

## 概述

MP5030/MP5031是一款专为移动电源设计的单芯片解决方案IC，高度集成了开关充电管理模块、LED电量显示模块、同步升压放电管理模块的移动电源管理芯片。MP5030/MP5031最大充电电流可达到2.1A，同步升压输出电流最大可达到2.1A。此外MP5030/MP5031还集成了放电路径管理、电量显示、手电筒和按键功能，极大简化了外围电路与元器件数量。针对大容量锂电池（锂离子或锂聚合物）的移动电源应用，提供最简单易用的低成本解决方案。

MP5030/MP5031采用的封装形式为QFN24或ESOP16。

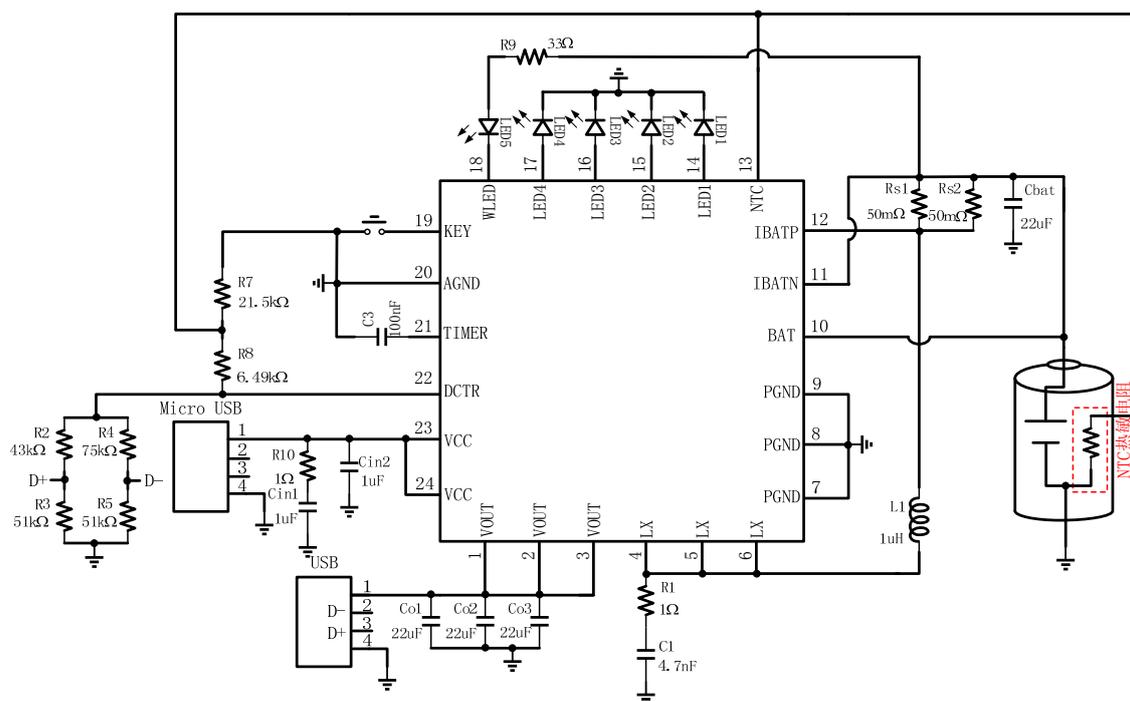
## 应用

手机、平板电脑、GPS、电动工具等移动设备备用电源

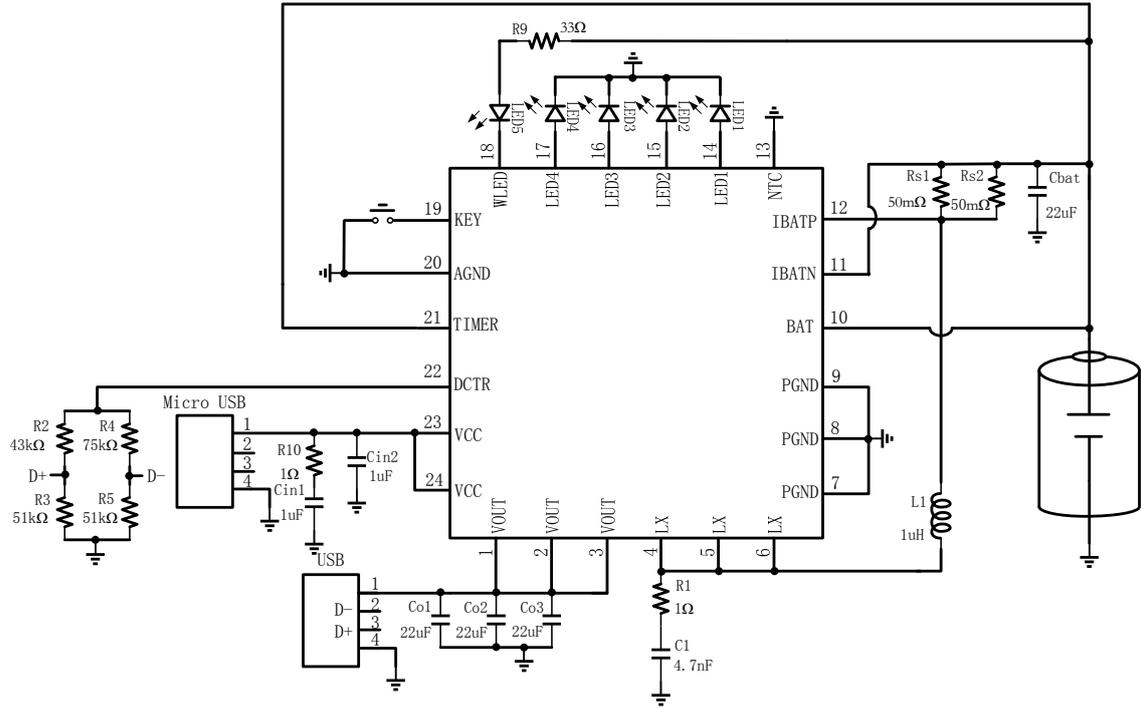
## 特点

- ◆ 开关充电，内部设定2.1A充电电流
- ◆ 充电效率高达90%@2.1A
- ◆ 充电开关频率1MHz
- ◆ 涓流/恒流/恒压三段式充电
- ◆ 具有充电电流自适应适配器功能
- ◆ 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4.2V (MP5030) /4.35V (MP5031) 充电浮充电压，精度达±1%
- ◆ 充电过压保护，过时保护和电池过温保护
- ◆ 同步升压输出5.15V，恒流输出2.1A
- ◆ 放电开关频率500KHz
- ◆ 放电效率高达92%
- ◆ 自动识别负载，轻载16S自动关断
- ◆ 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
- ◆ 4颗LED电量显示、充放电指示及异常指示
- ◆ KEY键单击显示电量，双击开关手电筒
- ◆ 边充边放路径管理功能，放电优先

