG}$   | 复充门槛电压       | $V_{BAT}$ rising   |      | 4.025 |      | V     |
|               |              | $V_{BAT}$ falling  |      | 3.955 |      | V     |
| $V_{IN-OVP}$  | 输入过压保护电压迟滞电压 | 输入电压升高             |      | 6.0   |      | V     |
|               |              | 输入电压降低             |      | 0.4   |      | V     |

### ◆ 升压功能

FM5011HB 具有同步升压功能，可将单节锂电池电压进行升压，给风扇负载供电。内部烧写可设置选择两种档位输出，分别为一档 5.2V，二档 7.2V，三档 9V 输出 和一档 4.7V，二档 5.6V，三档 6.5V 输出



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. OUT 放电功能

待机状态单击 S1 可进入 OUT 放电状态，此时芯片控制电池对 OUT 升压放电。

3. 输出过流保护

当负载电流增大，使输出电压低于  $V_{LOAD-OC}$ ，且维持时间超过  $T_{OC-Off}$ ，则系统启动负载过流保护功能，芯片关闭 OUT 的输出通路，经过一段时间后进入待机状态。

4. 输出短路保护

当负载短路时，维持时间超过  $T_{STP-Off}$ ，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  $T_{STP-DLY}$  时间后短路状态仍未解除，则芯片关闭输出进入待机状态。

5. 低电量提示功能

当电池电压已经低于  $V_{LED-LOWB}$  后，档位灯 D1 或者 D2 或者 D3 以  $F_{LED-LQWB}$  频率开始闪烁，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  $V_{BST-UVLO}$  时，升压系统关闭，延时  $T_{P-Off}$  后，系统进入待机状态。

| SYMBOL         | PARAMETER          | CONDITIONS                      | MIN | TYP  | MAX | UNITS       |
|----------------|--------------------|---------------------------------|-----|------|-----|-------------|
| $I_Q$          | 待机功能               | $V_{BAT}=4.2V$                  |     | 30   |     | $\mu A$     |
| $V_{OUT-NL}$   | 一档 (输出电压)          | $I_{OUT}=0$<br>烧写选择 5/7/9V 输出电压 |     | 5.2  |     | V           |
|                | 二档 (输出电压)          |                                 |     | 7.2  |     |             |
|                | 三档 (输出电压)          |                                 |     | 9.1  |     |             |
| $V_{OUT-NL}$   | 一档 (输出电压)          | $I_{OUT}=0$<br>烧写选择 4/5/6V 输出电压 |     | 4.7  |     | V           |
|                | 二档 (输出电压)          |                                 |     | 5.5  |     |             |
|                | 三档 (输出电压)          |                                 |     | 6.5  |     |             |
| $V_{LOAD-OC}$  | 输出过载保护电压           |                                 | 3.9 |      |     | V           |
| $T_{OC-Off}$   | 输出过载保护时间           |                                 | 24  | 28   | 32  | mS          |
| $T_{STP-Off}$  | 输出短路保护时间           |                                 |     | 32   |     | $\mu S$     |
| $T_{STP-DLY}$  | 输出短路保护恢复时间         |                                 |     | 1    |     | S           |
| $V_{BSTL}$     | 升压空载启动最低电压         |                                 |     | 3.12 |     | V           |
| $f_{SW}$       | 开关工作频率             |                                 |     | 750  |     | KHz         |
| $V_{BST-UVLO}$ | 放电时关机电压            |                                 |     | 2.75 |     | V           |
| $V_{LED-LQWB}$ | 放电电量低提示电压          |                                 |     | 3.38 |     | V           |
| $F_{LED-LQWB}$ | 放电低电量灯指示闪烁频率       |                                 |     | 2    |     | Hz          |
| $T_{P-Off}$    | 关闭升压系统后进入待机状态的延时时间 |                                 | 384 | 448  | 512 | mS          |
| $V_{WTP}$      | WTP 端口悬空电压         | 待机状态                            |     | 0.8  |     | V           |
|                |                    | 工作状态                            |     | 1.6  |     | V           |
| $TEMP_{OTL}$   | 限温保护温度             |                                 |     | 100  |     | $^{\circ}C$ |
| $TEMP_{OTP}$   | 过温保护温度             |                                 |     | 125  |     | $^{\circ}C$ |



