

开关型单节、两节锂离子/锂聚合物充电管理芯片

1、HB6298A 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
- 防反相保护电路可防止电池电流倒灌
- 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℃

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

HB6298A 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。HB6298A 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 TSSOP20 封装。HB6298A 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。HB6298A 集成 CYCLE-BY-CYCLE 电流限制、短路保护，确保充电芯片安全工作。HB6298A 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、HB6298A 应用电路

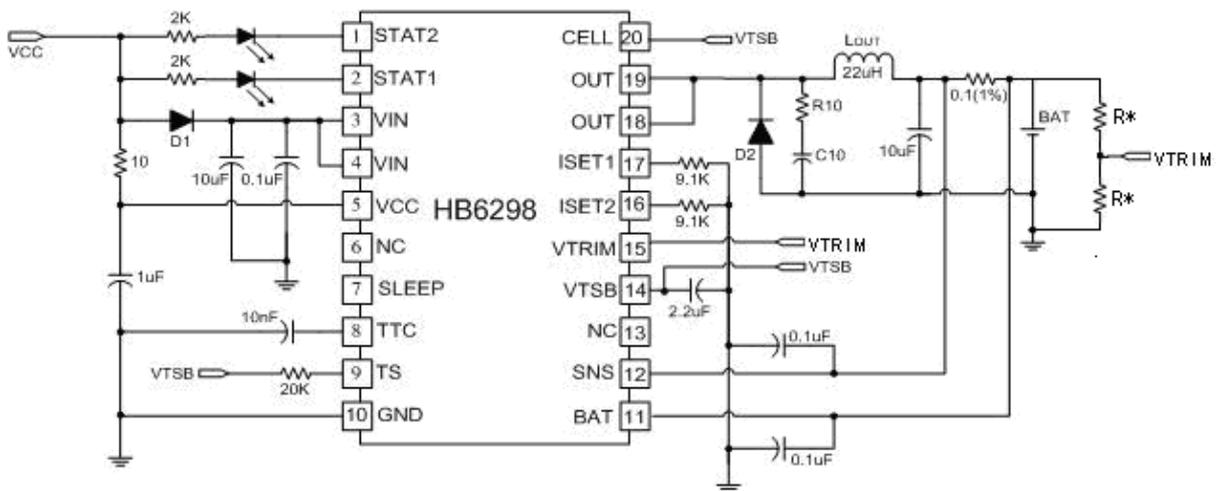


图 2.1、HB6298A 应用示意图

3、HB6298A 功能框图

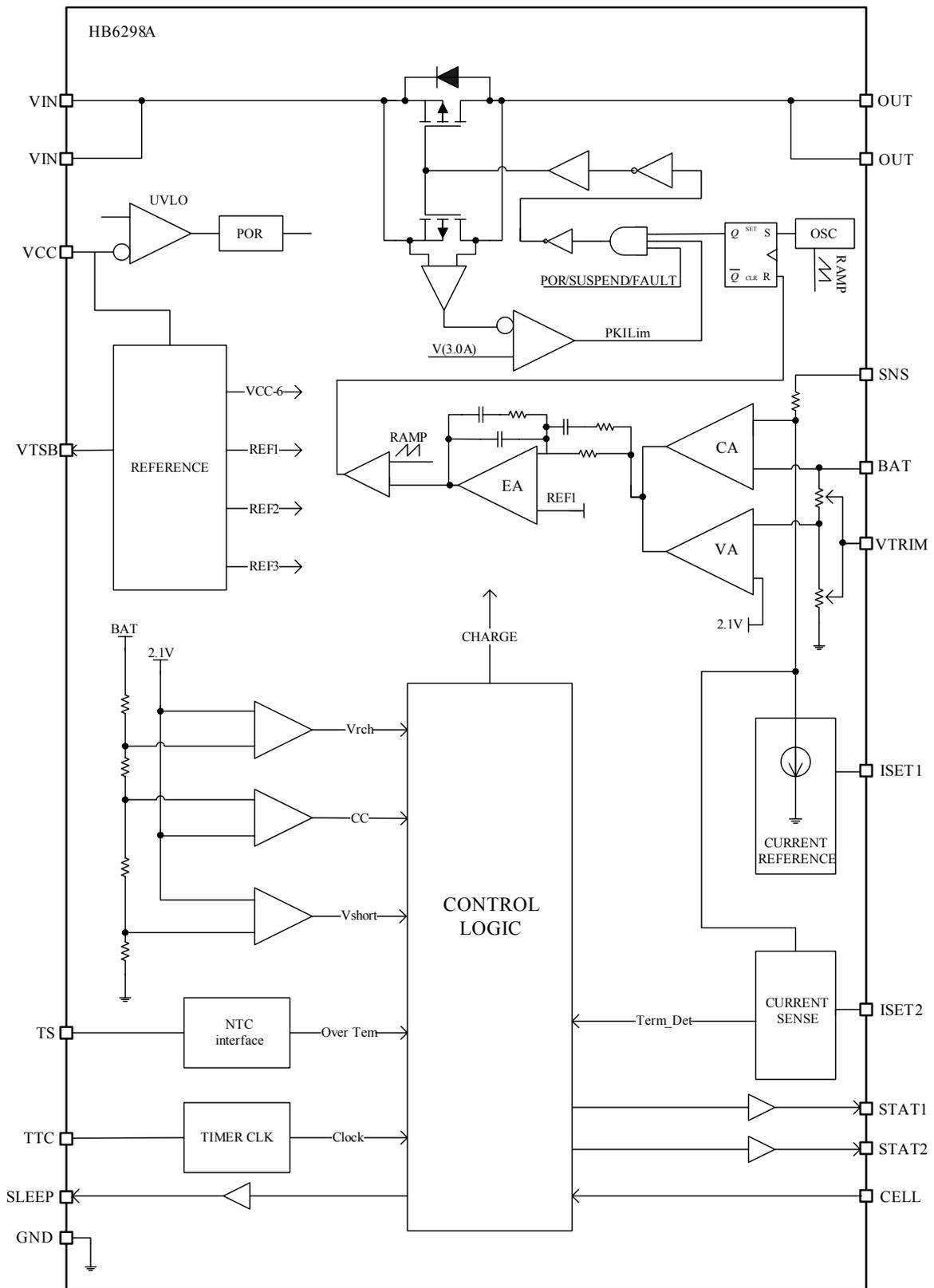


图 3.1、HB6298A 功能框图

4、管脚定义

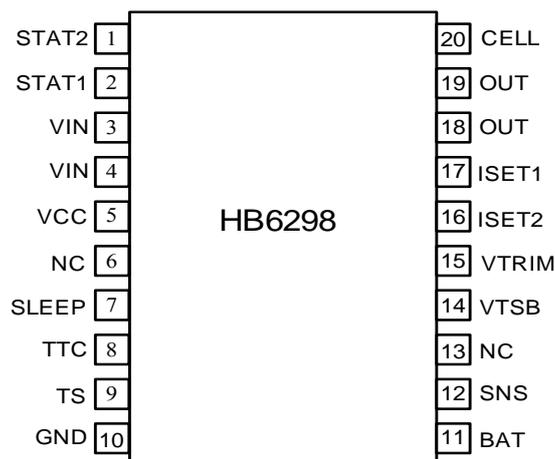


图 4.1、HB6298A 管脚分布图

表 4.1、HB6298A 管脚描述

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、HB6298A 电气特性和推荐工作条件

表 5.1、HB6298A 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	4.5	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、HB6298A 性能参数

表 6.1、HB6298A 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	4.158	4.20	4.242	V
		双节电池	8.316	8.4	8.484	V
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}			1000		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}			1000		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}			1000		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					500	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	I _{DETECT}			2		mA
放电电流	I _{DISCHARG}			400		uA
放电时间	T _{DISCHARG}			1		S
唤醒电流	I _{WAKE}		5			mA
唤醒时间	T _{WAKE}			0.5		S
保护						
过压保护阈值				117		%V _{OREG}
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

