# 具有太阳能最大功率点跟踪功能的 10A 降压型单节磷酸铁锂电池充电管理集成电路 CN3802

## 概述:

CN3802 是一款可使用太阳能供电的 PWM 降压模式单节磷酸铁锂电池充电管理集成电路，可独立对单节磷酸铁锂电池充电进行管理，具有封装外形小，外围元器件少和使用简单等优点。

CN3802 采用涓流，恒流和恒压充电模式，非常适合单节磷酸铁锂电池充电管理。恒压充电电压固定为 3.639V，精度±1%；恒流充电电流通过一个外部电阻设置。当用太阳能供电时，内部电路能够自动跟踪太阳能板的最大功率点，用户不需要考虑最坏情况，可最大限度利用太阳能的输出功率，非常适合利用太阳能供电的应用。

对于深度放电的磷酸铁锂电池，当BAT管脚电压低于恒压充电电压的66.6%(典型值)时，CN3802用所设置的恒流充电电流的25%对电池进行涓流充电。在恒压充电阶段，充电电流逐渐减小，当充电电流降低到恒流充电电流的15%时，充电结束。在充电结束状态，如果BAT管脚电压下降到恒压充电电压的94.4%以下，自动开始新的充电周期。当输入电源掉电或者输入电压低于电池电压时，CN3802自动进入低功耗的睡眠模式。

其它功能包括符合 JEITA 标准的电池温度监测，输入低电压锁存，防止电池电流倒灌，电池端过压保护和状态指示等。

CN3802 采用 20 管脚 QFN 封装(QFN-20)。

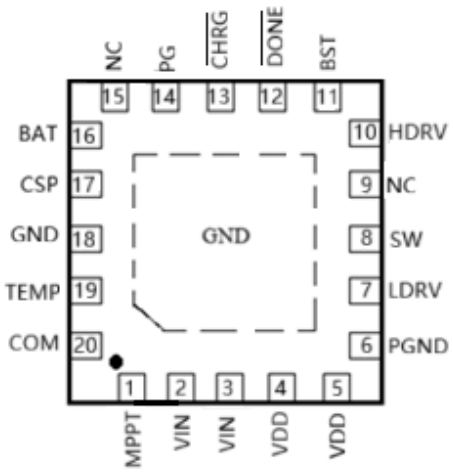
## 应用:

- 小家电
- 手持设备
- 备用电池应用
- 便携式工业和医疗仪器
- 音响
- 单节磷酸铁锂电池充电管理

## 特点:

- 太阳能板最大功率点跟踪功能
- 对单节磷酸铁锂电池进行充电管理
- 宽输入电压范围：4.5V 到 30V
- 充电电流可达 10A
- 开关频率 550KHz，可使用小外形电感
- BAT 管脚恒压充电电压：3.639V±1%
- 恒流充电电流由外部电阻设置
- 对深度放电的电池进行涓流充电
- 支持 100%占空比
- 自动再充电功能
- 两个状态指示输出端
- 符合 JEITA 标准的电池温度监测功能
- 软启动功能
- 当输入电源掉电或者输入电压低于电池电压时，自动进入低功耗睡眠模式
- 使用外部 P 沟道 MOSFET 防止电池电流倒灌
- 电池端过压保护
- 工作环境温度：－40℃ 到 ＋85℃
- 采用 QFN-20 封装
- 产品无铅，满足 Rohs，不含卤素

## 管脚排列:



## 典型应用电路:

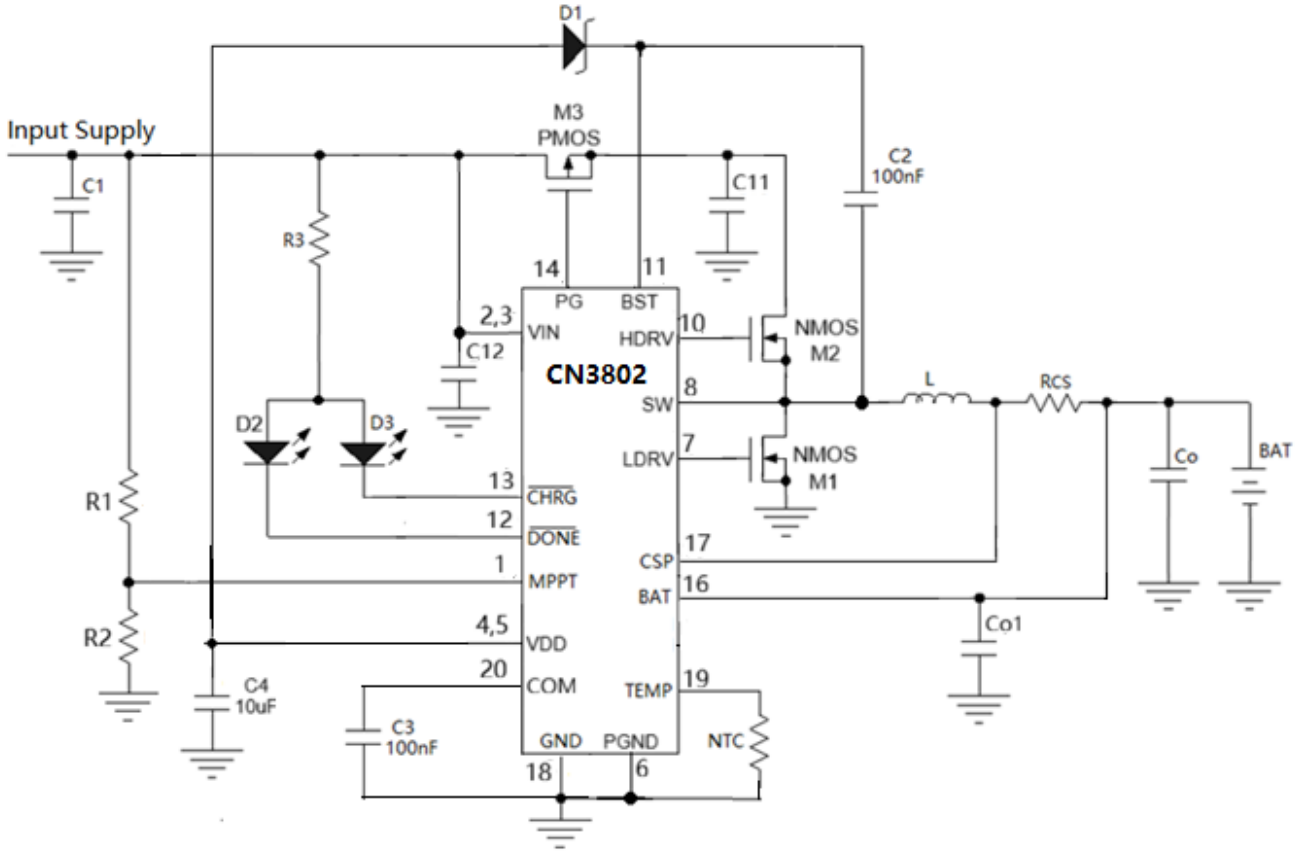



图 1　典型应用电路

## 订购信息:

| 型号 | 封装形式 | 印字 | 包装 | 工作环境温度 |
|---|---|---|---|---|
| CN3802 | QFN-20 | CN3802 | 盘装，每盘 5000 只 | －40℃ 到 ＋85℃ |