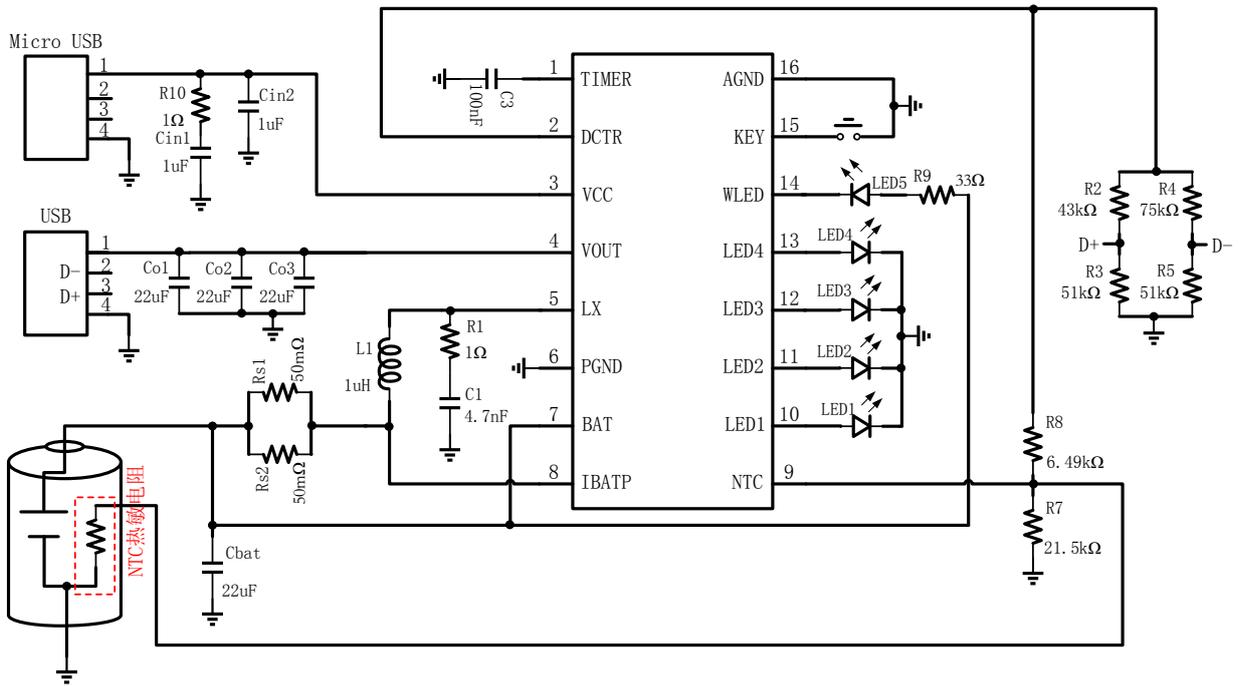
## 典型应用电路 (5.15V/2.1A)



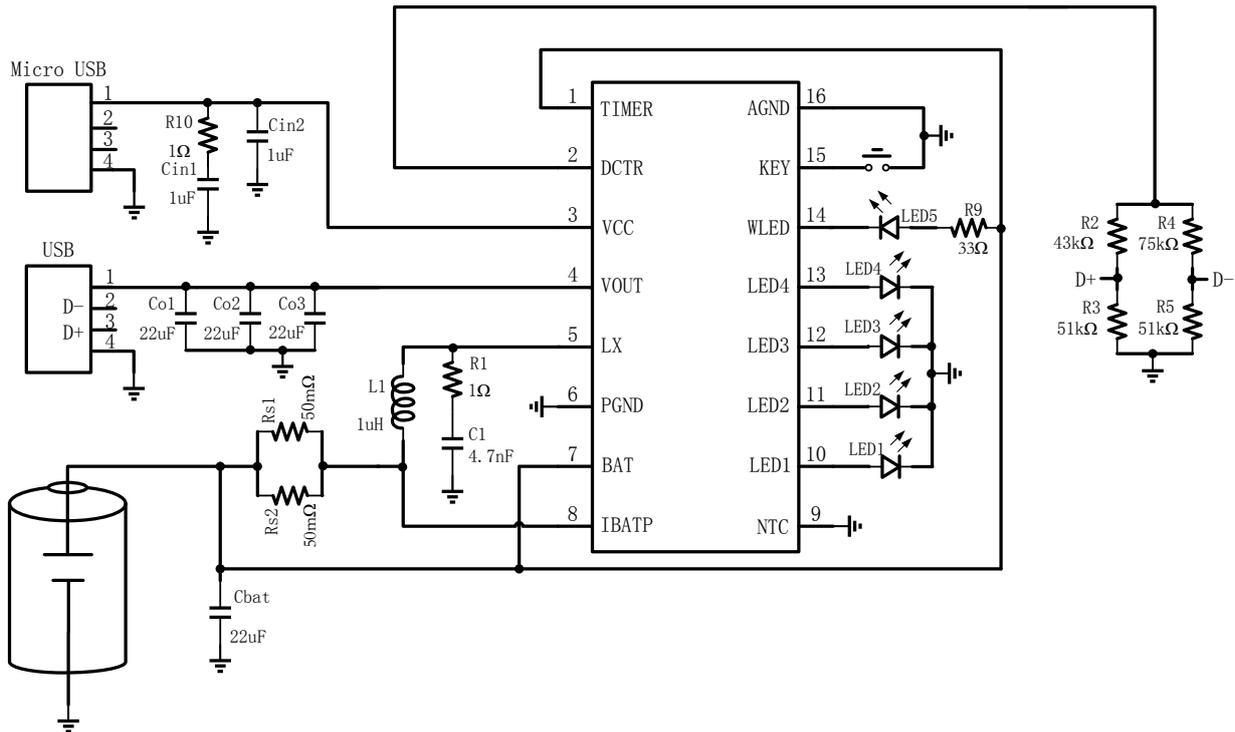
QFN24 封装带 NTC 保护和充电定时功能的应用电路



QFN24 封装不带 NTC 保护和充电定时功能的应用电路



ESOP16 封装带 NTC 保护和充电定时功能的应用电路

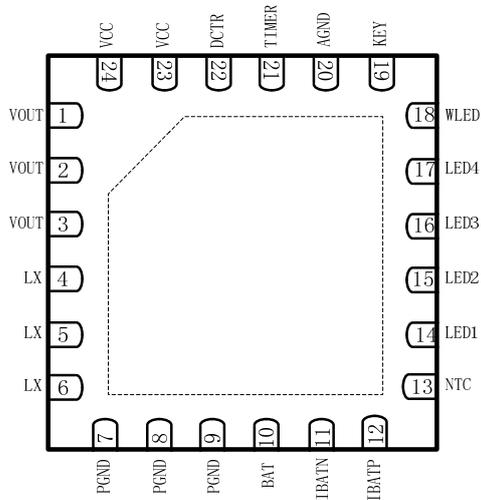


ESOP16 封装不带 NTC 保护和充电定时功能的应用电路

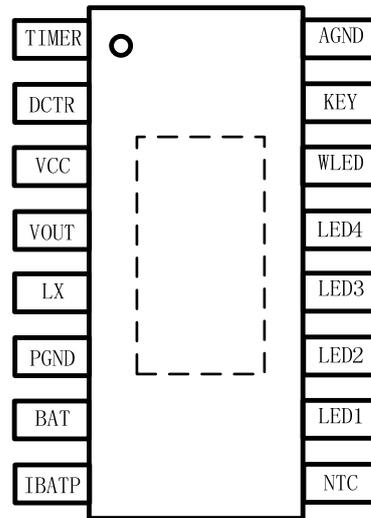
### PCB LAYOUT 注意事项（重点）：

1. R1和C1必须尽量靠近LX引脚，LX引脚必须先经过R1和C1后再到电感。
2. IBATN和IBATP是差分输入，在布线时一定要从Rs电阻的两个焊点处引线到芯片PIN脚。
3. Cbat1尽量靠近BAT脚，Cin尽量靠近VCC脚，并且走线时都经过电容再到IC管脚。
4. 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。
5. 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。
6. 芯片AGND和PGND需要在芯片下面先汇合，再直接连到系统地，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。AGND不需要单独走线到系统地。
7. 应用电路中所有电容必须用X5R材质的电容。
8. Rs需要用1206封装的电阻。
9. 在VOUT输出2.1A的应用中L1选用CD75以上封装尺寸的电感，电感饱和电流保证在7A以上。
10. 当产品需要充电定时功能时，需要根据电池容量算好充电时间，从而调节C3，避免出现电池充不满的情况。