### ◆ 保护及其它功能

#### 1. 充电时 OUT 短路保护

当充电时 OUT 发生短路，芯片会关闭 OUT 输出，档位指示灯熄灭，充电状态指示灯指示充电；OUT 短路解除后，需要重新按键启动输出。

#### 2. 芯片温度保护

当芯片内部温度超过  $TEMP_{OTL}$  时，芯片进入限温保护状态，如果在充电，则减小充电电流；如果在升压，则降低输出电压。如果芯片温度继续升高到  $TEMP_{OTP}$ ，则芯片进入过温保护，关闭充电和升压输出，待温度降低后恢复充电，升压需再次手动启动。

#### 3. 按键和手电控制功能

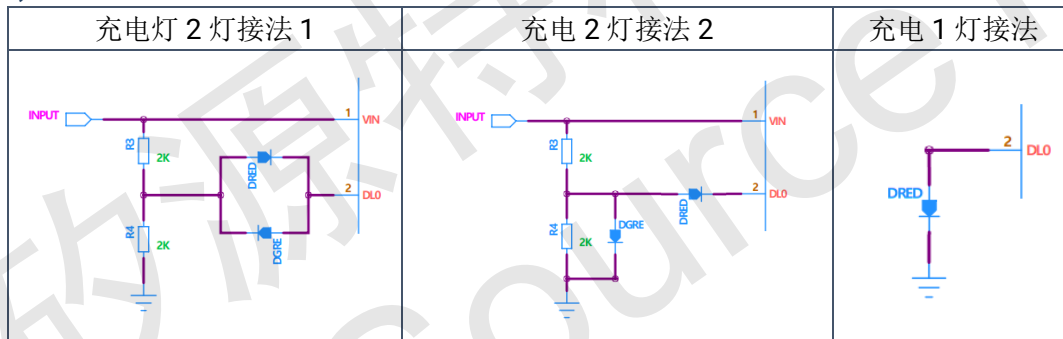
参考功能状态图

### ◆ 功能及模式选择

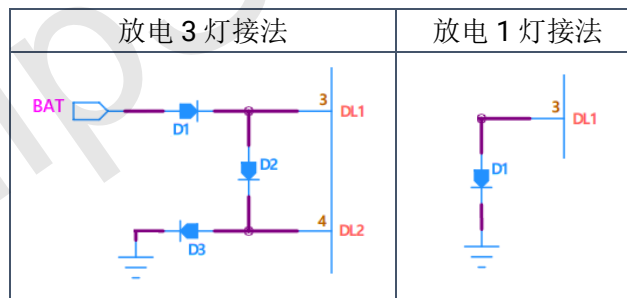
#### 1. 灯口接法

芯片的放电指示灯可以通过内部设置为 3 档位灯/1 档位灯模式。充电指示灯也可以通过内部设置为 2 灯/1 灯模式。

#### a) 充电灯接法 (DGRE、DRED)



#### b) 放电灯接法 (D1、D2、D3)



其中 D1, D2, D3 分别为一, 二, 三档的升压状态指示灯, 要求为蓝灯或白灯等高导通压降的 LED。DGRE、DGRE2 为充电状态指示灯, 要求为高亮绿灯, 白灯等高导通压降的 LED。DRED 为充电状态指示灯, 要求为红灯, 黄绿灯, 黄灯等低导通压降的 LED。

#### 2. VIN 上电显示方式

从待机状态进入 VIN 上电后, 所有指示灯跑马显示一次。跑马顺序依次为 D1, D2, D3, WLED (配置选择无手电功能, 跑马时 WLED 不亮), 每个灯依次亮 0.5 秒熄灭。