## 管脚描述:

| 管脚序号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| 1 | MPPT | **太阳能板最大功率点跟踪端。**在太阳能板最大功率点跟踪状态，此管脚电压被调制到 1.205V。此管脚需要外接电阻分压网络以检测太阳能板的电压。<br>在不使用太阳能板最大功率点跟踪功能时，MPPT 管脚外部电阻分压网络的选择应使得 MPPT 管脚电压在 1.5V 与 6V 之间。 |
| 2 | VIN | **输入电源正极连接端。**VIN 是内部电路的电源。此管脚与地(GND)之间需要连接滤波电容。 |
| 3 | | |
| 4 | VDD | **5V 电压调制器输出。**内部低压电路工作电源，此管脚到地之间需要连接一个 10uF 的电容。当输入电压在 5.5V 到 30V 之间时，此管脚输出 5V 电压；当输入电压小于 5.35V 时，此管脚电压低于 5V，接近 VIN。此 5V 电压调制器最大输出电流 15 毫安。 |
| 5 | | |
| 6 | PGND | **功率地(Power Ground)** |
| 7 | LDRV | **低端 N 沟道 MOSFET 驱动端。**连接到外部低端 N 沟道 MOSFET (图 1 中的 M1)的栅极。 |
| 8 | SW | **电感连接端。**连接到外部电感，即开关节点，如图 1 所示。 |
| 9 | NC | **没有连接。** |
| 10 | HDRV | **高端 N 沟道 MOSFET 驱动端。**连接到外部高端 N 沟道 MOSFET (图 1 中的 M2)的栅极。 |
| 11 | BST | **高端 N 沟道 MOSFET 驱动电源。**如图 1 所示，BST 管脚与开关节点之间需要接一个 100nF 的自举电容。BST 管脚与 CN3802 的 5V 电压调制器输出需要接一个肖特基二极管。 |
| 12 | $\overline{\text{DONE}}$ | **充电结束指示端。**漏极开路输出。在充电结束状态，内部晶体管将此管脚拉到地(GND)；否则，此管脚为高阻状态。 |
| 13 | $\overline{\text{CHRG}}$ | **充电状态指示端。**漏极开路输出。在充电状态，内部晶体管将此管脚拉到地(GND)；否则，此管脚为高阻状态。 |
| 14 | PG | **外部 P 沟道 MOSFET 栅极驱动端。**如图 1 所示，PG 管脚连接到片外 P 沟道 MOSFET 的栅极。此 P 沟道 MOSFET 用于防止电池电流倒灌到输入端。<br>如果不使用外部P沟道MOSFET，PG管脚悬空。 |
| 15 | NC | **没有连接。** |
| 16 | BAT | **电池电压检测负输入端**。此管脚连接到电池的正极，电池电压通过此管脚反馈到 CN3802，以确定充电状态。此管脚和 CSP 管脚用于测量电流检测电阻 RCS 两端的电压，并将此电压信号反馈给 CN3802 进行电流调制。 |
| 17 | CSP | **充电电流检测正输入端。**此管脚和 BAT 管脚用于测量电流检测电阻 RCS 两端的电压，并将此电压信号反馈给 CN3802 进行电流调制。在恒流充电模式，(CSP−BAT)电压被调制在 80mV。 |
| 18 | GND | **模拟地(Analog Ground)。** |

(接上页)

| 管脚序号 | 名称 | 说明 |
|---|---|---|
| 19 | TEMP | **电池温度监测输入端。**在TEMP管脚与GND之间接一个标称值10K欧姆的NTC电阻。<br>● 如果TEMP管脚电压小于0.1V或者大于0.85V，表示电池过热或过冷，充电暂停。<br>● 如果TEMP管脚电压在0.1V与0.135V之间，表示电池偏热，充电电流减小到所设置的恒流充电电流的50%。<br>● 当TEMP管脚电压在0.135V与0.55V之间时，正常工作。<br>● 如果TEMP管脚电压在0.55V与0.85V之间，表示电池偏冷，充电电流减小到所设置的恒流充电电流的25%。<br>如果不使用电池温度监测功能，可在 TEMP 管脚与 GND 之间接一个 10K 电阻。 |
| 20 | COM | **回路补偿输入端。**在此管脚到地之间需连接一个 100nF 的电容以稳定电流和电压调制回路。 |
| 21 | Exposed PAD | **CN3802 背面的散热片。**需要连接到模拟地(GND 管脚)。 |

## 极限参数

VIN 到 GND 电压……..……－0.3V to 32V
$\overline{CHRG}$，$\overline{DONE}$ 到 GND 电压.....…－0.3V to 32V
SW 到 GND 电压……...…－0.3V to 32V
BST，HDRV 到 SW 电压,…...…－0.3V to 6.5V
CSP，BAT 到 GND 电压.....…－0.3V to 6.5V
PG 到 GND 电压…….…... －0.3V to BAT+0.3V
VDD 到 GND 电压.....…－0.3V to 6.5V
COM 到 GND 电压…...…－0.3V to VDD+0.3V
LDRV 到 GND 电压…...…－0.3V to VDD+0.3V

最高结温….……...…..……150℃
工作环境温度…..……－40℃ to 85℃
存储温度…...……...……－65℃ to 150℃
焊接温度（10 秒）……..……..…..…..260℃
热阻(QFN-20)…….……..…TBD

MPPT 到 GND 电压……..…－0.3V to VDD+0.3V
TEMP 到 GND 电压……..…－0.3V to VDD+0.3V

*超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。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。*