## 管脚功能



QFN24



ESOP16

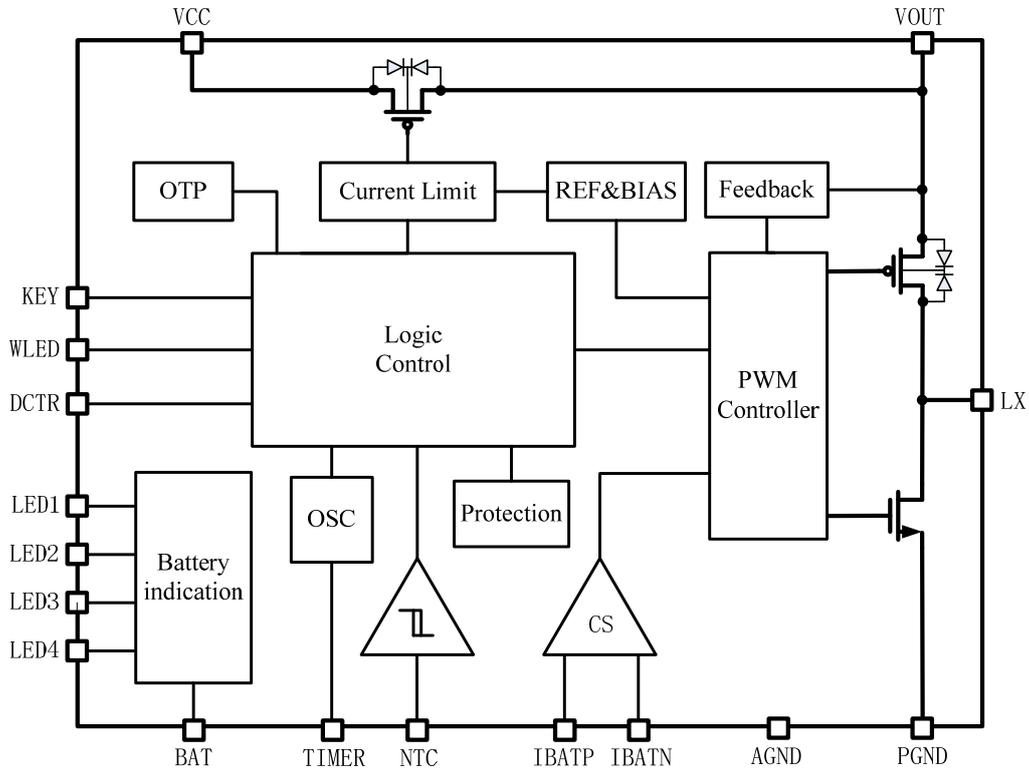
| 端口    |          | I/O | 功能描述        |
|-------|----------|-----|-------------|
| 名称    | QFN24 管脚 |     |             |
| VOUT  | 1, 2, 3  | 0   | BOOST 输出    |
| LX    | 4, 5, 6  | 0   | BOOST 开关输出  |
| PGND  | 7, 8, 9  | -   | 功率地         |
| BAT   | 10       | I   | 电池正极输入      |
| IBATN | 11       | I   | 电池电流检测负端输入  |
| IBATP | 12       | I   | 电池电流检测正端输入  |
| NTC   | 13       | I   | 电池热敏电阻输入端   |
| LED1  | 14       | 0   | LED指示输出1    |
| LED2  | 15       | 0   | LED指示输出2    |
| LED3  | 16       | 0   | LED指示输出3    |
| LED4  | 17       | 0   | LED指示输出4    |
| WLED  | 18       | 0   | LED手电筒输出端   |
| KEY   | 19       | I   | 多功能按键输入端    |
| AGND  | 20       | -   | 模拟地         |
| TIMER | 21       | 0   | 过时保护振荡器输出端  |
| DCTR  | 22       | 0   | D+/D-分压控制端口 |
| VCC   | 23, 24   | I   | 适配器输入端      |

## 订购信息

| 产品型号     | 封装形式           | TOP MARK | Package Qty |
|----------|----------------|----------|-------------|
| MP503*QN | QFN24(4mm*4mm) | MP503*QN | 3000        |
| MP503*ES | ESOP16         | MP503*ES | 3000        |

注：当选择 MP5030 时，\*为 0；当选择 MP5031 时，\*为 1

### 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 |
|--------------|------|-----|----|
| 引脚电压         | -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) | 2K   | -   | V  |
| MM (机器放电模型)  | 200  | -   | V  |

注(1): 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。

#### 推荐工作条件

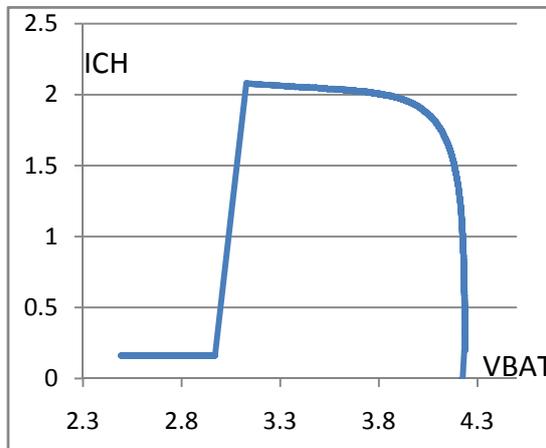
输入电压----- 2.9V to 5.5V  
 工作结温范围----- -40°C to 125°C  
 环境温度范围----- -20°C to 85°C

| 符号                                   | 参数                          | 测试条件                                    | 最小值   | 典型值  | 最大值   | 单位  |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|-------|------|-------|-----|
| VCC                                  | 输入电压范围                      |   | 4     | 5    | 6     | V   |
| VCC <sub>OV</sub> P                  | 输入过压保护                      |   | 5.8   | 6    | 6.2   | V   |
| V <sub>LIV</sub>                     | 输入欠压保护                      |   | 3.85  | 4    | 4.15  | V   |
| I <sub>INLIMIT</sub>                 | 输入限流电流                      |   | 3     | 3.2  | 3.4   | A   |
| I <sub>INoIP</sub>                   | 输入过流保护                      |   | 5.8   | 6    | 6.2   | A   |
| V <sub>SHORT</sub>                   | V <sub>OUT</sub> 短路保护电压     | 边充边放模式下                                 | 3.2   | 3.3  | 3.4   | V   |
| R <sub>IN</sub>                      | 限流开关导通电阻                    | VCC=5V                                  | -     | 100  | -     | mΩ  |
| R <sub>PMOS</sub>                    | 高边PMOS导通电阻                  |   | -     | 60   | -     | mΩ  |
| R <sub>NMOS</sub>                    | 低边NMOS导通电阻                  |   | -     | 40   | -     | mΩ  |
| I <sub>P<sub>PMOS</sub></sub>        | 高边PMOS峰值限流                  |   | -     | 4.1  | -     | A   |
| I <sub>P<sub>NMOS</sub></sub>        | 低边NMOS峰值限流                  |   | -     | 6.2  | -     | A   |
| I <sub>LEAKAGE</sub>                 | V <sub>OUT</sub> 到VCC漏电电流   |   | -     | 0    | 5     | μA  |
| T <sub>OV</sub>                      | 过温保护                        |   | -     | 150  | -     | °C  |
| T <sub>HYS</sub>                     | 过温保护滞回                      |   | -     | 20   | -     | °C  |
| I <sub>STDB</sub>                    | 待机电流                        |   | -     | 65   | -     | μA  |
| I <sub>KEY</sub>                     | KEY键上拉电流                    |   | 40    | 50   | 60    | μA  |
| V <sub>TH</sub>                      | NTC高温电压门限                   |   | 40    | 45   | 50    | %   |
| V <sub>T<sub>L</sub></sub>           | NTC低温电压门限                   |   | 75    | 80   | 85    | %   |
| I <sub>LED</sub>                     | LED1~LED4输出电流               | VLED1~4=2.5V                            | 0.8   | 1    | 1.2   | mA  |
| I <sub>WLED</sub>                    | 手电筒输出电流                     | VWLED=0.5V                              | 35    | 40   | 45    | mA  |
| <b>充电部分 (无特殊说明, VCC=5V, Ta=25°C)</b> |                             |   |       |      |       |     |
| F <sub>CHARGER</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                  | 0°C ≤ TA ≤ 85°C, MP5030                 | 4.158 | 4.2  | 4.242 | V   |
| V <sub>FLOAT</sub>                   | 稳定输出(浮充)电压                  | 0°C ≤ TA ≤ 85°C, MP5031                 | 4.307 | 4.35 | 4.393 | V   |
| ΔV <sub>RECHRG</sub>                 | 再充电电池门限电压                   | V <sub>FLOAT</sub> -V <sub>RECHRG</sub> | 150   | 200  | 250   | mV  |
| I <sub>BAT</sub>                     | 恒流充电电流                      | V <sub>BAT</sub> =3.7V                  | 1.8   | 2    | 2.2   | A   |
| I <sub>TRIKL</sub>                   | 涓流充电电流                      | V <sub>BAT</sub> <V <sub>TRIKL</sub> ,  | 0.15  | 0.2  | 0.25  | A   |
| η                                    | 恒流充电效率                      | V <sub>BAT</sub> =3.7V                  | -     | 90%  | -     |     |
| V <sub>TRIKL</sub>                   | 涓流充电阈值电压                    | V <sub>BAT</sub> 上升                     | 2.9   | 3    | 3.1   | V   |
| V <sub>TRHYS</sub>                   | 涓流充电迟滞电压                    |   | -     | 200  | -     | mV  |
| V <sub>ASD</sub>                     | VCC-V <sub>BAT</sub> 闭锁阈值电压 | VCC从低到高                                 | 60    | 100  | 140   | mV  |
|                                      |                             | VCC从高到低                                 | 5     | 30   | 50    |     |
| I <sub>TERM</sub>                    | 终止电流门限                      |   | -     | 200  | -     | mA  |
| T <sub>min</sub>                     | 最小导通时间                      |   |       | 50   |       | ns  |
| D <sub>MAX</sub>                     | 最大占空比                       |   | -     | 95   | -     | %   |
| T <sub>LIM</sub>                     | 限定温度模式中的结温                  |   | -     | 110  | -     | °C  |
| V <sub>BAT<sub>OV</sub>P</sub>       | 电池过压保护电压                    |   | 4.4   | 4.5  | 4.6   | V   |
| T <sub>TC</sub>                      | 涓流充电过时保护                    | C <sub>TIMER</sub> =100nF               | -     | 68   | -     | Min |
|                                      |                             | TIMER PIN接地                             | -     | 90   | -     | Min |
| T <sub>CC</sub>                      | 恒流充电过时保护                    | C <sub>TIMER</sub> =100nF               | -     | 546  | -     | Min |
|                                      |                             | TIMER PIN接地                             | -     | 720  | -     | Min |

