

开关型单节、两节锂离子/锂聚合物充电管理芯片

1、HB6298 功能简述

1.1、特性

- 适用于单节或两节锂离子/锂聚合物高效率充电器设计
- 0.5%的充电电压控制精度
- 恒压充电电压值可通过外接电阻微调
- 智能电池检测
- 内置功率 MOSFET
- 软启动
- 开关频率 400KHz
- 可编程充电电流控制，最大充电电流可达 1.5A
- NTC 热敏接口监测电池温度
- LED 充电状态指示
- CYCLE-BY-CYCLE 电流限制，短路检测、保护
- 输入管脚最大耐压 18V
- 工作环境温度范围：-20℃~70℃
- TSSOP-20、QFN-20 两种封装形式

1.2、应用

- 手持设备，包括医疗手持设备
- Portable-DVD, PDA, 移动蜂窝电话及智能手机
- 移动仪器
- 自充电电池组
- 独立充电器

1.3、概述

HB6298 为开关型单节或两节锂离子/锂聚合物电池充电管理芯片，非常适合于便携式设备的充电管理应用。HB6298 集内置功率 MOSFET、高精度电压和电流调节器、预充、充电状态指示和充电截止等功能于一体，采用 TSSOP-20、QFN-20 两种封装形式。HB6298 对电池充电分为三个阶段：预充 (Pre-charge)、恒流 (CC/Constant Current)、恒压 (CV/Constant Voltage) 过程，恒流充电电流通过外部电阻决定，最大充电电流为 1.5A。HB6298 集成 CYCLE-BY-CYCLE 电流限制、短路保护，确保充电芯片安全工作。HB6298 集成 NTC 热敏电阻接口，可以采集、处理电池的温度信息，保证充电电池的安全工作温度。