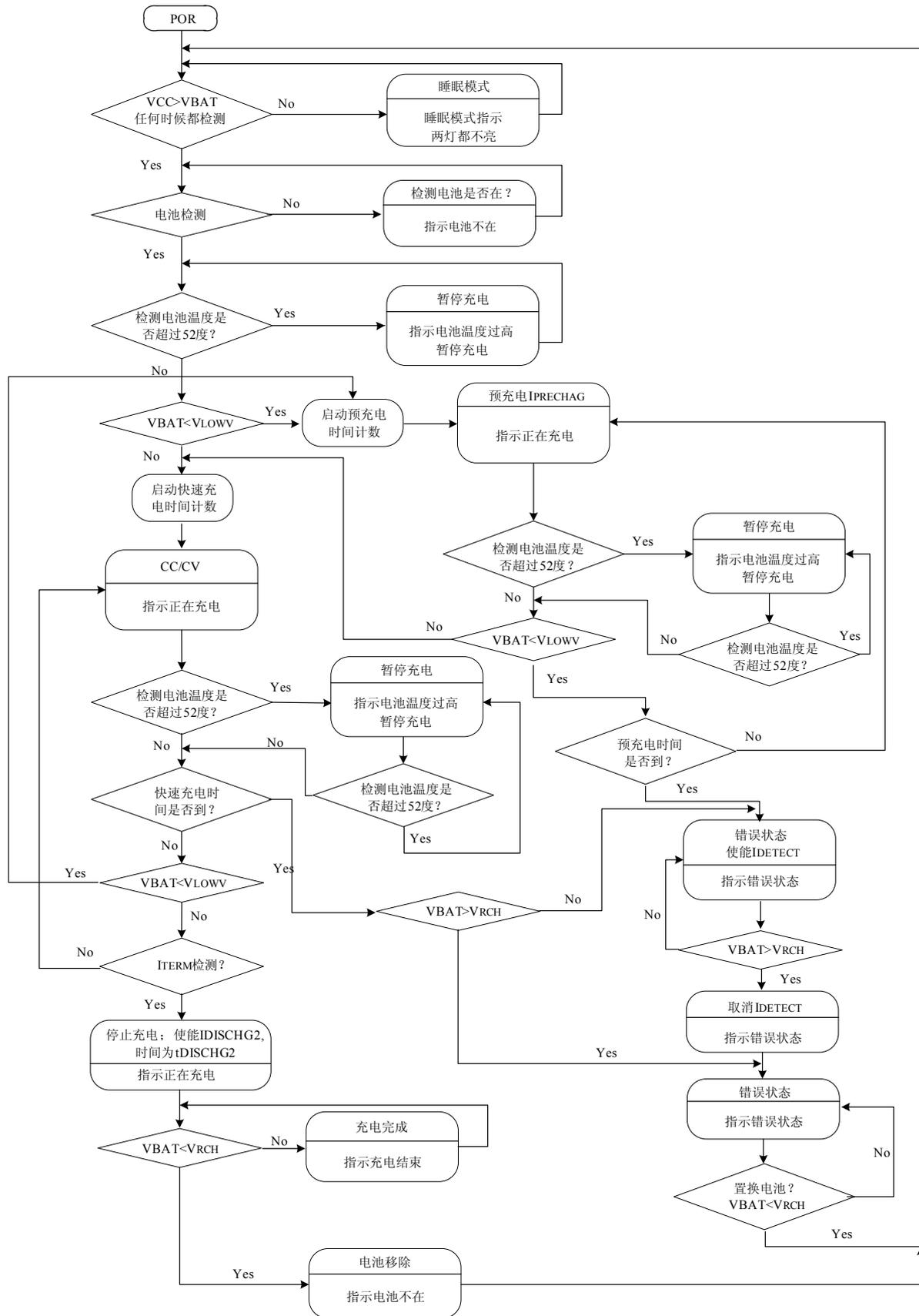


图 7.1、充电流程图

8、HB6298A 功能描述

8.1、锂电池充电介绍

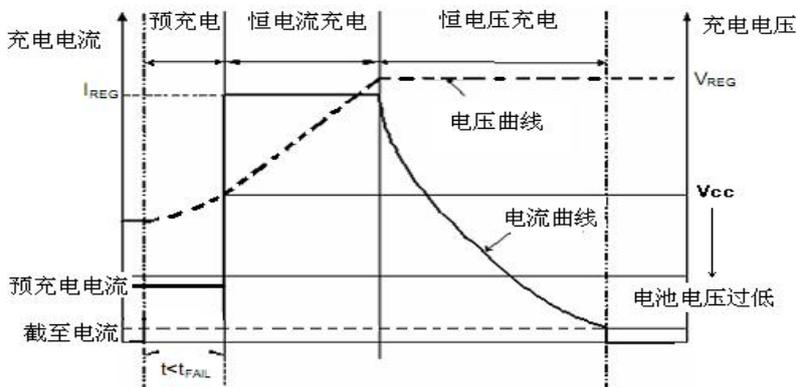


图 8.1、锂电池充电曲线示意图

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，HB6298A 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} ，HB6298A 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 R_{ISET1} 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~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