## 电气特性:

（VIN＝15V，$T_A$＝－40℃ 到 85℃，典型值在 25℃时测得，除非另有注明）

| 参数 | 符号 | 测试条件 | | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 输入电压范围 | VIN | | | 4.5 | | 30 | V |
| 输入电源低压锁存阈值 | UVLO | | | 2.7 | 3.6 | 4.4 | V |
| 芯片工作电流 | $I_{VIN}$ | $V_{BAT}$=3.8V，外部 N 沟道 MOSFET 关断 | | 520 | 650 | 795 | uA |
| 流入 BAT 管脚电流 | $I_{BAT1}$ | 结束模式，$V_{BAT}$＝3.8V | | 5 | 10 | 15 | uA |
| | $I_{BAT2}$ | 睡眠模式，$V_{BAT}$＝4V | | 2 | 3.6 | 5.5 | uA |
| BAT 管脚恒压充电电压 | $V_{REG}$ | 电池温度正常，恒压模式 | | 3.603 | 3.639 | 3.675 | V |
| 充电电流检测 测量($V_{CSP}$－$V_{BAT}$) | $V_{CS}$ | $V_{REG}$＞$V_{PRE}$，电池正常 | | 70 | 80 | 90 | mV |
| | | $V_{REG}$＞$V_{PRE}$，电池偏热 | | 31 | 38 | 45 | |
| | | $V_{REG}$＜$V_{PRE}$，或电池偏冷 | | 12 | 20 | 28 | |
| **涓流充电** | | | | | | | |
| 涓流充电阈值 | $V_{PRE}$ | BAT管脚电压上升 | | 0.64 | 0.666 | 0.69 | $V_{REG}$ |
| 涓流充电阈值迟滞 | $H_{PRE}$ | BAT管脚电压下降 | | | 0.025 | | $V_{REG}$ |
| **充电结束** | | | | | | | |
| 充电结束阈值 | $V_{term}$ | 充电电流下降 测量($V_{CSP}$－$V_{BAT}$) | | 8 | 13 | 18 | mV |
| **再充电** | | | | | | | |
| 再充电阈值 | $V_{RE}$ | BAT电压下降 | | 0.916 | 0.944 | 0.972 | $V_{REG}$ |
| **BAT管脚过压保护** | | | | | | | |
| 过压阈值 | Vov | BAT 管脚电压上升 | | 1.036 | 1.068 | 1.1 | $V_{REG}$ |
| 过压释放阈值 | Vclr | BAT 管脚电压下降 | | 1.0 | 1.024 | 1.049 | |
| **MPPT 管脚** | | | | | | | |
| MPPT 管脚调制电压 | $V_{MPPT}$ | 在最大功率点跟踪状态 | | 1.18 | 1.205 | 1.23 | V |
| MPPT 管脚电流 | $I_{MPPT}$ | | | －100 | 0 | 100 | nA |
| **振荡器** | | | | | | | |
| 频率 | $f_{osc}$ | | | 430 | 550 | 670 | kHZ |
| 最大占空比 | Dmax | | | | | 100 | % |
| **睡眠模式** | | | | | | | |
| 睡眠模式阈值 (测量VIN－$V_{BAT}$) | $V_{SLP}$ | VIN下降 | $V_{BAT}$＝4V | 0.0 | 0.05 | 0.1 | V |
| 睡眠模式释放阈值 (测量VIN－$V_{BAT}$) | $V_{SLPR}$ | VIN上升 | $V_{BAT}$＝4V | 0.05 | 0.1 | 0.15 | V |
| **芯片结温过温保护模式** | | | | | | | |
| 过温保护阈值 | $T_{OTP}$ | 芯片结温上升 | | | 145 | | ℃ |
| 过温保护释放阈值 | $T_{RLS}$ | 芯片结温下降 | | | 128 | | ℃ |

（下页继续）

（接上页）

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **LDRV 管脚** | | | | | | |
| 输出高电平 | $V_{Hpin8}$ | $I_{LDRV}$＝－10mA | VDD−0.05 | | | V |
| 输出低电平 | $V_{Lpin8}$ | $I_{LDRV}$＝+10mA | | | 0.04 | V |
| 上升时间 | $t_{rpin8}$ | Cload＝2nF, 10% to 90% | 30 | 40 | 60 | nS |
| 下降时间 | $t_{fpin8}$ | Cload＝2nF, 90% to 10% | 18 | 25 | 35 | nS |
| **HDRV 管脚** | | | | | | |
| 输出高电平 | $V_{Hpin10}$ | $I_{DRV}$＝－10mA | BST−0.05 | | | V |
| 输出低电平 | $V_{Lpin10}$ | $I_{DRV}$＝+10mA | | | SW+0.04 | V |
| 上升时间 | $t_{rpin10}$ | Cload＝2nF, 10% to 90% | 30 | 40 | 60 | nS |
| 下降时间 | $t_{fpin10}$ | Cload＝2nF, 90% to 10% | 20 | 30 | 45 | nS |
| **TEMP 管脚** | | | | | | |
| TEMP 管脚输出电流 | $I_{TEMP}$ | | 27 | 30 | 33 | uA |
| 电池过冷阈值 | $V_{COLD}$ | $V_{TEMP}$ 上升，偏冷到过冷 | 800 | 850 | 900 | mV |
| 电池过冷释放阈值 | $V_{COLDR}$ | $V_{TENP}$ 下降，过冷到偏冷 | 755 | 805 | 855 | mV |
| 电池偏冷阈值 | $V_{COOL}$ | $V_{TEMP}$ 上升，正常到偏冷 | 510 | 550 | 590 | mV |
| 电池偏冷释放阈值 | $V_{COOLR}$ | $V_{TENP}$ 下降，偏冷到正常 | 465 | 505 | 545 | mV |
| 电池偏热阈值 | $V_{WARM}$ | $V_{TENP}$ 下降，正常到偏热 | 120 | 135 | 150 | mV |
| 电池偏热释放阈值 | $V_{WARMR}$ | $V_{TEMP}$ 上升，偏热到正常 | 138 | 155 | 172 | mV |
| 电池过热阈值 | $V_{HOT}$ | $V_{TENP}$ 下降，偏热到过热 | 85 | 100 | 115 | mV |
| 电池过热释放阈值 | $V_{HOTR}$ | $V_{TEMP}$ 上升，过热到偏热 | 105 | 120 | 135 | mV |
| **PG 管脚** | | | | | | |
| PG 管脚高电平 | $V_{PGH}$ | 睡眠模式 | | 电池电压 | | V |
| PG 管脚低电平 | $V_{PGL}$ | 正常工作 | | 0 | | V |
| PG 管脚上拉电流 | $I_{PGSRC}$ | 睡眠模式，$V_{BAT}$=4V<br>$V_{BAT}$−$V_{PG}$=0.2V | | 8 | | mA |
| PG 管脚下拉电流 | $I_{PGSINK}$ | 正常工作，$V_{PG}$=0.2V | | 15 | | mA |
| $\overline{CHRG}$**管脚** | | | | | | |
| $\overline{CHRG}$管脚下拉电流 | $I_{CHRG}$ | $V_{CHRG}$＝1V，充电状态 | 7 | 12 | 18 | mA |
| $\overline{CHRG}$管脚漏电流 | $I_{LK1}$ | $V_{CHRG}$＝30V，结束状态 | | | 1 | uA |
| $\overline{DONE}$**管脚** | | | | | | |
| $\overline{DONE}$管脚下拉电流 | $I_{DONE}$ | $V_{DONE}$＝1V，结束状态 | 7 | 12 | 18 | mA |
| $\overline{DONE}$管脚漏电流 | $I_{LK2}$ | $V_{DONE}$＝30V，充电状态 | | | 1 | uA |