2、HB6298 应用电路

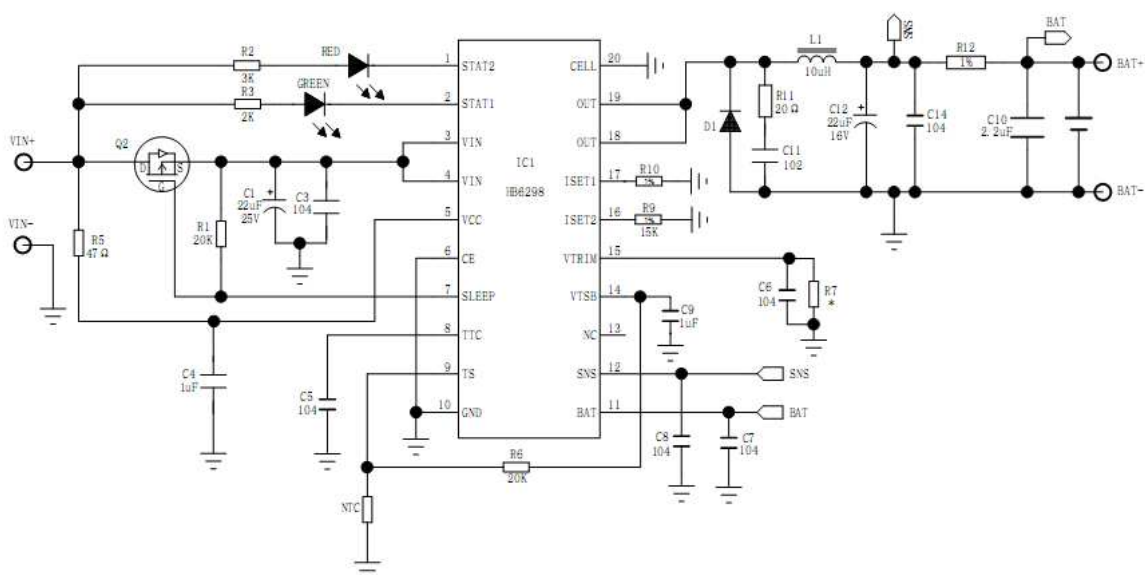


图 2.1、HB6298 应用示意图

3、HB6298 功能框图

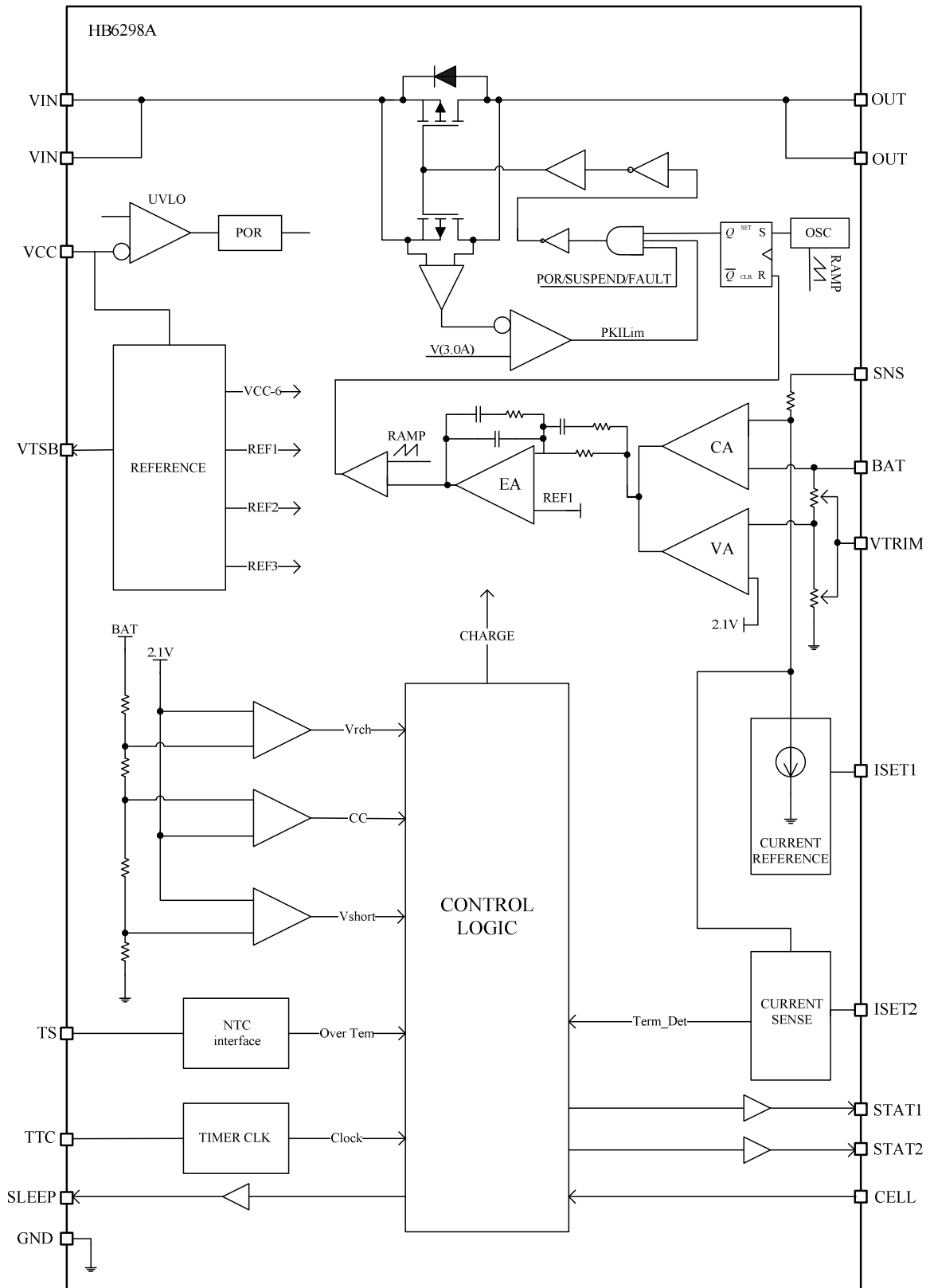


图 3.1、HB6298 功能框图

4、管脚定义

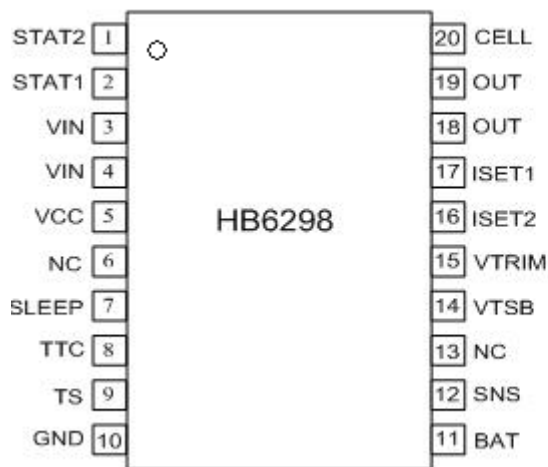


图 4. 1. 1、TSSOP-20

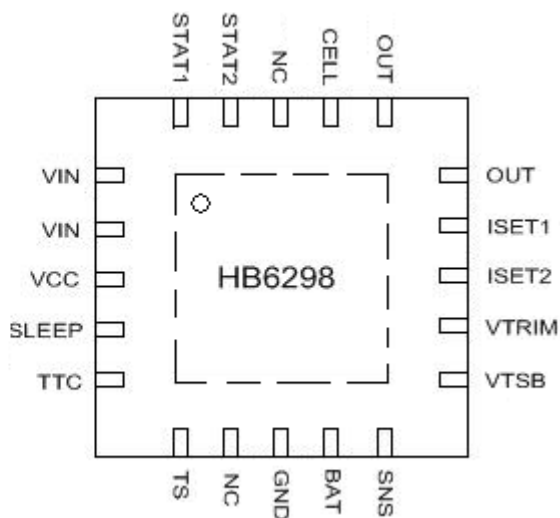


图 4. 1. 2、QFN-20

表 4. 1、TSSOP-20 封装 HB6298 管脚描述 (QFN-20 封装定义按照管脚名一一对应)

| 序号 | 符号 | I/O | 描述 | | |
|-------|-------|-----|--|--------------|-----------|
| 1 | STAT2 | 0 | (STAT1) 绿 | (STAT2) 红 | 描述 |
| 2 | STAT1 | 0 | 灭 | 灭 | 没有充电或者无电池 |
| | | | 灭 | 亮 | 正在充电 |
| | | | 亮 | 灭 | 充电完成 |
| | | | 灭 | 脉冲 1 (0.5Hz) | 故障状态 |
| | | | 灭 | 脉冲 2 (2.0Hz) | 电池温度异常 |
| 3&4 | VIN | I | 输入电源 | | |
| 5 | VCC | I | 模拟供电输入，接一个电容到地 | | |
| 6 | NC | - | | | |
| 7 | SLEEP | 0 | SLEEP 模式输出端，用来控制边充边放的外置功率管 | | |
| 8 | TTC | - | 振荡器外接电容，决定内部振荡频率，同时提供参考时钟，确定总的充电时间 当该引脚接地时，取消充电时间限制 | | |
| 9 | TS | I | 温度传感信号输入 | | |
| 10 | GND | - | 模拟地 | | |
| 11 | BAT | I | 输出电流检测的负极输入端 | | |
| 12 | SNS | I | 输出电流检测的正极输入端 | | |
| 13 | NC | - | | | |
| 14 | VTSB | 0 | 输出 3.2V 参考电压，最大提供 10mA 驱动能力，外接 1u 电容 | | |
| 15 | VTRIM | I | 与地或者 BAT 管脚之间外接电阻，微调满充电压 | | |
| 16 | ISET2 | I | 外接电阻设置截止电流 | | |
| 17 | ISET1 | I | 外接电阻控制预充电、恒电流充电电流 | | |
| 18&19 | OUT | 0 | 高端 PMOSFET 功率管漏极连接点 | | |
| 20 | CELL | I | 0: 两节锂电池充电 VTSB: 单节锂电池充电 | | |