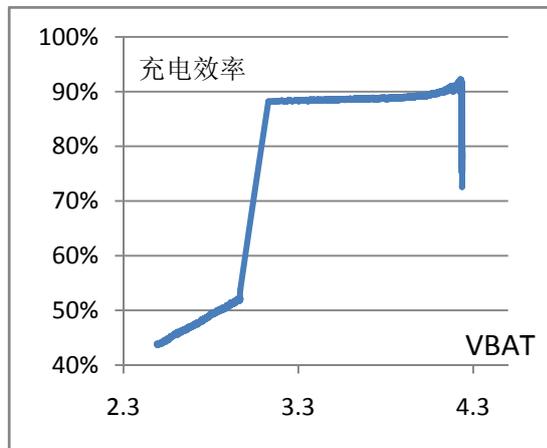
| 放电部分 (无特殊说明, V <sub>BAT</sub> =3.7V, T <sub>a</sub> =25°C) |             |  |      |      |      |     |
|--|-------------|--|------|------|------|-----|
| V <sub>BAT</sub>   | 电池工作电压      |  | 2.9  |      | 4.35 | V   |
| V <sub>OUT</sub>   | 额定输出电压      | V <sub>BAT</sub> =3.7V   | 5.05 | 5.15 | 5.25 | V   |
| V <sub>UV_BAT</sub>  | 电池欠压闭锁阈值电压  | V <sub>BAT</sub> 下降  | 2.85 | 2.9  | 2.95 | V   |
| V <sub>HYS_BAT</sub>                                       | 电池欠压闭锁迟滞    | V <sub>BAT</sub> 上升  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | V   |
| F <sub>SW</sub>  | 工作频率        | T <sub>a</sub> =60°C   | -    | 0.5  | -    | MHz |
| I <sub>OUT</sub>   | 输出电流        | V <sub>BAT</sub> =2.9~4.2V   | -    | 2.1  | -    | A   |
| η  | 转换效率        | V <sub>BAT</sub> =4.2V<br>V <sub>OUT</sub> =5.15V&I <sub>OUT</sub> =2.1A | 92   | -    | -    | %   |
| D <sub>MAX</sub>   | 最大占空比       |  | -    | 85   | -    | %   |
| T <sub>min</sub>   | 最小导通时间      |  |      | 100  |      | ns  |
| I <sub>END</sub>   | 放电结束电流      |  | -    | 20   | -    | mA  |
| V <sub>RIPPLE</sub>  | 输出纹波电压      | V <sub>OUT</sub> =5.15V&I <sub>OUT</sub> =2.1A                           | -    | 150  | -    | mV  |
| T <sub>SHUT</sub>  | 输出无负载关闭检测时间 |  | -    | 16   | -    | S   |
| V <sub>SHORT</sub>   | 短路保护电压      |  | -    | 4.3  | -    | V   |
| V <sub>OVP</sub>   | 输出过压保护      |  | -    | 5.5  | -    | V   |
| T <sub>SS</sub>  | 软启动时间       |  | -    | 2.5  | -    | ms  |

### 典型工作波形

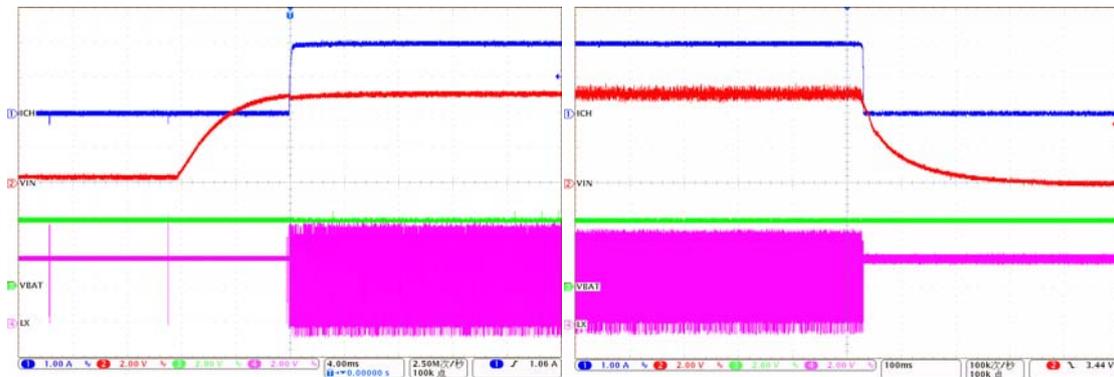
如无特殊说明, V<sub>CC</sub>=5V, V<sub>BAT</sub>=3.7V, V<sub>OUT</sub>=5.15V, C<sub>o</sub>=66μF, R<sub>s</sub>=25mΩ, L<sub>1</sub>=1μH。