HB6298A 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，则可以加大 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。管脚 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，HB6298A

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, HB6298A 提供一种智能检测电池包的方案.

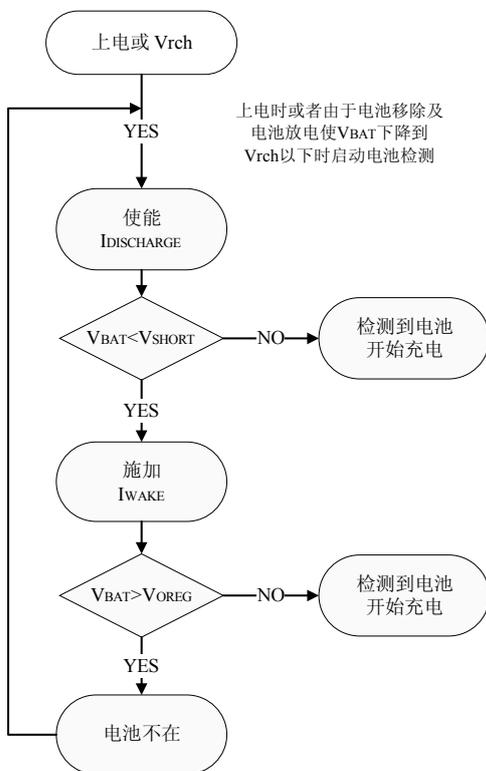


图 8.2、电池检测流程图

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, HB6298A 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_{SHOTR} , 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.

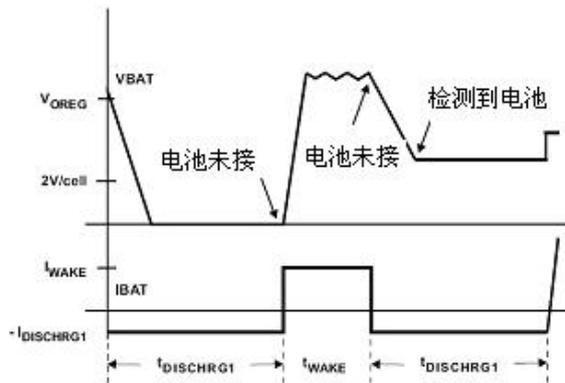


图 8.3、电池检测波形

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, HB6298A 进入睡眠模式. 该特性可以防止电池电流反灌.

8.10、参考电压

HB6298A 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)

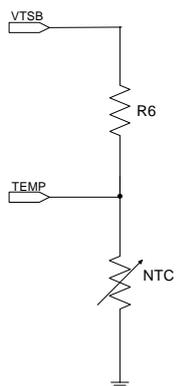
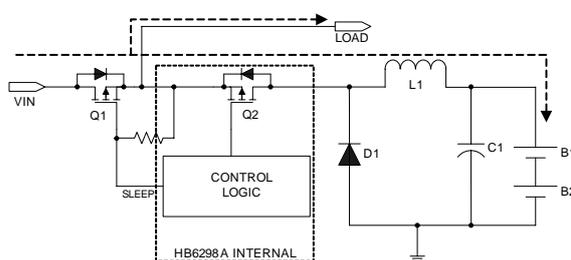