5、HB6298 电气特性和推荐工作条件

表 5.1、HB6298 推荐工作条件

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 备注 |
|------|-----|-----|-----|----|--------|
| 电源电压 | 5 | 6 | 18 | V | 单节电池充电 |
| 电源电压 | 9 | 12 | 18 | V | 双节电池充电 |
| 环境温度 | -20 | | 70 | °C | |

6、HB6298 性能参数

表 6.1、HB6298 性能参数(Ta=25°C)

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|-------|------|-------|--------|
| 输入电流 | | | | | | |
| VCC 供电电流 | I _{VCC} | | | | 5 | mA |
| SLEEP 模式电流 | I _{SLP} | V _{I(BAT)} =4.2V | | 7 | | uA |
| | | V _{I(BAT)} =8.4V | | 14 | | |
| 电压调整 | | | | | | |
| 输出电压 | V _{OREG} | 单节电池 | | 4.2 | | V |
| | | 双节电池 | | 8.4 | | V |
| 输出电压精度 | | | -0.5% | | +0.5% | |
| 充电电流 | | | | | | |
| 恒流充电电流 A | I _{CHG} | | 200 | | 1500 | mA |
| 检流电阻 R _{SNS} 两端电压 | V _{I_{REG}} | | | 100 | | mV |
| 恒流电流设置电压 | V _{ISET1} | | | 1 | | V |
| 恒流电流设置系数 | K _{ISET1} | | | 800 | | V/A |
| 预充电电流 | | | | | | |
| 预充电转快速充电阈值电压 | V _{LOWV} | 单节电池 | | 3 | | V |
| | | 双节电池 | | 6 | | V |
| 预充电电流范围 | I _{PRECHG} | | 40 | | 300 | mA |
| 预充电电流设置电压 | V _{ISET1} | | | 200 | | mV |
| 预充电电流设置系数 | K _{ISET1} | | | 800 | | V/A |
| 充电截止电流 | | | | | | |
| 充电截止电流范围 | I _{TERM} | | 20 | | 300 | mA |
| 截止电流设置电压 | V _{ISET2} | | | 200 | | mV |
| 截止电流设置系数 | K _{ISET2} | | | 800 | | V/A |
| 再充电电压 | | | | | | |
| 再充电阈值电压 | V _{RCH} | | | 4.1 | | V/cell |
| TTC 输入 | | | | | | |
| TTC 系数 | K _{TTC} | | | 4.66 | | H/10nF |
| C _{TTC} 电容 | C _{TTC} | | | 10 | | nF |
| PWM | | | | | | |
| 振荡频率 | | | | 400 | | KHz |
| 内置 POWER-MOS ON 阻抗 | | | | | 400 | mΩ |
| 最大占空比 | D _{MAX} | | | | 98% | |
| 最小占空比 | D _{MIN} | | 0% | | | |

| | | | | | | |
|---------------------|-----------|--|---|-----|--|--------|
| | | | | | | |
| 电池检测 | | | | | | |
| 时间错误时的电池检测电流 | IDETECT | | | 2 | | mA |
| 放电电流 | IDISCHARG | | | 400 | | uA |
| 放电时间 | TDISCHARG | | | 1 | | S |
| 唤醒电流 | IWAKE | | 5 | | | mA |
| 唤醒时间 | TWAKE | | | 0.5 | | S |
| 保护 | | | | | | |
| 过压保护阈值 | | | | 117 | | %VOREG |
| CYCLE-BY-CYCLE 电流限值 | | | | 3 | | A |
| 短路电压阈值 | | | | 2 | | V/cell |
| 短路电流 | | | | 25 | | mA |
| | | | | | | |