电池充电曲线

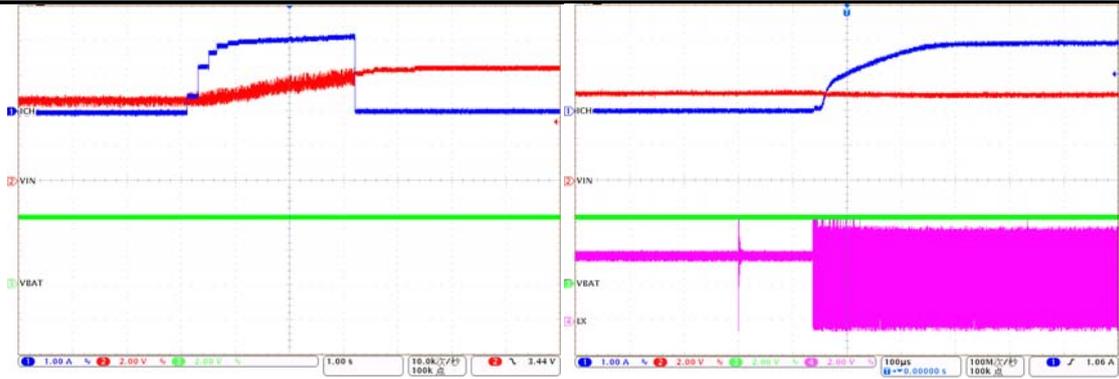


2.1A 充电效率曲线



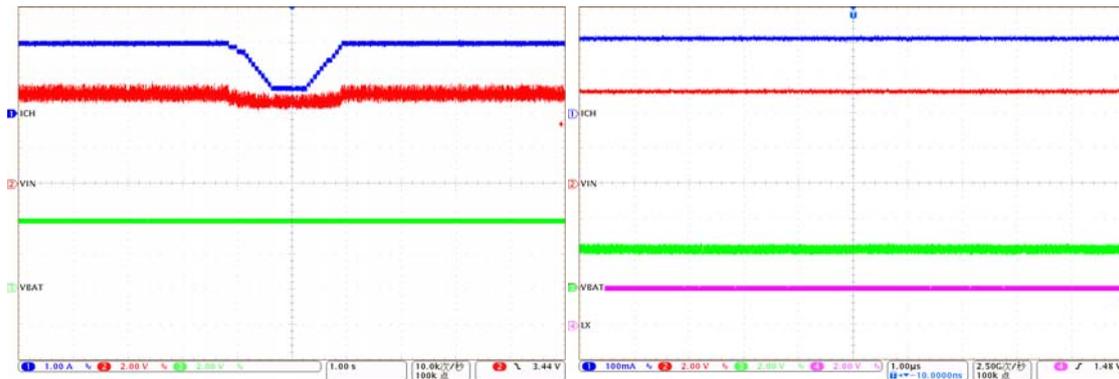
vcc 插入

vcc 拔出



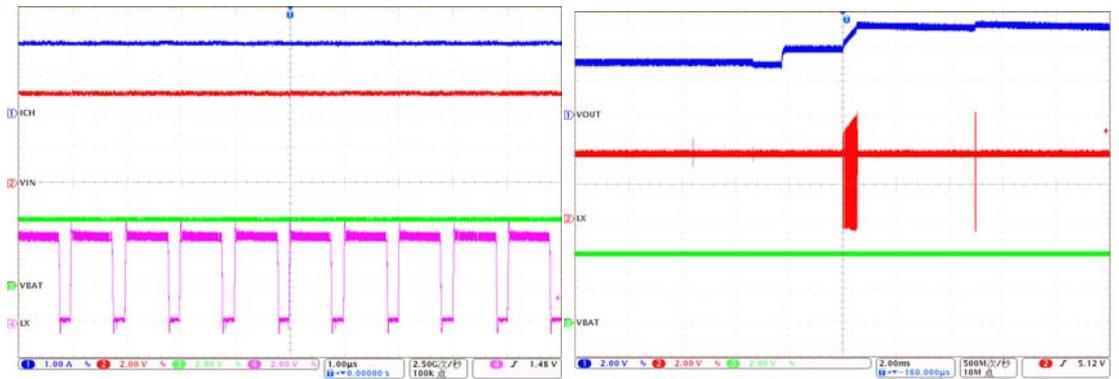
VCC 过压保护

充电电流软启动



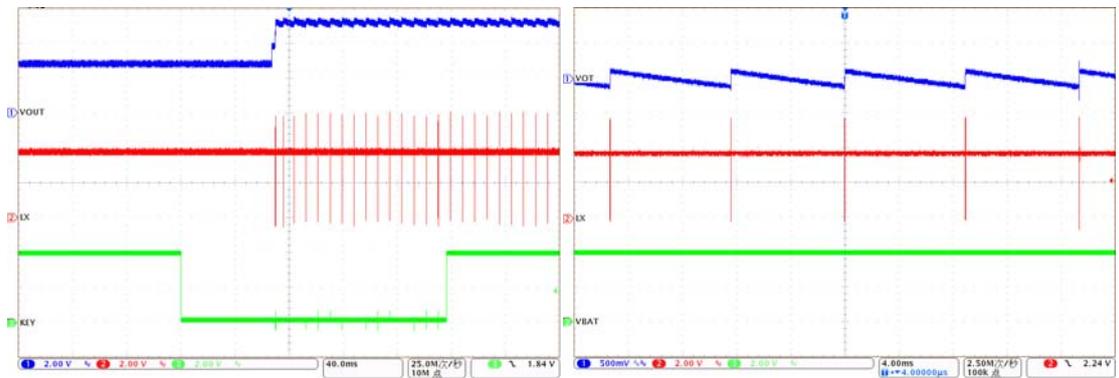
VCC 电流自适应

涓流模式充电



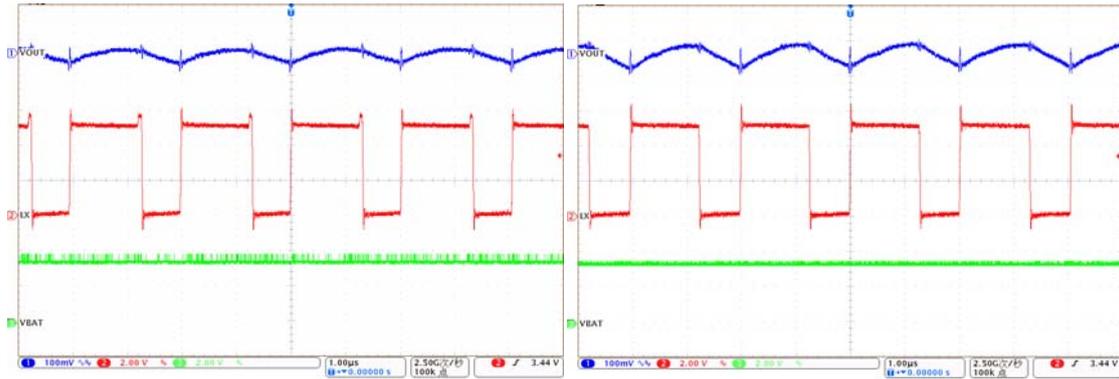
恒流模式充电

插入负载自动识别



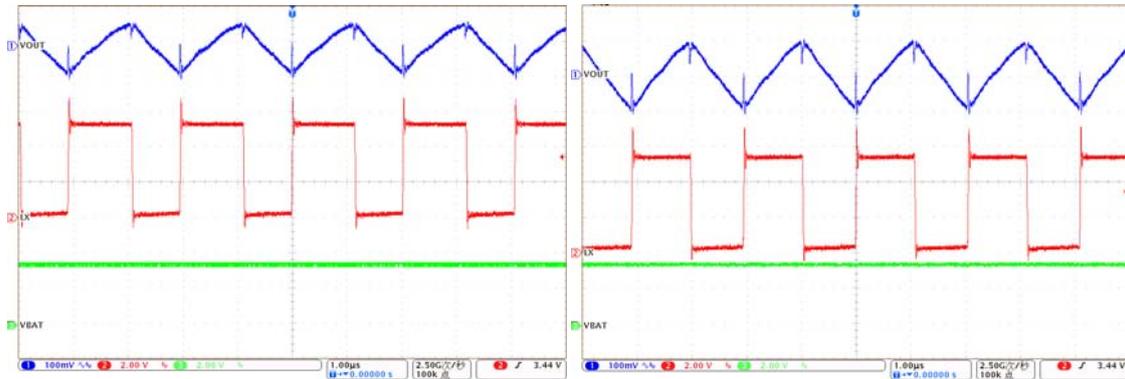
KEY 键启动 boost

空载下 boost 工作波形



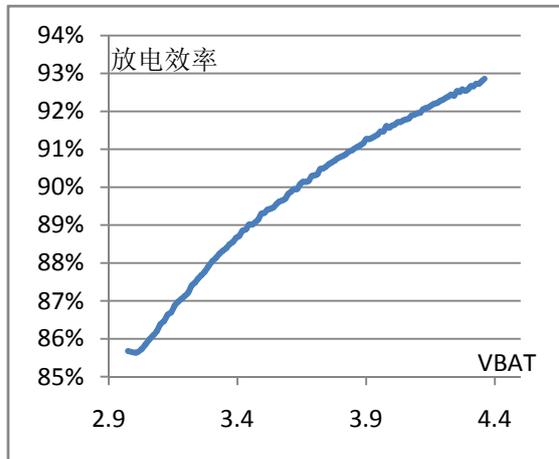
0.5A 负载下 boost 工作波形

1A 负载下 boost 工作波形

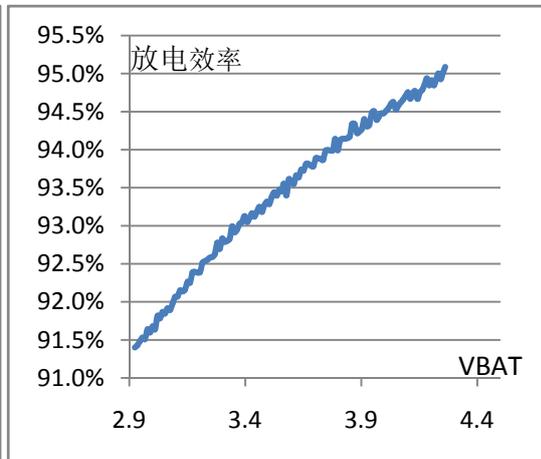


1.8A 负载下 boost 工作波形

2.1A 负载下 boost 工作波形



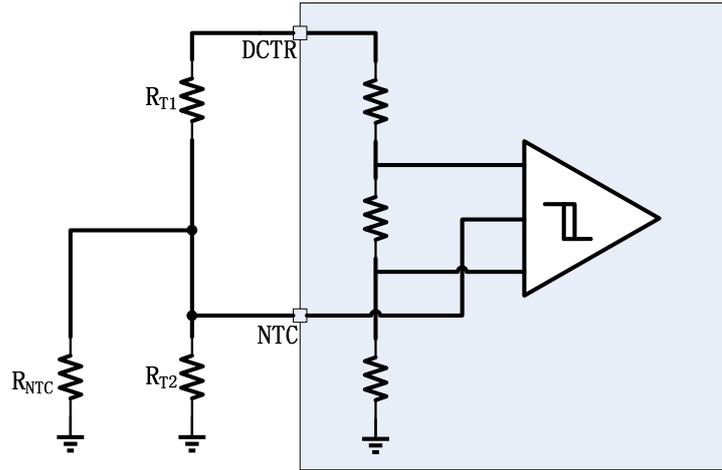
2A 负载下放电效率曲线



1A 负载下放电效率曲线

### 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。当外界异常解除以后, 如果以前工作在充电模式, 充电模块会重新启动。如果以前工作在放电模式, 只有拔出负载再重新插入或者单击KEY键, 放电模块才会再次启动。



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  $V_{TL}$ 。

$$\frac{V_{TH}}{V_{OUT}} = \frac{R_{T2} // R_{NTC\_hot}}{R_{T1} + R_{T2} // R_{NTC\_hot}} = 45\%$$

$$\frac{V_{TL}}{V_{OUT}} = \frac{R_{T2} // R_{NTC\_cold}}{R_{T1} + R_{T2} // R_{NTC\_cold}} = 80\%$$

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。

## VCC 限流开关

VCC 限流开关主要作用是限制 VCC 最大输入电流, 防止 VCC 和 VOUT 之间漏电。限流开关的主要功能有欠压保护, 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, 短路保护。

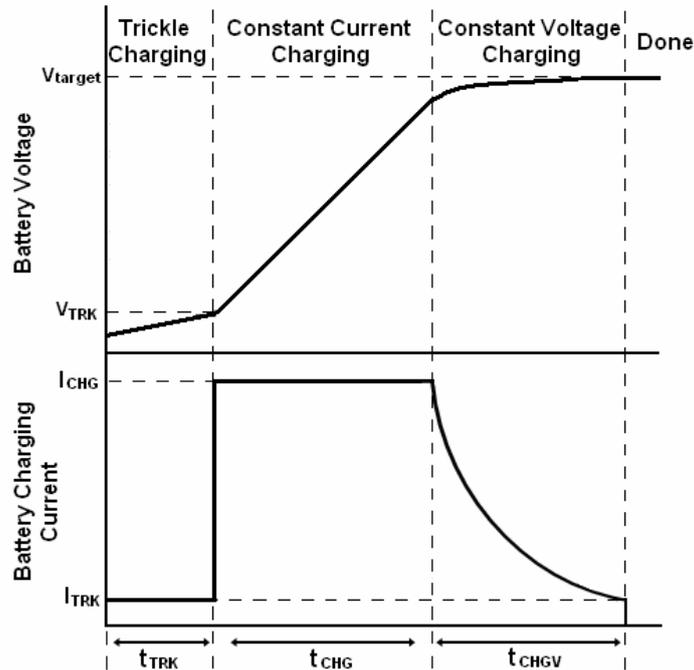
当 VCC 电压大于 4V 且小于 6V 时, 限流开关开始工作, 为了防止 VCC 插入时产生比较大的尖峰电流, 限流开关集成了软启动功能, 有效的限制了限流开关的启动电流。当 VCC 电压小于 3.8V 或者大于 6V 时, 限流开关自动关断, 同时充电模块和 LED 也自动关断。

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 2.7A 时, 在边充边放模式下, 如果 VOUT 放电电流加上充电额定电流大于 2.7A 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 2.7A 时, VCC 电压会被充电模块和 VOUT 负载拉下来, 这时 VCC 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 3A, 当负载电流大于 3A 时, VOUT 电压开始下降, 直至 VOUT 下降到 3.3V 触发短路保护, 然后整个系统停止工作。限流开关还集成了过流保护功能, 当限流开关中电流超过 6A 时, 整个系统也停止工作。