**注：**$V_{REG}$ 表示 BAT 管脚恒压充电电压；$I_{CC}$ 表示恒流充电电流。

## 详细描述:

CN3802是一款可使用太阳能板供电的PWM降压型单节磷酸铁锂电池充电管理集成电路。CN3802采用涓流，恒流和恒压充电模式。恒流充电电流由CSP管脚和BAT管脚之间的电流检测电阻$R_{CS}$设置。恒压充电电压由内部的反馈电阻设定，典型值3.639V，精度±1%。

当VIN管脚电压大于低压锁存阈值，并且大于电池电压时，CN3802正常工作。如果BAT管脚电压低于涓流充电阈值，充电器自动进入涓流充电模式，此时充电电流为所设置的恒流充电电流的25%。当BAT管脚电压大于涓流充电阈值，充电器进入恒流充电模式，此时充电电流由内部的80mV基准电压和一个外部电阻$R_{CS}$设置，即恒流充电电流为80mV/$R_{CS}$。当BAT管脚电压继续上升接近恒压充电电压时，充电器进入恒压充电模式，充电电流逐渐减小。在充电状态，漏极开路输出$\overline{CHRG}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示充电状态。当充电电流减小到恒流充电电流的15%时，充电结束，HDRV管脚和LDRV管脚输出低电平，漏极开路输出$\overline{DONE}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示结束状态。

在充电结束状态，如果断开输入电源，再重新接入，将开始一个新的充电周期；如果BAT管脚电压下降到再充电阈值以下，那么也将自动开始新的充电周期。

CN3802可以使用太阳能板供电，具有太阳能板最大功率点跟踪功能。太阳能板最大功率点电压通过两个外部电阻分压后反馈到MPPT管脚，在最大功率点跟踪状态，MPPT管脚电压被调制在1.205V(典型值)。

当输入电压掉电时，CN3802自动进入低功耗睡眠模式，内部电路被关断。

CN3802内部还有一个过压比较器，如果BAT管脚电压由于负载变化或者突然移走电池等原因而上升，那么当BAT管脚电压上升到恒压充电电压的1.068倍时，过压比较器动作，关断片外的两个N沟道MOSFET，充电器暂时停止工作，直到BAT管脚电压回复到恒压充电电压的1.024倍以下。在某些情况下，比如在电池没有连接到充电器上，或者电池突然断开，BAT管脚的电压可能会达到过压保护阈值，此为正常现象。

充电电流和充电电压示意图如图 2 所示。

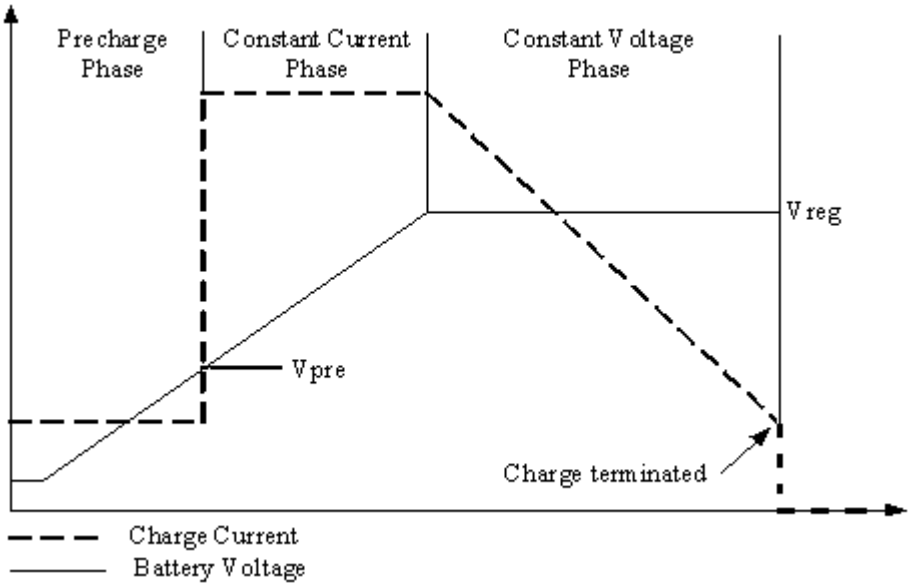



图 2 充电过程示意图

在图 2 中，$V_{reg}$ 是电池端恒压充电电压。

# 应用信息

## 低电压锁存 (UVLO)

芯片内部的低电压锁存电路监测输入电压，当输入电源电压低于4.4V(最大值)时，内部电路被关断，CN3802被禁止工作。

## 涓流充电

在充电状态，如果BAT管脚电压小于恒压充电电压的66.6%(典型值)时，充电器进入涓流充电模式，此时充电电流为恒流充电电流的25%。

## 恒流充电电流的设置

当BAT管脚电压在恒压充电电压的66.6%到100%之间时，CN3802处于恒流充电状态，充电电流由下式决定：

$$I_{CH} = \frac{80mV}{R_{CS}}$$

其中：$I_{CH}$ 是恒流充电电流

$R_{CS}$ 是连接于CSP管脚和BAT管脚之间的电流检测电阻

## 太阳能板最大功率点跟踪

CN3802采用恒电压法跟踪太阳能板的最大功率点。在太阳能板的伏安特性曲线中，当环境温度一定时，在不同的日照强度下，输出最大功率的点所对应的输出电压基本相同，亦即只要保持太阳能板的输出端电压为恒定电压，就可以保证在该温度下光照强度不同时，太阳能板输出最大功率。