7、工作流程图

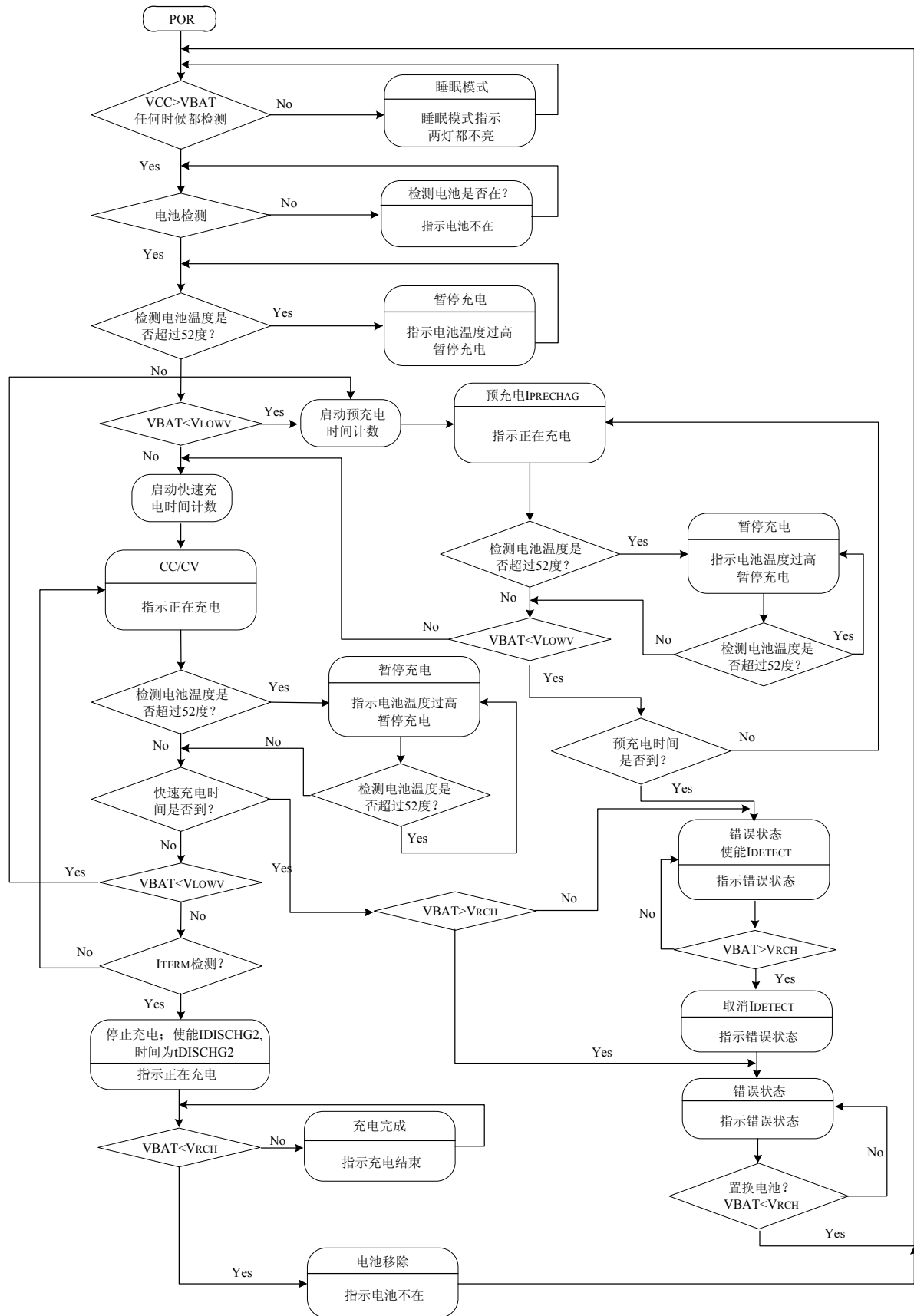


图 7.1、充电流程图

8、HB6298 功能描述

8.1、锂电池充电介绍

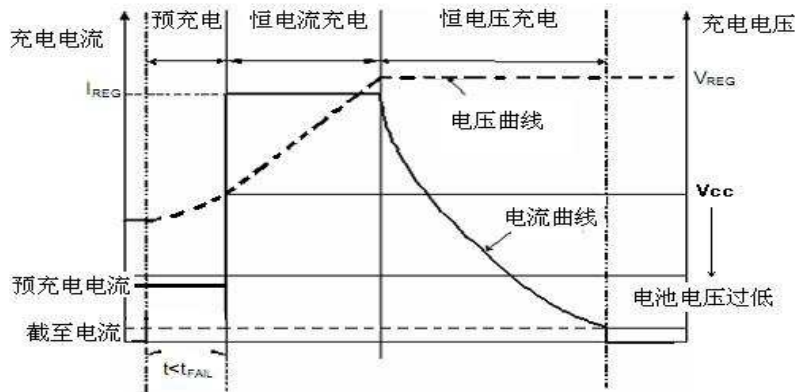


图 8.1、锂电池充电曲线示意图

锂电池充电过程主要分为三个阶段：预充、恒流充电和恒压充电。当电池电压过低，需要小电流对电池进行唤醒充电，恢复深度放电的电池，即电池预充电阶段。恒流充电阶段充电电流保持恒定，同时电池电压不断上升。当电池电压达到一定设定的恒压值时进入恒压充电阶段，此时充电电流不断下降，直到电流小到充电截至电流时停止充电，在这个过程中电压会略有上升。

$$R_{SNS} = \frac{V_{IREG}}{I_{CHARGE}}$$

如果上式算出来的阻值为非标准值，那么往上选择一个较大的标准阻值。一旦检测电阻确定下来之后， R_{ISET1} 可由以下公式确定：

$$R_{ISET1} = \frac{K_{ISET1} \times V_{ISET1}}{R_{SNS} \times I_{CHARGE}}$$

其中， V_{ISET1} 是 $ISET1$ 脚的输出电压； K_{ISET1} 为增益系数，单位为 V/A 。

8.2、预充电电流

上电后，如果电池电压低于 V_{LOWV} 阈值电压，HB6298 启动一个预充电过程对电池充电，预充电电流为 I_{PRECHG} 。预充电时间 (t_{PRECHG}) 为总充电时间的 $1/8$ 。当 TTC 接地时，总的充电时间没有限制，预充电时间 T_{PRECHG} 固定为 40 分钟。如果充电时间超过 T_{PRECHG} ，电池电压仍低于 V_{LOWV} ，HB6298 停止充电并指示错误，引脚 RED 输出一个频率为 $0.5Hz$ 的脉冲。上电复位和更换电池都将能退出错误状态。

$$I_{PRECHG} = \frac{K_{ISET1} \times V_{ISET1}}{R_{SNS} \times R_{ISET1}}$$

其中， V_{ISET1} 是 $ISET1$ 脚的输出电压，在恒流充电和预充电阶段，电压值不同， R_{SNS} 为外部电流检测电阻， K_{ISET1} 为增益系数，单位为 V/A 。