## FM5011HB (文件编号: S&CIC1801)

## 移动小风扇控制 IC

### 3. 风扇 LED 灯显示 (默认 5 灯模式模式):

| 有无电池       | 工作状态     | DGRE  | DRED                                     | D1 一档灯 | D2 二档灯 | D3 三档灯 |        |
|------------|----------|-------|--|--------|--------|--------|--------|
| 有无电池<br>相同 | 充电       | 未充电   | 灭  | 常亮     | 灭      | 灭      | 灭      |
|            |          | 充电    | 常亮                                       | 灭      |        |        |        |
|            | 边充<br>边放 | 一档    | 充电 DRED 常亮, DGRE 灭<br>充电 DGRE 常亮, DRED 灭 | 灭      | 灭      | 与放电时一致 | 与放电时一致 |
|            |          | 二档    |  |        |        |        |        |
| 三档         |          |       |  |        |        |        |        |
| 有          | 放电       | 一档    | 灭  | 灭      | 常亮     | 灭      | 灭      |
|            |          | 一档低电量 |  |        | 2Hz 闪  |        |        |
|            |          | 二档    | 灭  | 灭      | 灭      | 常亮     | 灭      |
|            |          | 二档低电量 |  |        | 2Hz 闪  |        |        |
|            |          | 三档    | 灭  | 灭      | 灭      | 灭      | 常亮     |
|            |          | 三档低电量 |  |        |        | 2Hz 闪  |        |

### 4. 风扇 LED 灯显示组合

放电指示灯可选 3 档位灯模式和 1 档位灯模式。充电指示灯可选 2 灯模式和 1 灯模式。两者可以任意组合。例如可选放电 3 档位灯模式和充电 1 档位灯模式组合显示；也可选放电 1 档位灯模式和充电 2 档位灯模式组合显示。

#### a) 放电灯显示

| 有无电池       | 工作状态          | 放电 1 档位灯模式 |        | 放电 3 档位灯模式 |        |       |
|------------|---------------|------------|--------|------------|--------|-------|
|            |               | D1 一档灯     | D1 一档灯 | D2 二档灯     | D3 三档灯 |       |
| 有无电池<br>相同 | 放电/边冲<br>边放相同 | 一档         | 常亮     | 常亮         | 灭      | 灭     |
|            |               | 一档低电量      | 2Hz 闪  | 2Hz 闪      |        |       |
|            |               | 二档         | 常亮     | 灭          | 常亮     | 灭     |
|            |               | 二档低电量      | 2Hz 闪  |            | 2Hz 闪  |       |
|            |               | 三档         | 常亮     | 灭          | 灭      | 常亮    |
|            |               | 三档低电量      | 2Hz 闪  |            |        | 2Hz 闪 |

#### b) 充电灯显示

| 有无电池       | 工作状态 | 充电 1 灯模式 |       | 充电 2 灯模式 |    |
|------------|------|----------|-------|----------|----|
|            |      | DRED     | DGRE  | DRED     |    |
| 有无电池<br>相同 | 充电   | 未充电      | 1Hz 闪 | 灭        | 常亮 |
|            |      | 充电       | 常亮    | 常亮       | 灭  |
|            | 边冲边放 | 未充电      | 1Hz 闪 | 灭        | 常亮 |
|            |      | 充电       | 常亮    | 常亮       | 灭  |

### 5. 电量显示功能

FM5011HB 集成 3 档电量显示，电量显示灯与放电灯共用，所以只有在放电 3 档位灯模式才有电量显示功能。

短按按键 S2，启动电量显示，D1~D3 灯熄灭 0.25S 后显示目前电池电量；D1~D3 灯显示电量 2S 后，熄灭 0.25S，然后转为风量显示；





| 电池电量                        | 电量显示灯 |      |      |
|-----------------------------|-------|------|------|
|                             | D1 灯  | D2 灯 | D3 灯 |
| $V_{BAT} > 4.2V$            | 亮     | 亮    | 亮    |
| $3.8V \leq V_{BAT} < 4.2V$  | 亮     | 亮    | 亮    |
| $3.6V \leq V_{BAT} < 3.8V$  | 亮     | 亮    | 灭    |
| $3.19V \leq V_{BAT} < 3.6V$ | 亮     | 灭    | 灭    |
| $V_{BAT} < 3.19V$           | 1Hz 闪 | 灭    | 灭    |