## 充电模式



MP5030/MP5031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涓流、恒流和恒压充电。在涓流模式下,芯片采用线性充电,充电电流为0.2A,在恒流模式下芯片采用PWM调制充电,充电电流为2.1A,在恒压模式下,充电电流逐渐减小,当充电电流减小到0.2A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。

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,充电过时保护,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100℃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2.1A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。

芯片提供TIMER引脚,用户可以通过外挂电容设定充电过时保护的时长,涓流充电过时保护的时长为:

$$T_{TC} = C_{TIMER} * 40.96S/nF$$

恒流充电过时保护的时长是涓流充电过时保护的8倍。当TIMER引脚直接接地时,涓流充电过时保护默认为90分钟,恒流充电过时保护默认为720分钟。当TIMER引脚接电池电压时,过时保护功能被屏蔽。

## 升压输出模式

MP5030/MP5031提供一路同步升压输出,集成功率MOS,可提供5.15V/2.1A输出,效率高达92%以上。MP5030/MP5031采用500KHz的开关频率,可有效减小外部元件尺寸。在充电适配器未接入的状态下,芯片静态电流为65uA,当负载插入或者单击KEY键后,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2.1A时,恒压输出5.15V,当输出电流需要大于2.1A时,输出电压开始减小,维持输出电流恒定在2.1A。在恒压模式下,

如果输出接入重载，MP5030/MP5031工作在固定频率500KHz，并且逐周期限流，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。当负载电流低于20mA（典型值）超过16S后，放电模块自动关闭，LED1~LED4全灭，提醒用户外接设备充电已结束。

MP5030/MP5031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、短路及过温情况时，系统自动关闭，并进入异常保护模式，只有单击KEY键，插入VCC或重新插入负载才可以解除异常保护模式。MP5030/MP5031通过控制续流PMOS可以有效阻止输出电流的倒灌。

在放电过程中，如果电池电压下降到2.9V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或单击KEY键才可以解锁，解锁后，如果电池电压大于3.2V，在VCC没有插入的情况下，放电模块才能再次启动。

## KEY 键和手电筒

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3.2V时，放电模块不启动，LED1~LED4顺序跑马一遍后全灭。单击KEY键还可以解锁VBAT的欠压闭锁，当VBAT电压下降到2.9V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。

