

# 大电流线性内置MOS管单节锂电池充电器控制电路

## 特点

- 4.2V 单节锂离子或锂聚合物电池充电器的理想控制电路；
- 高于 1% 的电压精度；
- 分两段恒定电流充电，充电电流可调；
- 恒定电压充电过程；
- 自动再充电过程；
- 电池饱和和结束电压可调；
- 双 LED 充电状态指示；
- 电池不正常状态的检测；
- 电源电压低时，处于低功耗的 Sleep 模式，电池漏电流极小；
- 极少的外围元器件；
- 小型化的 SOP8 封装；

## 概述

GX4006 是一款专门为高精度的线性锂电池充电器而设计的电路，非常适合那些低成本、便携式的充电器使用。它集高精度恒定电流充电、

恒定电压充电、电池状态检测、充电结束低泄漏、充电状态指示等性能于一身，可以广泛地使用于 EPC、移动多媒体、手持设备等领域。

GX4006 通过检测电池电压来决定其充电状态：第一段恒流充电、第二段恒流充电、恒压充电。当电池电压小于阈值电压  $V_{MIN}$  (一般为 3.6V) 时，处于第一段恒定电流充电状态，以设定电流一半的电流对电池进行充电。第一段恒定电流充电使电池电压达到  $V_{MIN}$  后，进入第二段恒定电流充电的快速充电状态，充电电流  $I_{REG}$  可以通过外围电阻 R1 调整，恒定电流充电使电池电压上升到恒定电压充电电压  $V_{REG}$  (一般为 4.2V)。然后进入恒定电压充电状态，充电电压的精度优于  $\pm 1\%$ ，在该状态下，充电电流将逐渐减小，当充电电流小于阈值  $I_{TERM}$ ，充电结束。充电结束后，将始终对电池电压进行监控，当电池电压小于阈值  $V_{RECHG}$  (一般为  $V_{REG} - 250mV$ ) 时，对电池进行再充电，进入下一个充电周期。

GX4006 还可以通过调节外围电阻来提高电池饱和和结束电压，可以设到需要的电压点。

## 功能框图

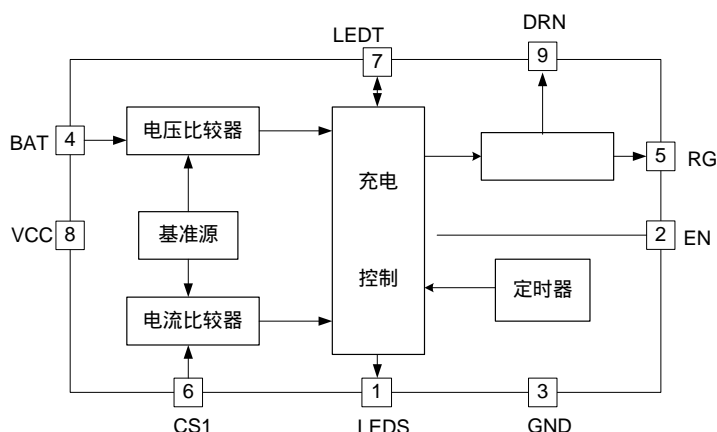


图 1 GX4006 功能框图

## 订购信息

| 型号      | 器件标记            | 日期代码 | 封装形式   | 管脚数 |
|---------|-----------------|------|--------|-----|
| GX4006S | GX4006S<br>XXXX | XXXX | SOP-PP | 8   |