8.3、充电电流设定

电池充电的电流值 I_{CHARGE} ，由外部电流检测电阻 R_{SNS} 和连接引脚 17 的 $RSET1$ 共同确定，设置充电电流，我们先选择 R_{SNS} ， R_{SNS} 可由该电阻两端的调整阈值电压 V_{IREG} 和充电电流的比值来确定，一般来说， V_{IREG} 的取值为 $100mV \sim 200mV$ 。

8.4、充电电压设定

电池电压低于 $3.0V$ （双节电池低于 $6V$ ）时进入预充电模式；

充电截至电压单节为 $4.2V$ 、双节为 $8.4V$ ；

当充电完成后，如果电池由于电流泄漏电压降到 $4.1V$ 以下（双节为 $8.2V$ ）时，进入再充电周期。

8.5、充电时间限制

HB6298 内部对预充电和总充电时间进行限制，总的充电时间限制：

$$T_{CHARGE} = C_{TTC} \cdot K_{TTC}$$

其中， C_{TTC} 为引脚 TTC 接的电容值， K_{TTC} 为系数。

当外接 $10nF$ 电容时，充电时间为 4.66 小时，如果要延长限制时间，则可以按比例增加 TTC 脚的外接电容。预充电的时间为总充电时间的 $1/8$ ，如果在这个时间里面相应的充电周期没有完成，芯片进入 $FAULT$ 状态。引脚 RED 输出脉冲指示。

8.6、充电截止电流

在恒压阶段，充电电流值减少到 I_{TERM} 时，HB6298

内部产生 EOC 信号, 充电截止.

$$I_{TERM} = \frac{K_{ISET2} \times V_{TERM}}{R_{SNS} \times R_{ISET2}}$$

其中, V_{TERM} 是 ISET2 脚的输出电压, 为 0.2V 时产生 EOC 信号. R_{SNS} 为外部电流检测电阻, K_{ISET2} 为增益系数, 单位为 V/A.

当充电电流为 I_{TERM} 的两倍时, 芯片内部会产生一个 TAPE 信号, 如果在半个小时后充电电流仍然没有下降到 I_{TERM} , 充电截至.

8.7、电池检测

对于电池包可移除的应用场合, HB6298 提供一种智能检测电池包的方案.

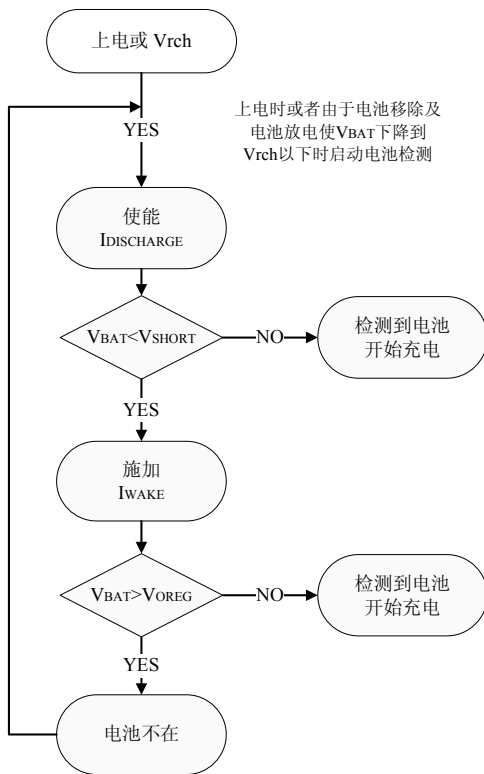


图 8.2、电池检测流程图

充电完成后, 电池电压检测脚的电压保持在再充电阈值电压 V_{RCH} 以上. 由于电池放电或者是电池移除, 导致电池电压检测脚的电压低于再充电阈值电压时, HB6298 启动电池检测过程, 如图 8.2 所示. 该检测过程, 先使能一个周期时间为 T_{DETECT} 的检测电流 (I_{DETECT}), 并检查电池电压是否低于短路阈值电压 (V_{SHORT}). 如果电池电压高于 V_{SHORT} , 则检测到电池, 启动充电过程, 否则, 说明电池不在, 启动下一步检测过程, 使能一个周期时间为 T_{WAKE} 的唤醒电流 (I_{WAKE}), 并检查电池电压是

否低于再充电阈值电压. 如果此时电池电压低于再充电阈值电压, 则说明电池在, 启动充电过程, 否则, 说明电池不在, 再一次执行无电池检测的第一步.

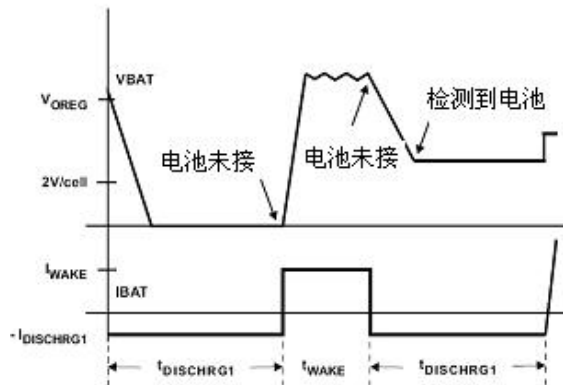


图 8.3、电池检测波形

无电池检测的波形如上图所示, $T_{DISCHARGE}$ 为 1 秒, T_{WAKE} 为 0.5 秒.