CN3802太阳能板最大功率点跟踪端MPPT管脚的电压被调制在1.205V，配合片外的两个电阻(图1中的R1和R2)构成的分压网络，可以实现对太阳能板最大功率点进行跟踪。

太阳能板最大功率点电压由下式决定：

$$V_{MPPT} = 1.205 \times (1 + R1 / R2)$$

在不使用太阳能板最大功率点跟踪功能时，MPPT管脚分压电阻的选择应使得MPPT电压在1.5V与6V之间。

## 充电结束

在恒压充电模式，充电电流逐渐下降，当充电电流下降到恒流充电电流的15%时，充电过程结束，漏极开路输出$\overline{DONE}$管脚内部的晶体管导通，输出低电平，以指示结束状态。在充电结束状态，外部两个N沟道MOSFET关断，没有充电电流流到电池。

当BAT管脚电压小于恒压充电电压的94.4%时，即使充电电流下降到恒流充电电流的15%以下，充电过程也不结束。也就是说，充电结束有两个条件，一个是BAT管脚电压大于恒压充电电压的94.4%；另一个条件是充电电流下降到恒流充电电流的15%。

## 自动再充电

在充电结束状态，如果输入电源和电池仍然连接在充电器上，当BAT管脚电压下降到恒压充电电压的94.4%时，CN3802自动进入充电状态，开始新的充电周期。

## 电池温度监测

为了防止电池温度过高或过低对电池的损害，CN3802 通过监测 TEMP 管脚的电压持续监测电池温度。在应用电路中，需要在 TEMP 管脚与 GND 之间接一个标称值为 10K 的 NTC 电阻，如图 1 所示。此 NTC 电阻与 TEMP 管脚流出的 30 微安电流决定了 TEMP 管脚的电压。

如果不需要电池温度监测功能，那么在 TEMP 管脚与 GND 之间须接一个固定的 10K 欧姆电阻。

CN3802的电池温度监测功能符合JEITA标准，充电电流和恒压充电电压根据电池温度范围调整。

CN3802共有5个电池温度范围，分别是：

- 过热：电池温度高于55℃
- 偏热：电池温度介于45℃与55℃之间
- 正常：电池温度介于10℃与45℃之间
- 偏冷：电池温度介于0℃与10℃之间
- 过冷：电池温度低于0℃.

当电池温度在10℃与45℃之间时，正常工作，充电电流和恒压充电电压为所设定值。

当电池温度在0℃与10℃之间时，电池偏冷，充电电流减小为所设置的恒流充电电流的25%。

当电池温度在45℃与55℃之间时，电池偏热，充电电流减小为所设置的恒流充电电流的50%。

当电池温度低于0℃或高于55℃，电池过冷或过热，充电被暂停，此时$\overline{CHRG}$管脚和$\overline{DONE}$管脚输出高阻态。

一旦电池温度离开过冷或过热范围，CN3802自动继续充电。

TEMP管脚电压是TEMP管脚输出电流与NTC电阻的乘积，所以NTC电阻的选择应该使得TEMP管脚电压满足电池过热，偏热，偏冷和过冷的阈值要求。标称值是10K欧姆NTC电阻非常适合CN3802的应用。

与NTC电阻串联一个小阻值电阻或与NTC电阻并联一个大阻值电阻可以微调电池温度范围。

下表列出了电池温度范围与 TEMP 管脚电压，充电电流和充电截止电压的对应关系。

| 电池温度范围 | TEMP 管脚电压 | 充电电流 | 恒压充电电压 |
|---|---|---|---|
| 过热：高于 55℃ | $V_{TEMP}<V_{HOT}$ | 暂停充电 | 暂停充电 |
| 偏热：45℃ 到 55℃ | $V_{HOTR}<V_{TEMP}<V_{WARM}$ | 减小到 47%*$I_{CC}$ | 正常 |
| 正常：10℃ 到 45℃ | $V_{WARMR}<V_{TEMP}<V_{COOLR}$ | 正常 | 正常 |
| 偏冷：0℃ 到 10℃ | $V_{COOL}<V_{TEMP}<V_{COLDR}$ | 减小到 25%*$I_{CC}$ | 正常 |
| 过冷：低于 0℃ | $V_{TEMP}>V_{COLD}$ | 暂停充电 | 暂停充电 |

## 状态指示

CN3802有两个漏极开路状态指示输出端：$\overline{CHRG}$管脚和$\overline{DONE}$管脚。在充电状态，$\overline{CHRG}$管脚被内部晶体管下拉到低电平，在其它状态$\overline{CHRG}$管脚为高阻态。在充电结束状态，$\overline{DONE}$管脚被内部晶体管下拉到低电平，在其它状态$\overline{DONE}$管脚为高阻态。

当电池没有接到充电器时，CN3802很快将输出电容充电到恒压充电电压值或过压保护阈值，并进入充电结束状态，由于BAT管脚电流和负载对输出电容的放电效应，BAT管脚的电压将慢慢下降，一直下降到再充电阈值，CN3802再次进入充电状态，这样在BAT管脚形成锯齿波，同时$\overline{CHRG}$输出高阻态，$\overline{DONE}$输出脉冲信号。

当不用状态指示功能时，将$\overline{CHRG}$管脚或$\overline{DONE}$管脚接到地。

表1列明了$\overline{CHRG}$管脚对应的充电器状态。这里假设红色LED连接到$\overline{CHRG}$管脚，绿色LED连接到$\overline{DONE}$管脚其连接方式如图1所示。

| $\overline{CHRG}$管脚 | $\overline{DONE}$管脚 | 状态描述 |
|---|---|---|
| 低电平(红色LED亮) | 高阻态(绿色LED灭) | 充电状态 |
| 高阻态(红色LED灭) | 低电平(红色LED亮) | 结束状态 |
| 高阻态(红色LED灭) | 高阻态(绿色LED灭) | 三种可能情况<br>● VIN管脚电压低于低压锁存电压，或者<br>● VIN管脚电压低于BAT管脚电压，或者<br>● 电池温度异常 |