## 管脚排列



图 2 GX4006S 引脚

## 引脚描述

| 引脚名称 | 引脚序号 | I/O | 引脚功能   |
|------|------|-----|--|
| LEDS | 1    | O   | 充电状态指示。在充电过程中，该引脚被下拉到 GND；充电结束后，呈高阻态；                              |
| EN   | 2    | O   | 使能输入端。输入高电平时处于正常工作状态，输入低电平时处于截止状态。                                 |
| GND  | 3    | PWR | 接地端。与供电电源和电池的负极相连。   |
| BAT  | 4    | I   | 电池电压检测输入端。与电池相接时需串接一个电阻来调节电池饱和和结束电压，同时电池两端需要一个 22 $\mu$ F 或以上的电容去耦 |
| RG   | 5    | I   | 调整管驱动端，需要用 1 K 电阻上拉到 VCC   |
| CS1  | 6    | I   | 充电电流控制端。可设置恒定电流充电的电流。  |
| LEDT | 7    | I/O | 在充电过程中呈高阻态。充电结束后，该引脚被下拉到 GND，可以用来作为充电结束指示。                         |
| VCC  | 8    | PWR | 电源端。与供电电源的正极连接，该引脚必需用一个 10 $\mu$ F/16V 或以上的电容去耦。                   |
| DRN  | 9    | O   | 输出驱动。散热片与内部的驱动管 D 端相连。   |

## 极限参数

|                    |                     |                         |            |
|--------------------|---------------------|-------------------------|------------|
| 供电电源 VCC.....      | - 0.3V ~ + 18V      | 功耗 $P_D$ ( $T_A = 25$ ) |            |
| CS1、LED、RG、BAT、DRN |                     | SOP8.....               | TBD        |
| LEDS 端允许输入电压.....  | - 0.3V ~ VCC + 0.3V | 贮存温度.....               | - 65 ~ 150 |
| 工作温度 $T_A$ .....   | - 40 ~ + 130        | 焊接温度 (锡焊, 10 秒).....    | 300        |
| 结温.....            | 150                 |                         |            |
| 功率.....            | 4W                  |                         |            |

注：超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

## 电气参数

(除非特别注明, VCC = 5V。标注“◆”的工作温度为 - 40  $T_A$  130 ; 未标注“◆”的工作温度为:  $T_A = 25$  ; 典型值的测试温度为:  $T_A = 25$  )

| 参数名称                 | 符号           | 测试条件                                |   | 最小值               | 典型值               | 最大值               | 单位      |
|----------------------|--------------|-------------------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| 供电电源                 | VCC          |                                     | ◆ | 4.5               | 5                 | 12                | V       |
| 电源电流                 | $I_{SUPPLY}$ | VCC = 5V                            | ◆ |                   | 1                 | 3                 | mA      |
|                      |              | VCC = 12V                           | ◆ |                   | 2                 |                   | mA      |
| 有效电源电压               | $V_{UVLO}$   | VCC 上升                              | ◆ | 3.5               | 4.0               | 4.3               | V       |
| Sleep 模式电池漏电流        | $I_{SLEEP}$  | VCC 悬空, $V_{BAT} = 4.2V$            | ◆ |                   | 7                 | 20                | $\mu A$ |
| <b>恒定电压充电</b>        |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| 充电电压                 | $V_{REG}$    | VCC = $V_{CS1}$                     |   | 4.168             | 4.2               | 4.232             | V       |
|                      |              |                                     | ◆ | 4.165             | 4.2               | 4.242             | V       |
| 输入电压调整率              |              | VCC = 4.5V ~ 12V                    |   |                   | 0.05              |                   | %       |
| <b>充电电流</b>          |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| 充电电流                 | $I_{REG}$    | VCC = 5V                            |   |                   | 1.3               | 1.6               | A       |
| <b>进入再充电状态状态</b>     |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| BAT 端电压              | $V_{RECHG}$  |                                     |   | $V_{REG} - 0.350$ | $V_{REG} - 0.250$ | $V_{REG} - 0.150$ | V       |
| <b>第一段恒定电流充电</b>     |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| CS1 端电压              | $V_{CSPRG}$  | 相对于 VCC (注1)                        | ◆ | 45                | 60                | 75                | mV      |
| <b>第二段恒定电流充电</b>     |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| CS1 端电压              | $V_{CSREG}$  | 相对于 VCC (注1)                        |   | 105               | 120               | 135               | mV      |
| <b>充电结束阈值</b>        |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| CS1 端电压              | $V_{CSTERM}$ | 相对于 VCC (注1)                        |   |                   | 19                |                   | mV      |
| <b>第一段恒定电流充电结束阈值</b> |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| BAT 端电压              | $V_{MIN}$    |                                     |   | 3.40              | 3.60              | 3.80              | V       |
| <b>DRIVE 驱动端</b>     |              |                                     |   |                   |                   |                   |         |
| 上拉阻抗                 |              | $V_{BAT} = 4.5V$                    |   |                   | 5                 |                   | k       |
| 输出高电平                |              | VCC = 12V, $V_{BAT} = 4.5V$         | ◆ | 11.9              |                   |                   | V       |
| 灌电流                  |              | $V_{BAT} = 3.6V$ , $V_{DRIVE} = 1V$ | ◆ | 30                |                   |                   | mA      |