8.8、CYCLE-BY-CYCLE 电流限制

DC-DC 控制器启动每个新周期之前, 都要检测充电电流是否超过 CYCLE-BY-CYCLE 电流阈值 (3A), 如果没有超过, 则下一个周期正常启动, 否则, 下一个周期的 On-Time 被终止. CYCLE-BY-CYCLE 电流限制, 可以对过流和短路错误进行有效的保护.

8.9、睡眠模式

当输入电压小于电池电压时, HB6298 进入睡眠模式. 芯片停止工作.

8.10、参考电压

HB6298 内置 3.2V 参考电压源 (管脚 VTSB, 外接 1uF 以上的电容), 该电压源除了为内部电路提供电源外, 还可以为外部电路使用, 例如 NTC 热敏传感器电路等. 该管脚能提供大于 10mA 的驱动能力.

8. 11、充电状态指示

| (STAT1)绿 | (STAT2)红 | 描述 |
|----------|---------------|-----------------------------|
| 灭 | 灭 | 没有充电、无电池或睡眠模式 |
| 灭 | 亮 | 正在充电 |
| 亮 | 灭 | 充电完成 |
| 灭 | 脉冲 1 (0. 5HZ) | 故障状态 (预充电超时, 总充电时间超时, 过电压等) |
| 灭 | 脉冲 2 (2. 0HZ) | 电池温度异常 |

8. 12、电池过温保护

通过 NTC 热敏电阻检测电池温度，NTC 阻值随着电池温度变化而变化，因此当 NTC 与正常电阻串联对 VREF 参考电压进行分压，分压值会随着 NTC 阻值的变化而变化，这个电压通过管脚 TEMP 反馈到芯片内部进行控制。如下图所示，R6 的阻值等于 NTC 电阻在 52℃时阻值的 20. 5 倍。当电池温度高于 52℃时，RED 管脚输出一个频率为 2Hz 的脉冲指示信号。如果不需要对电池进行过温检测，则可以把 NTC 替换为阻值为 R6 的 1/2 的电阻。(不需要低温保护)

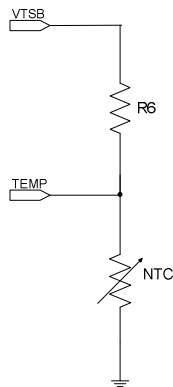
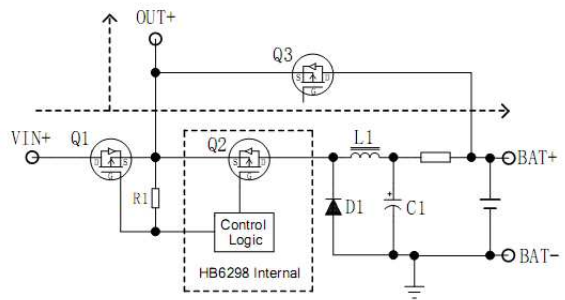


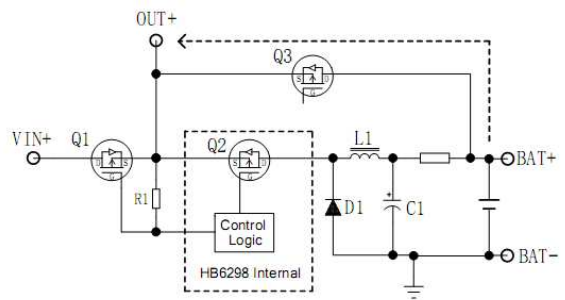
图 8.4、NTC 连接示意图

8. 13、边充边放功能

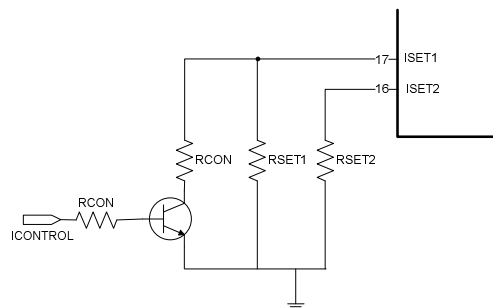
边充边放是指输入电源对电池充电的同时对负载放电，如图 (1) 虚线所示。此时，Q1 始终是开通的，Q2 作为 Buck 电路的开关管，工作在开关状态，Q3 截止。一般来说，由于输入电源本身的功率限制，边充边放时，充电电流比只充电不对负载放电时要小，充电电流可以通过一个 ICONTROL 信号来设置，如图 (3) 所示。当没有输入电源或者输入电源比电池电压低时，Q1 截止，Q3 导通，电池通过 Q3 对负载放电，如图 (2) 所示。



(1) 边充边放功能示意



(2) 电池单独向负载供电示意



(3) 大小电流设置

图 8.5、边充边放功能示意图

8.14、超时错误恢复

由工作流程图所示, HB6298 提供充电超时错误(包括预充电超时和总充电时间超时)的恢复机制. 总结如下:

情况 1: V_{BAT} 电压大于再充电阈值电压并发生超时错误.

恢复机制: 由于电池对负载放电、自放电或者是电池移除, 使得电池检测电压降到再充电阈值电压以下. 此时, HB6298 清除错误状态, 并进入无电池检测过程. 此外, 上电复位可以清除这种超时错误状态.

情况 2: 充电电压低于再充电阈值电压并发生超时错误.