双击KEY键开关手电筒，手电筒驱动采用NMOS漏极开路输出结构。芯片不区别双击和单击，双击时也会开启放电模块。

## LED 灯显示

LED灯显示分为充电电量显示、放电电量显示、查看电量显示、放电低电量报警显示和电路异常显示。充电模式下最高电量位以1Hz频率闪烁，放电模式下LED显示电量位常亮，放电低电量报警时LED1以2Hz闪烁。芯片异常时，4颗LED灯全熄灭。在负载插入和单击KEY键时，LED1~LED4顺序跑马一遍，方便客户检查灯的焊接。

为了支持更多的LED显示模式，芯片在LED1脚上串行输出电池电量和充放电异常指示，这个串行码是并在LED1显示上面，当客户需要不同的LED显示时，可以用MCU从LED1脚上读取芯片工作状态、电量数据和充放电异常数据，再用MCU做出显示。

## 充电电量LED显示

当VCC的输入电压在4V到6V之间且大于电池电压时，系统进入充电状态，LED1~LED4一直显示充电状态电量。

| 电池电压(充电)         | 电量(充电) | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 |
|------------------|--------|------|------|------|------|
| 4.2V/4.35V       | 4级     | 亮    | 亮    | 亮    | 亮    |
| 3.95V-4.2V/4.35V | 3级     | 亮    | 亮    | 亮    | 闪    |
| 3.75V-3.95V      | 2级     | 亮    | 亮    | 闪    | 灭    |
| 3.55V-3.75V      | 1级     | 亮    | 闪    | 灭    | 灭    |
| <3.55V           | 0级     | 闪    | 灭    | 灭    | 灭    |

## 放电电量LED显示

当电池电压大于3.2V时，单击KEY键，升压模块开始工作，LED1~LED4顺序跑马一遍后全灭，LED1~LED4进入电量指示状态显示。

| 电池电压(放电)     | 电量(放电) | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 |
|--------------|--------|------|------|------|------|
| >3.85V       | 4级     | 亮    | 亮    | 亮    | 亮    |
| 3.65V~3.85V  | 3级     | 亮    | 亮    | 亮    | 灭    |
| 3.45V~3.65V  | 2级     | 亮    | 亮    | 灭    | 灭    |
| 3.15V~3.45V  | 1级     | 亮    | 灭    | 灭    | 灭    |
| 2.90V~3.15V  | 0级     | 2Hz闪 | 灭    | 灭    | 灭    |
| <2.90V(欠压保护) | -      | 灭    | 灭    | 灭    | 灭    |

### 待机状态KEY键电量显示

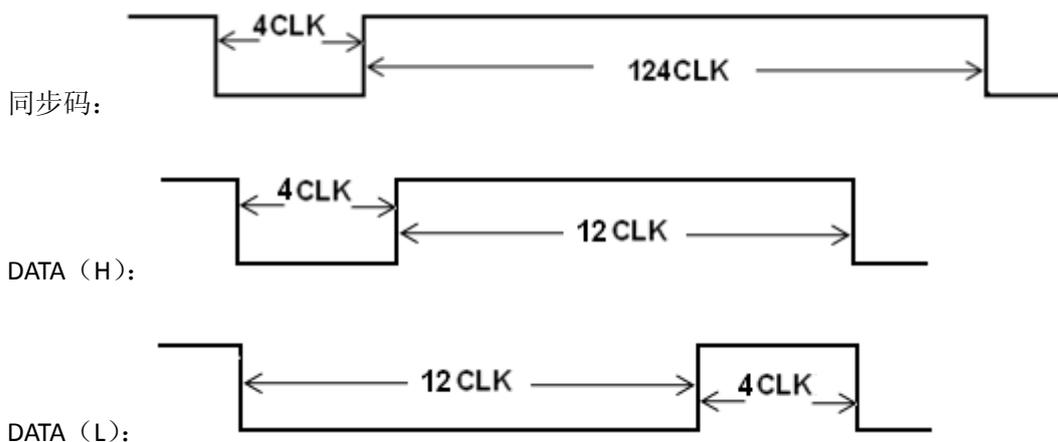
在待机状态下，单击KEY键，LED1~LED4顺序跑马一遍后全灭，LED1~LED4进入电量指示状态显示，LED1~LED4显示电量16S后关闭。如果VBAT小于3.2V，LED1~LED4顺序跑马一遍后全灭。

| 电池电压        | 电量 | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 |
|-------------|----|------|------|------|------|
| >3.85V      | 4级 | 亮    | 亮    | 亮    | 亮    |
| 3.65V~3.85V | 3级 | 亮    | 亮    | 亮    | 灭    |
| 3.45V~3.65V | 2级 | 亮    | 亮    | 灭    | 灭    |
| 3.2V~3.45V  | 1级 | 亮    | 灭    | 灭    | 灭    |
| <3.2V       | 0级 | 灭    | 灭    | 灭    | 灭    |

### 串行码输出

无论在充电模式或放电模式下，当LED显示电量时，LED1中都包含有3组串行码输出。串行码中包含有同步码、工作码、工作状态码和电量码。同步码用来给MCU做识别，只有接受到同步码后，后面的数据才有效；工作码用来标识芯片是工作在充电模式还是放电模式；工作状态码在充电模式下用来标识芯片是正在充电还是充电结束，工作码在充电模式下用来标识芯片是正在放电还是放电结束。串行码输出格式具体如下：

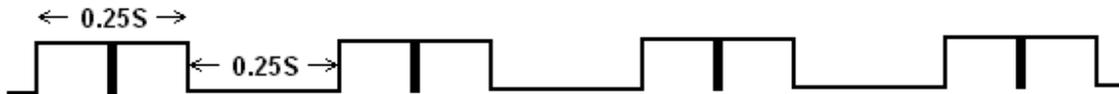
| 同步码 | 工作码 | 工作状态码 | D2 | D1 | D0 |
|-----|-----|-------|----|----|----|
|-----|-----|-------|----|----|----|



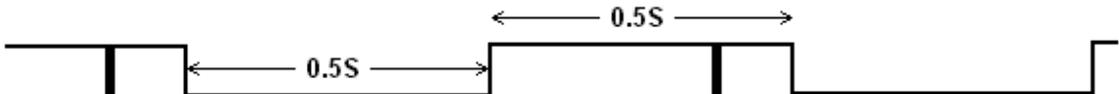
在串行码中，一个 CLK 的时间为 16us，串行码每次连发 3 组，防止产生误码，串行码在 LED1 输出状态如下：

| 工作码       | 工作状态码 | D2 | D1 | D0 | 电池状态                           |
|-----------|-------|----|----|----|--------------------------------|
| H: Boost  | H     | X  | X  | X  | 放电结束                           |
|           | L     | 0  | 0  | 1  | $2.9 \leq V_{BAT} < 3.15$      |
|           | L     | 0  | 1  | 0  | $3.15 \leq V_{BAT} < 3.45$     |
|           | L     | 0  | 1  | 1  | $3.45 \leq V_{BAT} < 3.65$     |
|           | L     | 1  | 0  | 0  | $3.65 \leq V_{BAT} < 3.85$     |
|           | L     | 1  | 0  | 1  | $3.85 \leq V_{BAT}$            |
| L: Charge | L     | 0  | 0  | 1  | $V_{BAT} < 3.25$               |
|           | L     | 0  | 1  | 0  | $3.25 \leq V_{BAT} < 3.55$     |
|           | L     | 0  | 1  | 1  | $3.55 \leq V_{BAT} < 3.75$     |
|           | L     | 1  | 0  | 0  | $3.75 \leq V_{BAT} < 3.95$     |
|           | L     | 1  | 0  | 1  | $3.95 \leq V_{BAT} < 4.2/4.35$ |
|           | H     | 1  | 0  | 1  | $4.2/4.35 \leq V_{BAT}$        |