## 电气参数 (续)

(除非特别注明, VCC = 5V。标注“◆”的工作温度为 - 40  $T_A$  130 ; 未标注“◆”的工作温度为:  $T_A = 25$  ; 典型值的测试温度为:  $T_A = 25$  )

| 参数名称              | 符号        | 测试条件                     | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位      |
|-------------------|-----------|--------------------------|-----|-----|------|---------|
| <b>电池不正常状态判别</b>  |           |                          |     |     |      |         |
| BAT 端电压           | $V_{BSC}$ |                          | 0.3 | 0.8 | 1.2  | V       |
| LEDS 端输出脉冲周期      |           |                          | 0.3 | 0.5 | 0.75 | s       |
| LEDS 端输出脉冲占空比     |           |                          |     | 50  |      | %       |
| LEDS 端, LEDT 端灌电流 |           | $V_{LEDS}=V_{LEDT}=0.3V$ | 10  |     |      | mA      |
| BAT 端输入电流         |           | $V_{BAT} = 3.6V$         |     | 10  | 20   | $\mu A$ |
| BAT 端外接电容         |           |                          |     | 22  | 47   | $\mu F$ |

注: 1 除非特别注明, 表中的电压值均相对于 GND 而言;

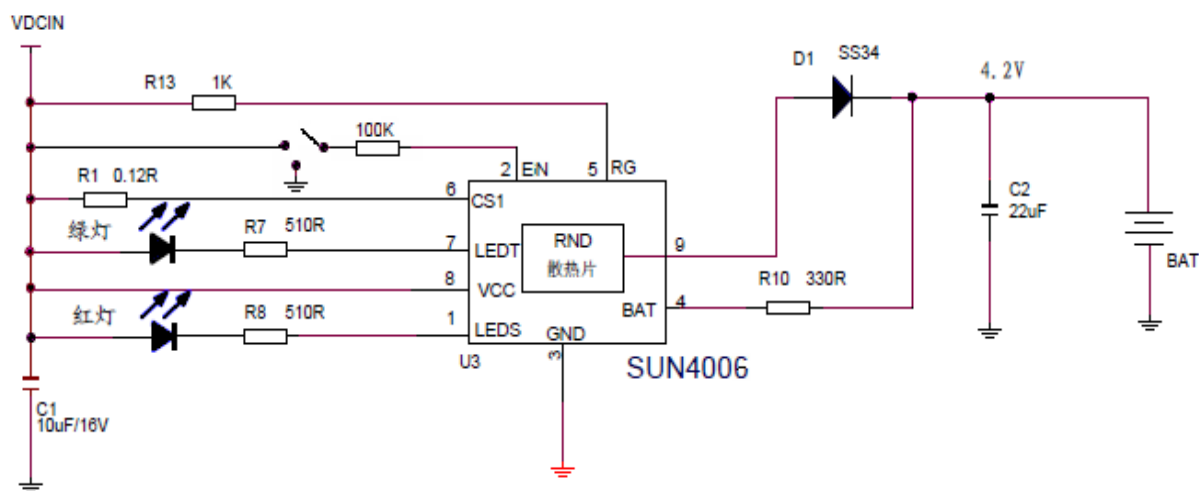
2 参见应用线路图 3;