表1 状态指示说明

**防止电池电流倒灌**

在图1所示的应用电路中，如果没有P沟道MOSFET M3，当电源掉电或者输入电压小于电池电压时，电池电流可能通过电感，N沟道MOSFET M2的体二极管流向输入端，此倒灌电流不仅会耗尽电池能量，也可能对输入电源造成损害。所以在图1所示的应用电路中，引入P沟道MOSFET M3以防止电池电流倒灌。

当电源掉电或者输入电压小于电池电压时，CN3802进入睡眠模式，PG管脚(第14管脚)输出接近电池电压的高电平，关断P沟道MOSFET M3，阻断了电池电流倒灌。

在正常工作时，P沟道MOSFET M3处于导通状态。由于可以选择导通电阻比较小的P沟道MOSFET，所以正常工作时，此P沟道MOSFET的压降很小，对充电器的效率影响也比较小。

如果不使用P沟道MOSFET，PG管脚(第14管脚)悬空。

CN3802的PG管脚低电平电压是0V，在正常工作时，P沟道MOSFET导通，其源极-栅极电压等于电源电压，如果此P沟道MOSFET允许的最大源极-栅极电压小于电源电压，那么可以采用图3所示的电路，增加电阻R5和R6，R5和R6的选择应该使得输入电源最大时，P沟道MOSFET的源极-栅极实际电压小于所允许值。

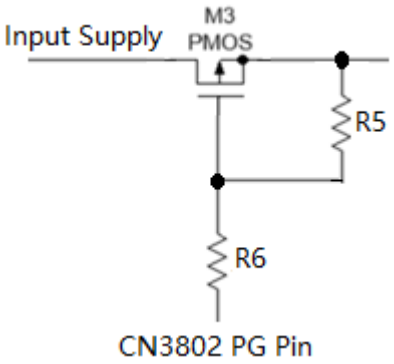



图3　增加分压电阻限制P沟道MOSFET的源极-栅极电压

P沟道MOSFET也可以用肖特基二极管代替，但须留意二极管的正向导通压降比较大，功耗也比较大。

**回路补偿**

为了保证电流调制回路和电压调制回路的稳定性，需要从COM管脚到地之间连接一个100nF的贴片陶瓷电容。

**输入滤波电容**

为了保证CN3802正常工作，输入电源至少需要三个滤波电容。

第一个滤波电容为CN3802的VIN管脚(第2和第3管脚)的滤波电容，如图1所示应用电路中的C12。此电容应为陶瓷电容，电容值最小1uF。在PCB中，电容C12应该尽可能靠近CN3802的第2和第3管脚。

第二个和第三个滤波电容为大电流路径的滤波电容如图1所示应用电路中的C1和C11。一般情况下，取决于输入电源的特性和电缆长度，C1可以选用10uF电容。电容C11需要吸收在输入电源上产生的纹波电流，所以此滤波电容必须有足够的额定纹波电流。在最坏情况下，此滤波电容的额定RMS纹波电流需要达到充电电流的二分之一。同时为了抑制寄生电感等在开关瞬间产生的高频振荡，此滤波电容最好由下面三个电容并联组成：

- 电解电容：电容值由输入电源的特性和充电电流等因素决定
- 陶瓷电容：电容值在1uF到10uF
- 高频陶瓷电容：电容值在47nF到1uF

在PCB中，滤波电容C1应该尽可能靠近图1中P沟道MOSFET M3的漏极，C11应该尽可能靠近图1中N沟道MOSFET M2的漏极和N沟道MOSFET M1的源极。

**电感的选择**

在正常工作时，电感瞬态电流是周期性变化的。在高端N沟道MOSFET导通期间，输入电源对电感充电，电感电流增加；在低端N沟道MOSFET关断期间，电感向电池放电，电感电流减小。电感的纹波电流随着电感值的减小而增大，随着输入电压的增大而增大。较大的电感纹波电流会导致较大的纹波充电电流和磁损耗。所以电感的纹波电流应该被限制在一个合理的范围内。

电感的纹波电流可由下式估算：

$$\triangle I_L = \frac{1}{(f)(L)} V_{BAT}\left(1-\frac{V_{BAT}}{VIN}\right)$$

其中：f是开关频率，550KHz

L是电感值

$V_{BAT}$和VIN分别是电池电压和输入电压

在选取电感值时，可将电感纹波电流限制在$\triangle I_L \leq 0.3\times I_{CH}$，$I_{CH}$是充电电流。请留意最大电感纹波电流$\triangle I_L$出现在输入电压最大值和电感最小值的情况下。所以电感值应该满足下面公式的要求：

$$L \geqslant \frac{V_{BAT}*(VIN - V_{BAT})}{0.3*I_{CH}*f*VIN}$$

如果太阳能板作为输入电源，电感值应该适当增大，以保证在充电电流很低时，电感的纹波电流相对比较小。

**输出滤波电容**

为了保证CN3802正常工作，输出端至少需要两个滤波电容。

第一个滤波电容为BAT管脚(第16管脚)的滤波电容，如图1所示应用电路中的$C_{O1}$。此电容用于改善电压和电流采样的准确性，应为陶瓷电容，电容值最小1uF。在PCB中，电容$C_{O1}$应该尽可能靠近CN3802的第16管脚。

第二个滤波电容用于降低输出端的纹波电压和改善瞬态特性，如图1所示应用电路中的Co，此输出滤波电容应该选择串联等效电阻(ESR)较小的电容。

如果输出电容为陶瓷电容，须留意有些陶瓷电容的电压系数比较大，有效电容值变低，在电池没有连接时BAT管脚电压可能过高，在这种情况下，应该适当增大输出电容值，以保证在电池没有连接时，BAT管脚电压在安全范围内。

为了保证调制回路的稳定，输出滤波电容除了满足吸收纹波电压和改善瞬态特性要求外，输出电容有效值还要满足下面公式：

$$\frac{175}{L} \leqslant Co \leqslant \frac{400}{L}$$

其中，电容Co的单位为uF，电感L是前述“电感的选择”部分的电感值，其单位为uH。

**N沟道MOSFET的选择**

CN3802需要两个N沟道MOSFET(图1中的M1和M2)。这两个N沟道MOSFET的选择主要考虑下面5个参数：

- 开启电压Vth

  在芯片内部，两个N沟道MOSFET的栅极驱动电压固定为5V(典型值)，所以两个N沟道MOSFET的开启电压Vth应该足够低，使得在5V驱动电压时，MOSFET能够完全导通。