恢复机制: 发生这种情况时, HB6298 使能一个 I_{DETECT} 电流. 这个小电流可用来检测电池在不在. 只要电池电压低于再充电电压, 该电流一直保持. 如果电池电压高于再充电电压, 那么 HB6298 取消 I_{DETECT} 电流, 并执行为情况 1 的恢复机制. 就是一旦电池电压又低于再充电阈值电压时, HB6298 清除超时错误, 并进入无电池检测过程. 上电复位可以清除这种超时错误状态.

8.15、输出过电压保护

HB6298 内置过电压保护功能. 当电池电压过高时, 比如说电池突然移除时产生的过电压, 该功能可以保护器件本身和其他元器件. 当检测到过电压时, 该功能立即关闭 PWM, 并指示错误. 当电压检测电压低于再充电阈值电压时, 该错误解除.

8.16、电感选择

为了保证系统稳定性, 在预充电和恒电流充电阶段, 系统需要保证工作在连续模式 (CCM). 根据电感电流公式:

$$\Delta I = \frac{1}{L \times FS} \left(\frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT}$$

其中 ΔI 为电感纹波、FS 为开关频率, 为了保证在预充电和恒流充电均处于 CCM 模式, ΔI 取预充电电流值, 即为恒流充电的 1/5, 根据输入电压要求可以计算出电感值.

8.17、输出电容选择

为了满足电压环的稳定性要求, 在电感确定的情况下, 最小输出电容需要满足:

$$L \times C \geq 100 \times 10^{-12}$$

其中 L、C 分别是电感、电容的值. 根据输出纹波的要求可以适当作一些调整.

8.18、应用建议

1、抑制 EMI 干扰, 管脚 OUT 和 GND 之间串接一个电阻、电容到地, 如图 2.1 中 R10、C10 的接法, 电阻取 10Ω 到 30Ω , 电容建议在 1nF 以下;

3、CELL 在单节充电应用中建议接到 VTSB;

4、考虑到二极管反向漏电流对电池自耗电的影响, 对于阻塞二极管 D1 的选择, 推荐反向漏电流较小的肖特基二极管, 如果是输入高压应用, 可以采用普通功率二极管;

5、电容尽量靠近芯片;

6、VTRIM 为敏感信号, 走线尽量远离周期性大电流走线.

8.19、满充电压的微调

1) 单节应用:

测出恒压输出的满充电压值 V_{CV} , 记为 $V_{CV} = 4.200V \pm \Delta V$. 微调所需电阻阻值计算公式为:

$$R_{TRIM} = \left(\frac{2.100}{\Delta V} - 0.5 \right) R$$

(其中 $R=50 \text{ k}\Omega$)

将 V_{CV} 值向下微调, 应将电阻接在管脚 BAT 和管脚 VRIM 之间; 将 V_{CV} 值向上微调应将电阻接在管脚 VRIM 和管脚 GND 之间.

2) 双节应用:

测出恒压输出的满充电压值 V_{CV} , 记为 $V_{CV} = 8.400V \pm \Delta V$. 将 V_{CV} 值向上微调, 应将电阻接在管脚 VTRIM 和管脚 GND 之间, 微调所需电阻阻值计算公式为:

$$R_{TRIM} = \left(\frac{2.100}{\Delta V} - 0.5 \right) R$$

(其中 $R=50 \text{ k}\Omega$)

将 V_{CV} 值向下微调, 应将电阻接在管脚 VTRIM 和管脚 BAT 之间, 微调所需电阻阻值计算公式为:

$$R_{TRIM} = \left(\frac{6.300}{\Delta V} - 1 \right) R$$

(其中 $R=50 \text{ k}\Omega$)