## 功能描述

GX4006 是一款专门为高精度线性单节锂电池充电器而设计的电路, 图 3 是应用图。当电池电压在 3.6V 以下时:  $I_{REG} = 60mV/R1$

当电池电压在 3.6V 以上时:  $I_{REG} = 120mV/R1$   
图 4 示出了充电过程中的电流、电压曲线, 图 5 为充电周期的流程图。

$R1 = 120mV / \text{充电电流}$



R10 每调大 2K 电压就上升 10mV

$$V_{OUT} = (R10/2 * 10mV) + 4.2V \quad R10 \text{ 以“K”为单位}$$

图 3 应用线路图

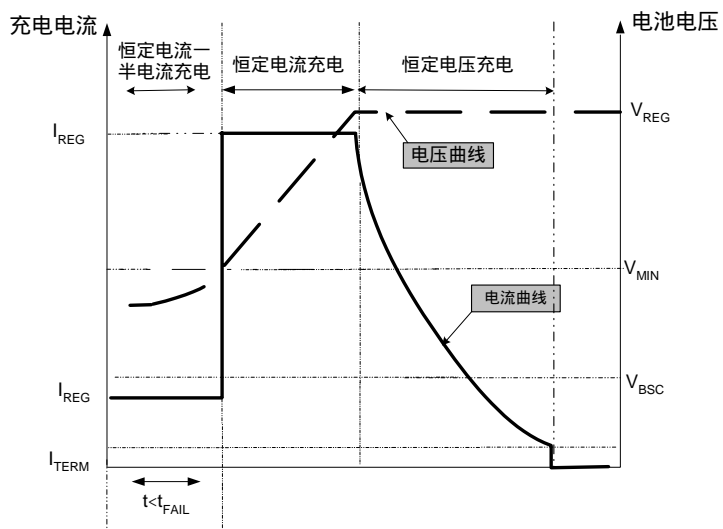


图 4 充电过程中的电流、电压曲线

## 1、第一段恒定电流充电

GX4006 检测到如下两种情况之一即开始进入充电周期：

a) 加上适当的电源后 ( $V_{CC} > 4.2V$ )，插上锂电池 ( $V_{BAT} < V_{RECHG}$ )；

b) 已经插上锂电池 ( $V_{BAT} < V_{REG}$ )，然后加上适当的电源 ( $V_{CC} > 4.2V$ )；

如果锂电池的初始电压低于第一段充电阈值  $V_{MIN}$ ，则首先进入第一段恒定电流充电阶段。

$I_{REG}$  相对于第二段恒定电流充电时的电流来说小一半，这是因为当电池电压  $V_{BAT}$  较小时，如果用大电流对其进行充电，会存在安全上的隐患；同时，当电池电压  $V_{BAT}$  低时，在内部调整管 Q1 上的压降较大，减小电流对降低 Q1 的功耗也是非常有利的。电流计算公式： $I_{REG} = V_{CSPRE}/R1$

注意，在情况 a) 中，如果电池电压  $V_{BAT}$  大于再充电阈值  $V_{RECHG}$ ，GX4006 不会立刻进入充电阶段，它必须等到  $V_{BAT} < V_{RECHG}$  后，由于需再充电而进入下一个充电周期；在情况 b) 中，只要电池电压  $V_{BAT}$  小于阈值  $V_{REG}$ ，无论其是否大于  $V_{RECHG}$ ，GX4006 都会立刻进入充电阶段，直至充电结束。

## 2、第二段恒定电流充电

当电池电压达到  $V_{MIN}$  时，电池将进入下一个充电阶段：恒定电流充电。其充电电流由  $I_{REG} = V_{CSREG}/R1$  来确定。因此，通过调整电阻 R1 即可获得希望得到的充电电流。R1 误差为  $\pm 1\%$  封装应取用 0805 以上的封装体积为比较好。

## 3、恒定电压充电

随着恒定电流充电的进行，电池电压上升，当电池达到一定电压 ( $V_{REG}$ ) 时，即进入恒定电压充电阶段。在此阶段，电池电压不再上升，被恒定在  $V_{REG}$ ，且充电电流逐渐减小。