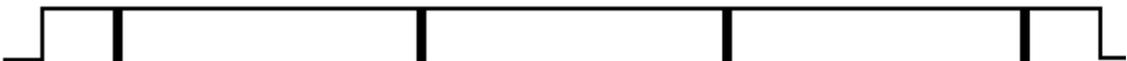
LED1 以 2HZ 闪烁时，发码状态：



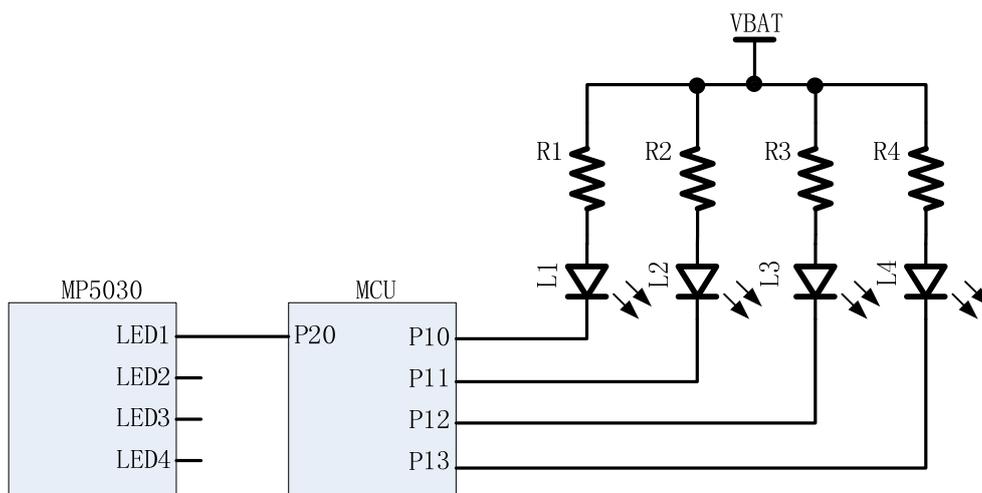
LED1 以 1HZ 闪烁时，发码状态：



LED1 常亮时，发码状态：

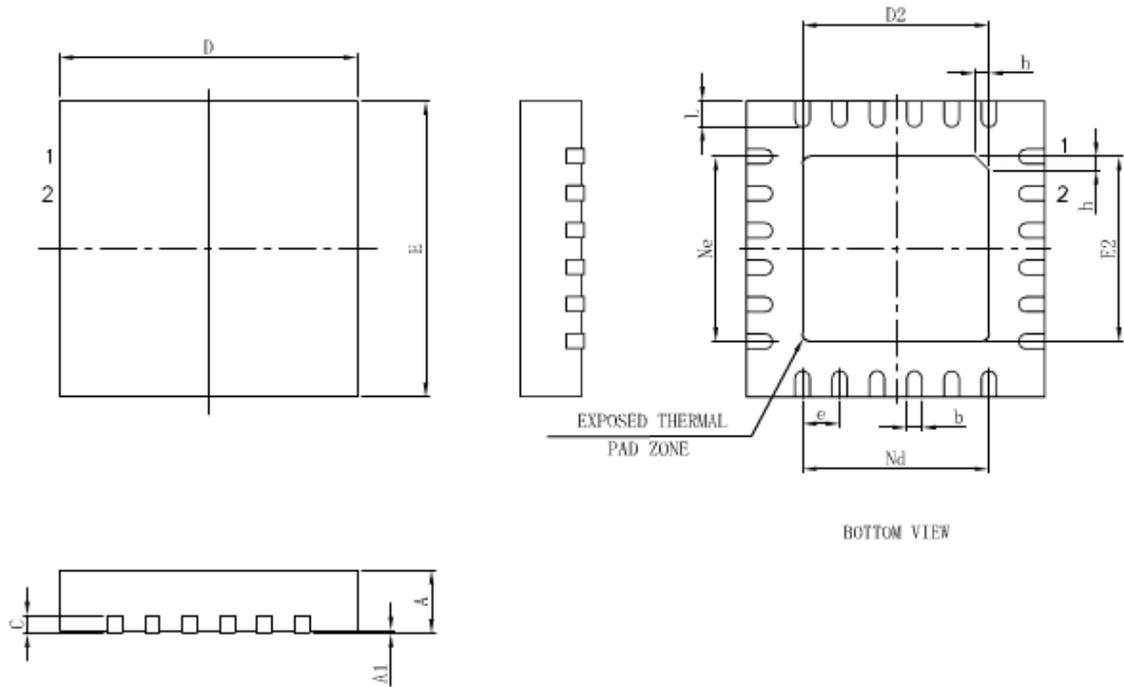


### 串行码输出应用



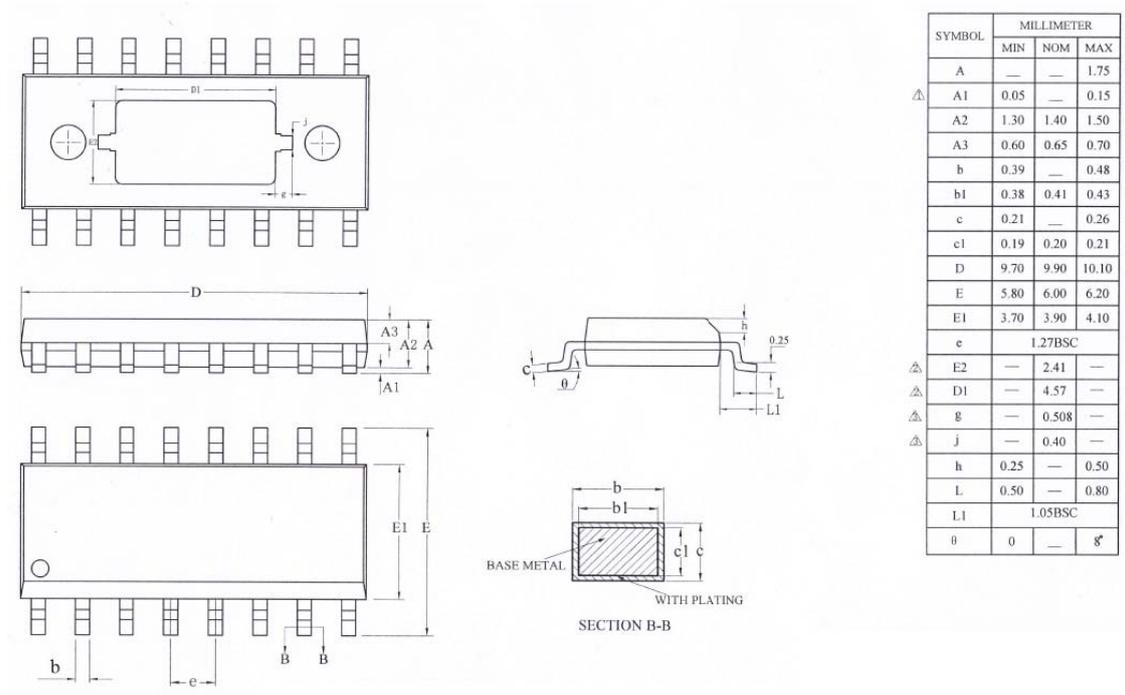
在串行码的应用中，客户可以通过MCU从串行码中读出芯片的工作状态和电池电量，根据自己的需求来个性化设定LED灯的输出模式，例如跑马灯、呼吸灯、水滴灯等等。

QFN24 封装外观图



| SYMBOL  | MILLIMETER |      |      |
|---------|------------|------|------|
|         | MIN        | NOM  | MAX  |
| A       | 0.70       | 0.75 | 0.80 |
| A1      | —          | 0.02 | 0.05 |
| b       | 0.18       | 0.25 | 0.30 |
| c       | 0.18       | 0.20 | 0.25 |
| D       | 3.90       | 4.00 | 4.10 |
| D2      | 2.40       | 2.50 | 2.60 |
| e       | 0.50BSC    |      |      |
| Ne      | 2.50BSC    |      |      |
| Nd      | 2.50BSC    |      |      |
| E       | 3.90       | 4.00 | 4.10 |
| E2      | 2.40       | 2.50 | 2.60 |
| L       | 0.35       | 0.40 | 0.45 |
| h       | 0.30       | 0.35 | 0.40 |
| L/P载体尺寸 | 110x110    |      |      |

ESOP16 封装外观图



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)