9、封装尺寸

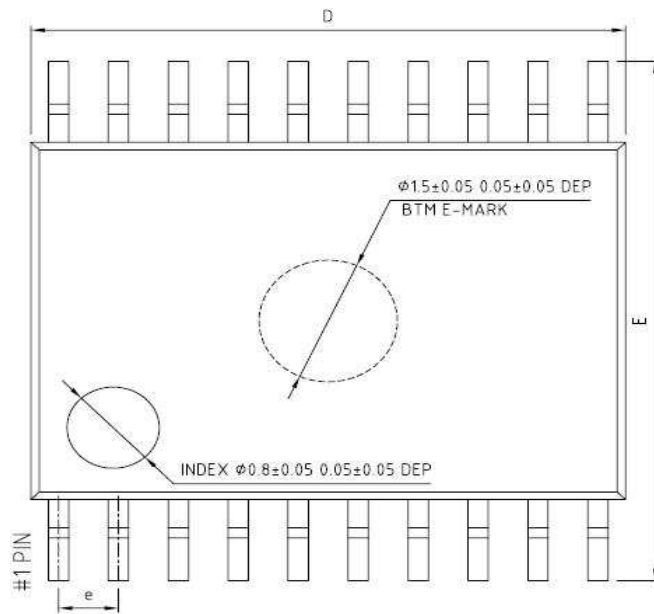


图 9.1、TSSOP-20 封装外观图示一（顶视图）

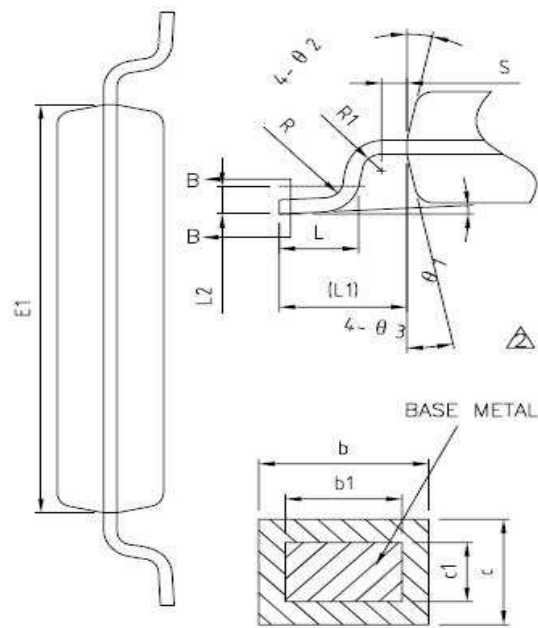


图 9.2、TSSOP-20 封装外观图示二

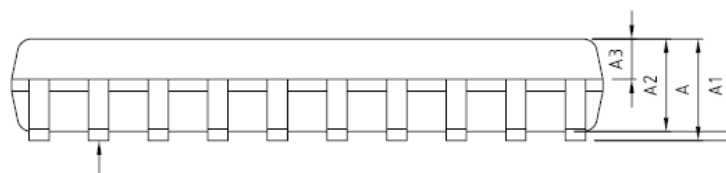


图 9.3、TSSOP-20 封装外观图示三（侧视图）

COMMON DIMENSIONS
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

| SYMBOL | MIN | NOM | MAX |
|------------|---------|------|------|
| A | — | — | 1.20 |
| A1 | 0.05 | — | 0.15 |
| A2 | 0.90 | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.34 | 0.44 | 0.54 |
| b | 0.20 | — | 0.28 |
| b1 | 0.20 | 0.22 | 0.24 |
| c | 0.10 | — | 0.19 |
| c1 | 0.10 | 0.13 | 0.15 |
| D | 6.40 | 6.50 | 6.60 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.60 |
| E1 | 4.30 | 4.40 | 4.50 |
| e | 0.65BSC | | |
| L | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00REF | | |
| L2 | 0.25BSC | | |
| R | 0.09 | — | — |
| R1 | 0.09 | — | — |
| S | 0.20 | — | — |
| θ_1 | 0° | — | 8° |
| θ_2 | 10° | 12° | 14° |
| θ_3 | 10° | 12° | 14° |

图 9.4、TSSOP-20 封装尺寸表

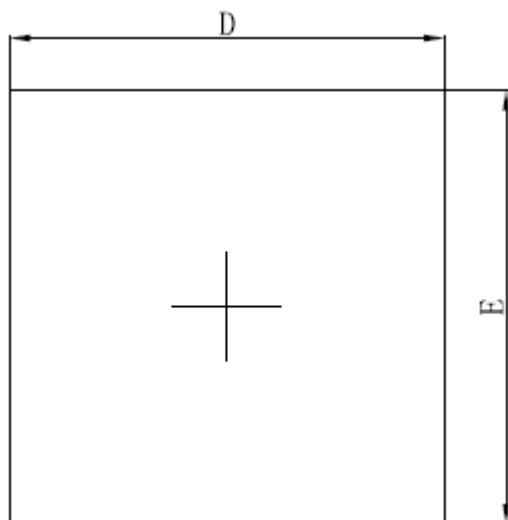


图 9.5、QFN-20 封装外观图示一（顶视图）

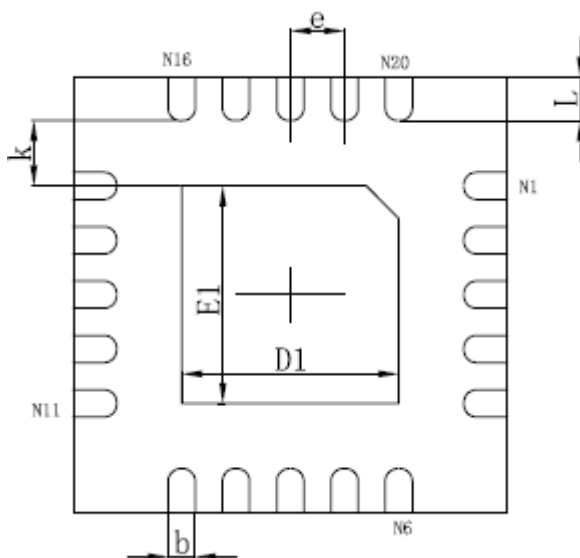


图 9.6、QFN-20 封装外观图示二（底视图）

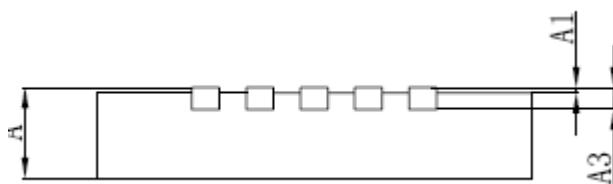


图 9.7、QFN-20 封装外观图示三（侧视图）

| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|--------|---------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | Min. | Max. | Min. | Max. |
| A | 0.700/0.800 | 0.800/0.900 | 0.028/0.031 | 0.031/0.035 |
| A1 | 0.000 | 0.050 | 0.000 | 0.002 |
| A3 | 0.203REF. | | 0.008REF. | |
| D | 3.900 | 4.100 | 0.154 | 0.161 |
| E | 3.900 | 4.100 | 0.154 | 0.161 |
| D1 | 1.900 | 2.100 | 0.075 | 0.083 |
| E1 | 1.900 | 2.100 | 0.075 | 0.083 |
| k | 0.200MIN. | | 0.008MIN. | |
| b | 0.180 | 0.300 | 0.007 | 0.012 |
| e | 0.500TYP. | | 0.020TYP. | |
| L | 0.300 | 0.500 | 0.012 | 0.020 |

图 9. 8、QFN-20 封装尺寸表