## 4、充电结束

在恒定电压充电阶段，充电电流逐渐减小，当电流减小到  $I_{TERM} = V_{CSTERM}/R1$  时，电池充电结束，同时，充电电流降为零。

## 5、充电指示

GX4006 有两个充电指示端：LEDS 端和 LEDT 端。

LEDS 为充电状态指示，一般通过红色发光管 Red 连接到 VCC，在恒定电流充电、恒定电压充电阶段，LEDS 为低电平，Red “亮”；当电池状态不正常 ( $V_{BAT} < V_{BSC}$ ) Red “闪烁” 充电结束后，LEDS 呈高阻态，Red “灭”。

LEDT 作为充电结束指示端，可以通过绿色发光管 Green 连接到 VCC，在充电过程中，其电压接近于 VCC，Green “灭”；充电结束后，LEDT 端为低电平，Green “亮”。

## 6、SLEEP 模式

当电源电压 VCC 低于电池电压时，GX4006 将进入低功耗的 Sleep 模式，电池有极小的漏电流输出。

## 7、电池不正常状态的提示

当电池电压  $V_{BAT}$  低于  $V_{BSC}$  时，GX4006 认为电池存在“短路”的可能性，此时，Red “闪烁”用来提醒用户，但充电过程继续进行，如果充到可以使  $V_{BAT}$  大于  $V_{BSC}$ ，则 Red 停止“闪烁”，变为“亮”，继续充电。

## 8、再充电

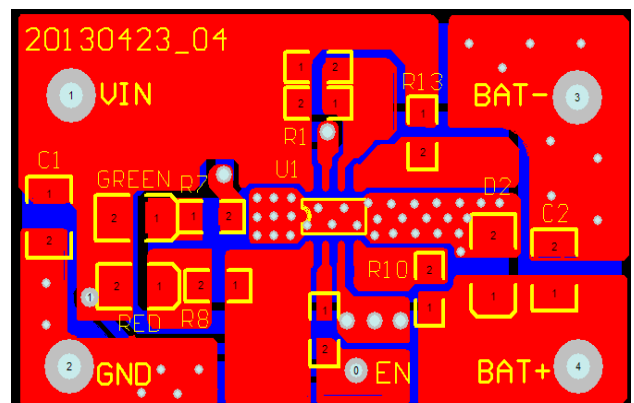
充电结束后，电池电压  $V_{BAT}$  应等于  $V_{REG}$ ，Red “灭”，Green “亮”，表示处于充电结束阶段；但是，如果电池电压  $V_{BAT}$  下降到再充电阈值  $V_{RECHG}$  时，GX4006 会自动进入再充电阶段，开始下一个充电周期，同时，指示二极管 Red “亮”，Green “灭”，表示又重新处于充电阶段。

## 9、R10 的确定

R10 误差为  $\pm 1\%$  通过 R10 可以调节充电电池结束电压值，把电阻调大就可以提高电池饱和电压。R10 电阻每调大 2K 电池电压就上调 10MV 左右。

## 10、PCB 板的布局与布线

在制作 PCB 过程中，R1 放置在 VCC 与 GX4006 的 CS1 端之间，应使 R1 两端的连线尽可能的短，同时 C1 应紧挨着 R1 放置；电容 C2 应紧挨着电路 GX4006；为了取得更好的效果；散热片和 PCB 铜泊与 DRN 脚相连在一起；在散热片底盘布线尽量把铜泊布宽点；二极管与 GX4006 相离远点；这样有助于散热。