- 导通电阻Rds(on)

  两个N沟道MOSFET在驱动电压为5V时的导通电阻Rds(on)应该满足下面公式：

  $30mV < Rds(on)\times I_{CH} < 55mV$

- 栅极总电荷Qg和反向传导电容$C_{RSS}$

  在导通电阻Rds(on)满足前述条件的前提下，选择栅极总电荷Qg和反向传导电容$C_{RSS}$尽量小的N沟道MOSFET，以降低开关损耗。

- 漏极-源极击穿电压BVdss

  N沟道MOSFET的漏极-源极击穿电压BVdss应该大于输入电压加上一个安全的裕量。比如，对于20V输入电压，选择BVdss为30V的N沟道MOSFET；对于30V输入电压，选择BVdss为40V的N沟道MOSFET。

- 连续漏极电流$I_D$

  两个N沟道MOSFET的连续漏极电流$I_D$应该满足下面公式的要求：

  $I_D >= 1.5\times I_{CH}\times V_{BAT}/VIN$

在上述公式中，$I_{CH}$是所设置的恒流充电电流，$V_{BAT}$是电池电压，VIN是输入电压。

## P沟道MOSFET的选择

CN3802需要一个P沟道MOSFET(图1中的M3)，以防止电池电流倒灌。在正常工作时，此P沟道MOSFET一直导通，只有在睡眠模式，此P沟道MOSFET才关断。

此P沟道MOSFET的选择主要考虑下面4个参数：

- 导通电阻Rds(on)

  导通电阻Rds(on)直接影响充电器的效率，所以导通电阻Rds(on)要尽量小。导通电阻Rds(on)的选择可以参考公式： $Rds(on)\times I_{CH}<55mV$

- 最大栅极-源极电压

  此P沟道MOSFET允许的最大栅极-源极电压应该不小于电源电压。如果P沟道MOSFET允许的最大栅极-源极电压小于输入电源电压，那么可以采用图3所示的电路。

- 源极-漏极击穿电压BVdss

  此P沟道MOSFET的源极-漏极击穿电压BVdss应该大于输入电压加上一个安全的裕量。比如，对于20V输入电压，选择BVdss为30V的P沟道MOSFET；对于30V输入电压，选择BVdss为40V的P沟道MOSFET。

- 连续漏极电流Id

  此P沟道MOSFET的连续漏极电流$I_D$应该满足下面公式的要求：

  $$I_D>=1.5\times I_{CH}\times V_{BAT}/VIN$$

  其中，$I_{CH}$是所设置的恒流充电电流，$V_{BAT}$是电池电压，VIN是输入电压。

对于多数应用，P沟道MOSFET CN30P14能够满足要求。

## 输入电压大于20V的情形

在输入电压大于20V时，为了避免在上电瞬间过冲电压对CN3802的影响，建议采用图4中电路，在CN3802第2，3管脚与输入电源之间须连接一个4.7欧姆电阻R4，第2，3管脚与地(GND)之间的电容C12至少为10uF。