注：充电或边充边放时， $V_{BAT} < 3.19V$ ，电量显示 D1 灯没有 1Hz 闪，直接常亮

## 6. 其它可选功能

- 一档→二档→三档→关机，长按开关手电功能，也可选择长按无功能。
- 充电电压可选 4.2V 或者 4.35V
- 充电电流可选 600mA 或者 800mA
- LED 灯显示可选兼容 FM5010 芯片的灯显示方式

## 九、应用说明

### 1. 电容的选择：

CVIN, CBAT, COUT 电容为滤波电容，可使用陶瓷电容，耐压选择 10V，优先增大 COUT 和 CBAT 会使系统更加稳定；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 2.2uH 的屏蔽电感，也可使用非屏蔽电感降低成本。

### 3. 升压带载测试：

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。

### 4. 电池防反接功能：

如需电池防反接功能，可参照应用图中 U3 用一个 NMOS 实现，如不需要此功能可以去掉，电池负端与芯片地相连。如需串联保护 IC，也可接入，应用图中没有具体画出。

## 十、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, COUT 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。马达座子尽量靠近 COUT 和芯片，有刷电机建议 OUT 端走线控制在 10mm 以内。

### 3. BAT 引脚

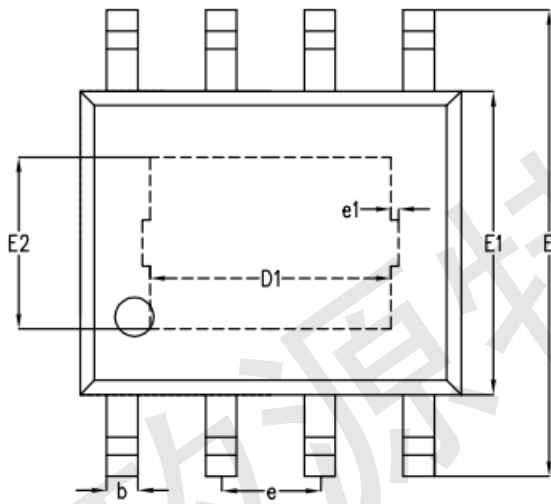
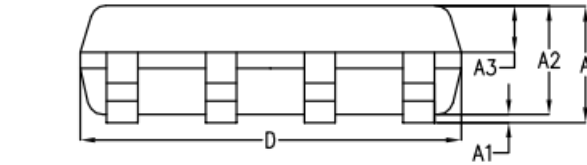
充电情况下 BAT 会提供 600mA 左右电流给电池，所以 BAT 到电池的走线不宜太细。



FM5011HB (文件编号: S&CIC1801)

移动小风扇控制 IC

十一、 封装信息: eSOP8L



| SYMBOL   | MILLIMETER |      |      |
|----------|------------|------|------|
|          | MIN        | NOM  | MAX  |
| A        | -          | 1.50 | 1.55 |
| A1       | -          | 0.10 | 0.15 |
| A2       | 1.35       | 1.40 | 1.45 |
| A3       | 0.55       | 0.60 | 0.65 |
| b        | 0.35       | 0.40 | 0.45 |
| c        | 0.17       | 0.22 | 0.25 |
| D        | 4.85       | 4.90 | 4.95 |
| E        | 5.90       | 6.00 | 6.10 |
| E1       | 3.80       | 3.90 | 4.00 |
| e        | 1.27BSC    |      |      |
| L        | 0.60       | 0.65 | 0.70 |
| L1       | 1.05BSC    |      |      |
| $\theta$ | 0°         | 4°   | 6°   |

| 尺寸 (mm)<br>L/F载体<br>尺寸 (mil) | D1      | E2      | e1      |
|------------------------------|---------|---------|---------|
| 95*130                       | 3.10REF | 2.20REF | 0.10REF |
| N/A                          | N/A     | N/A     | N/A     |