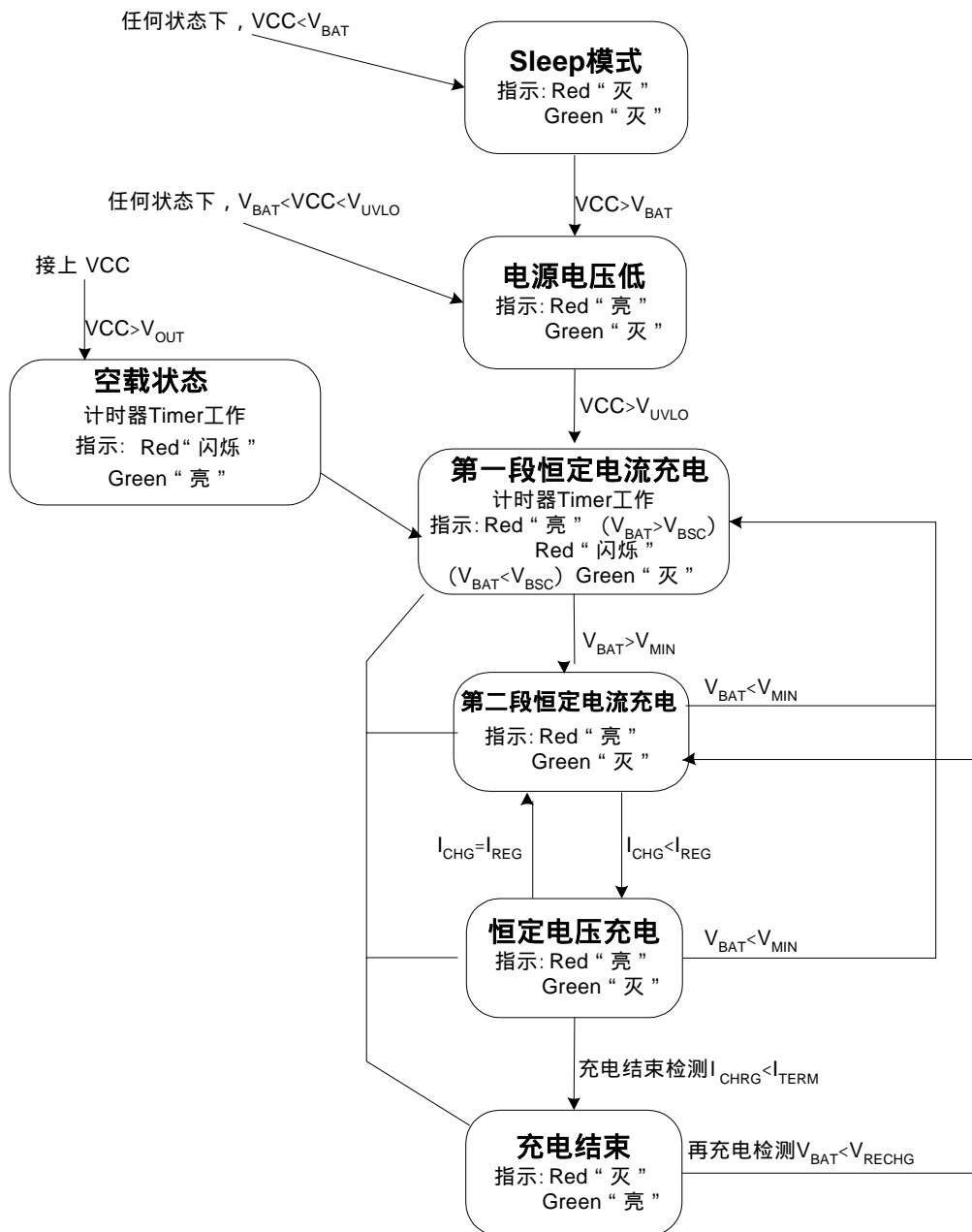
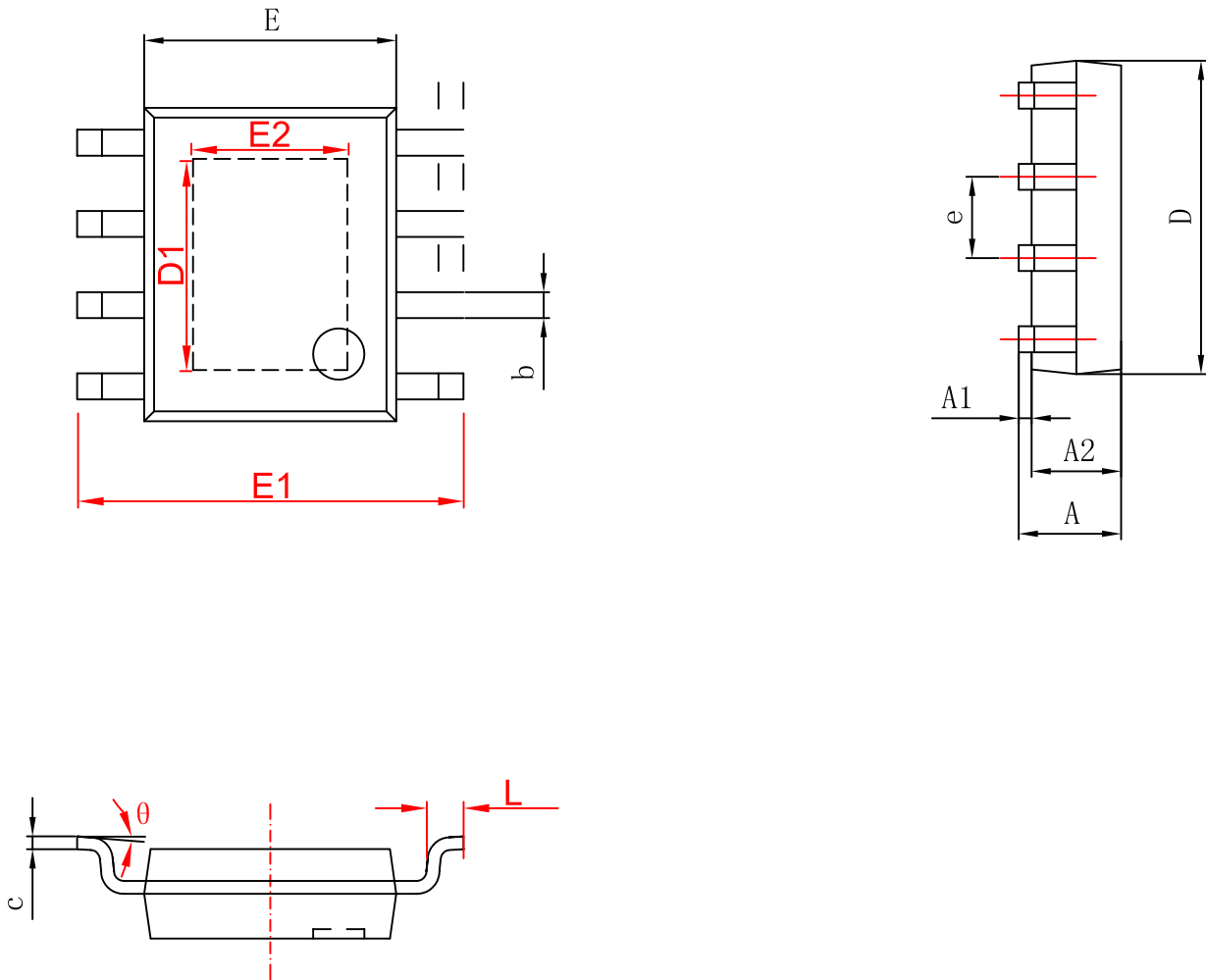


图 5 充电周期的流程图

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



| 字符       | Dimensions In Millimeters |       | Dimensions In Inches |       |
|----------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
|          | Min                       | Max   | Min                  | Max   |
| A        | 1.350                     | 1.750 | 0.053                | 0.069 |
| A1       | 0.050                     | 0.150 | 0.004                | 0.010 |
| A2       | 1.350                     | 1.550 | 0.053                | 0.061 |
| b        | 0.330                     | 0.510 | 0.013                | 0.020 |
| c        | 0.170                     | 0.250 | 0.006                | 0.010 |
| D        | 4.700                     | 5.100 | 0.185                | 0.200 |
| D1       | 3.202                     | 3.402 | 0.126                | 0.134 |
| E        | 3.800                     | 4.000 | 0.150                | 0.157 |
| E1       | 5.800                     | 6.200 | 0.228                | 0.244 |
| E2       | 2.313                     | 2.513 | 0.091                | 0.099 |
| e        | 1.270 (BSC)               |       | 0.050 (BSC)          |       |
| L        | 0.400                     | 1.270 | 0.016                | 0.050 |
| $\theta$ | 0°                        |       | 8°                   |       |

图6 SOP8封装外形尺寸图