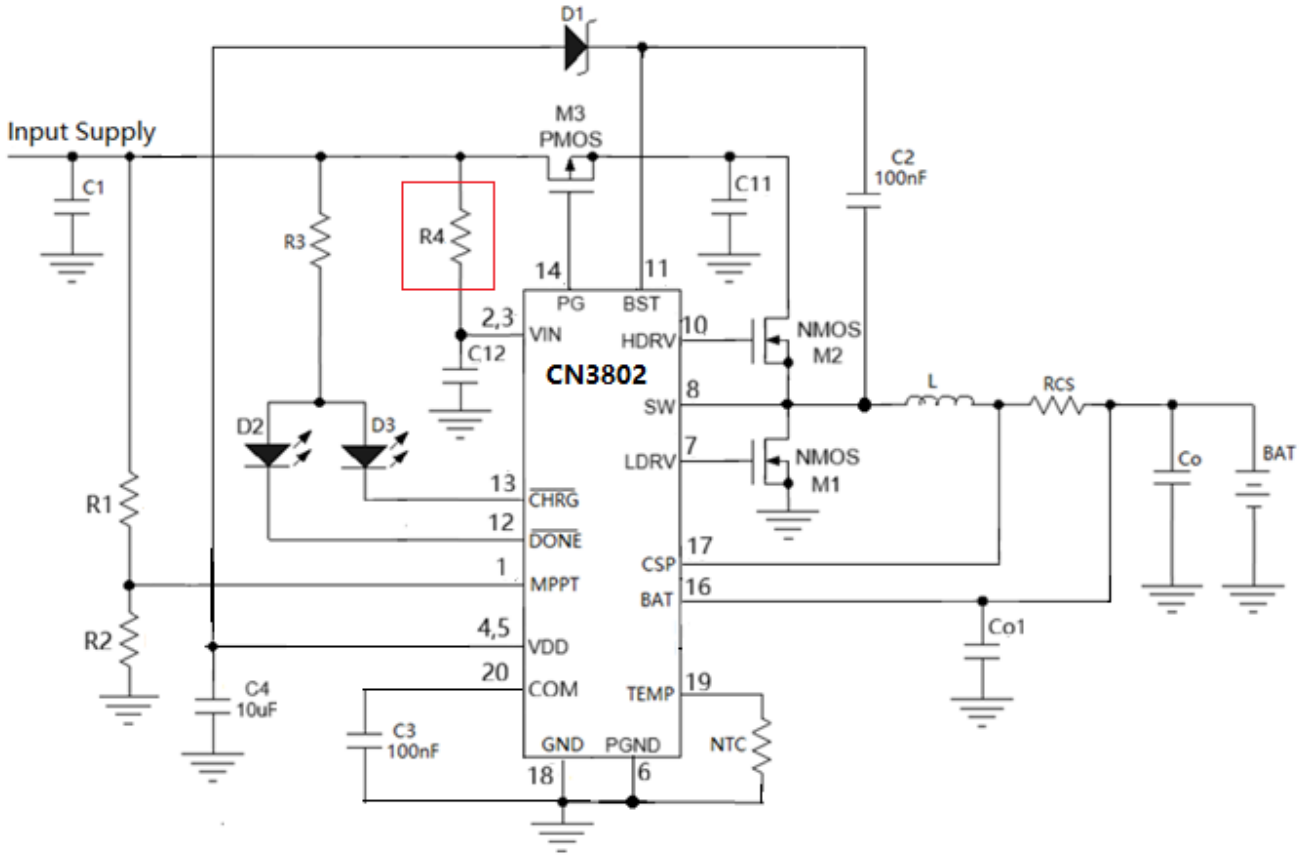



图4 输入电压大于20V时增加电阻R4

**设计PCB的考虑**

良好的PCB设计对于保证CN3802正常工作，降低电磁辐射和提高转换效率至关重要。针对图1中的应用电路，设计PCB时需要遵循下面几点：

(1) 至少需要三个输入滤波电容，滤波电容C12尽量靠近第2和第3管脚(VIN管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)；滤波电容C1要尽量靠近P沟道MOSFET M3的漏极。滤波电容C11要尽量靠近N沟道MOSFET M2的漏极和M1的源极。

(2) 图1中的滤波电容C4要尽量靠近第4和第5管脚(VDD管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)。

(3) 至少需要两个输出滤波电容，第一个输出滤波电容(图1中的$C_{O1}$)尽量靠近第16管脚(BAT管脚)，此电容接地端须接到模拟地(Analog GND)；第二个输出滤波电容(图1中的$C_O$)须靠近电流检测电阻；

(4) 输入滤波电容，P沟道MOS场效应晶体管，两个N沟道MOSFET，电感，电流检测电阻和输出滤波电容的引线要尽量短，足够宽；

(5) NTC电阻，电阻R1，R2和电容C3要尽量靠近CN3802，其接地端须接到模拟地(Analog GND)。

(6) 输入电容(C1, C11)的接地端，N沟道MOSFET的源极和输出电容(Co)的接地端要先接到同一块铜皮再返回系统地。此点对保证CN3802正常工作非常重要。此功率地(Power GND)铜皮要足够宽，尽量宽。

(7) 模拟地和功率地要分开返回系统地（GND）。

(8) CN3802的接地管脚(第18和第6管脚)也具有散热功能，所以这两个管脚的铜皮面积要尽量大，尤其在输入电压比较高或者2个N沟道MOSFET的总栅极电荷比较大的情形，更应如此。

(9) 电流检测电阻$R_{CS}$的放置方向要保证从芯片的CSP管脚和BAT管脚到$R_{CS}$的连线比较短。CSP管脚和BAT管脚到$R_{CS}$的连线要在同一层次上，而且距离要尽可能小。为了保证充电电流检测精度，CSP管脚和BAT管脚要直接连接到电流检测电阻上。如图5所示。

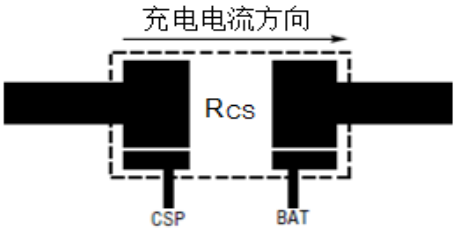
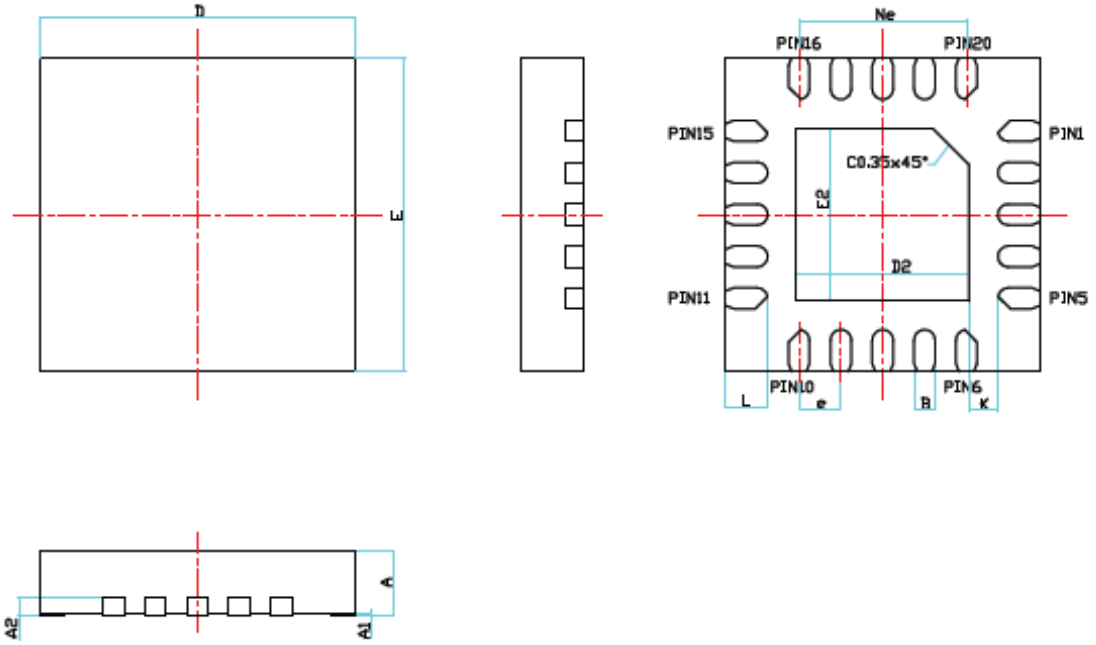



图 5 充电电流的检测

## 封装信息（QFN-20）




| SYMBOL | MILLMETER | | |
|---|---|---|---|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| A2 | 0.203REF | | |
| B | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | 2.93 | 2.98 | 3.03 |
| D2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| E | 2.93 | 2.98 | 3.03 |
| E2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| e | 0.40 BSC | | |
| K | – | 0.276 | – |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| Ne | 1.60 BSC | | |

## *免责声明*

*上海如韵电子有限公司及其关联公司（以下简称如韵电子）保留对其产品或者技术规格书随时做出更正，修改或改进而不特别通知的权利。*

*本规格书所描述的电路仅供参考，如韵电子对向客户提供的技术支持和帮助不承担任何责任。客户应该根据其产品应用条件对产品的设计，测试和应用等给与足够的考虑。客户是使用如韵电子产品设计和开发其产品的唯一责任人。*