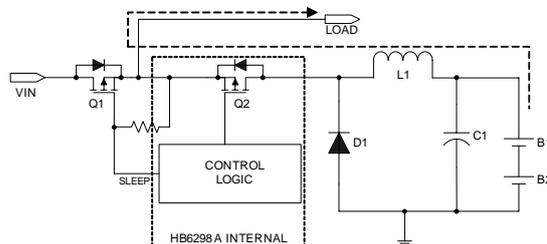
图 8.4、NTC 连接示意图

8. 13、边充边放功能

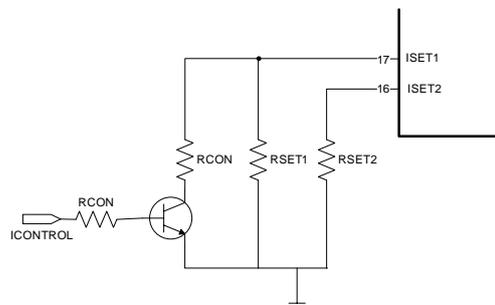
边充边放是指输入电源对电池充电的同时对负载放电, 如图 (1) 虚线所示. 此时, Q1 始终是开通的, Q2 作为 Buck 电路的开关管, 工作在开关状态. 一般来说, 由于输入电源本身的功率限制, 边充边放时, 充电电流比只充电不对负载放电时要小, 充电电流可以通过一个 ICONTROL 信号来设置, 如图 (3) 所示. 当没有输入电源或者输入电源比电池电压低时, Q1 截止, Q2 导通, 电池通过 L1 和 Q2 对负载放电, 如图 (2) 所示. 一般来说, 负载的工作电压为 9~12V, 电流为 1A.



(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,HB6298A 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,HB6298A 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,HB6298A 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 HB6298A 取消 I_{DETECT} 电流,并执行情况 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,HB6298A 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

HB6298A 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 之间串联一个电阻、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 $R=80\text{ k}\Omega$)

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 $R=80\text{ k}\Omega$)

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 $R=80\text{ k}\Omega$)

9、封装尺寸

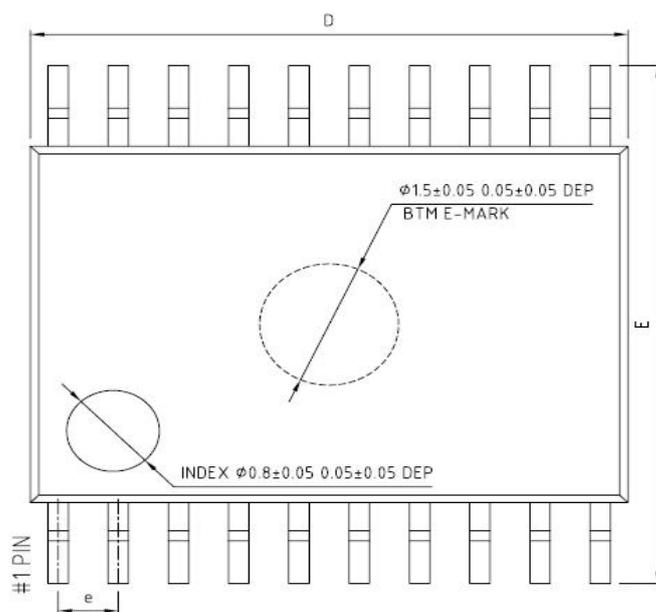


图 9.1、TSSOP-20 封装外观图示一

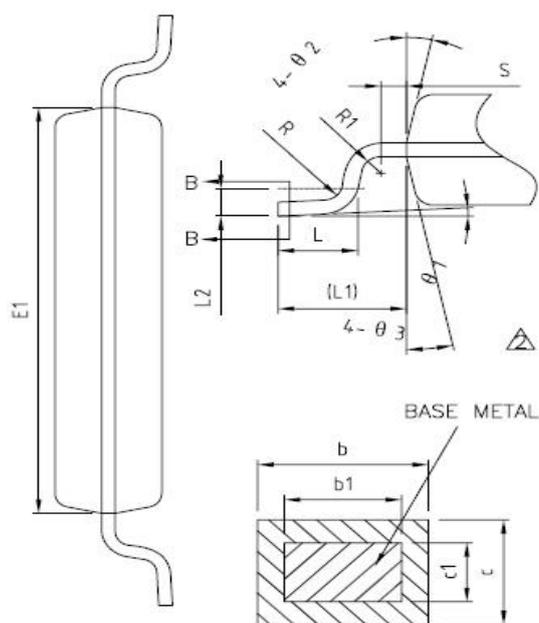


图 9.2、TSSOP-20 封装外观图示二

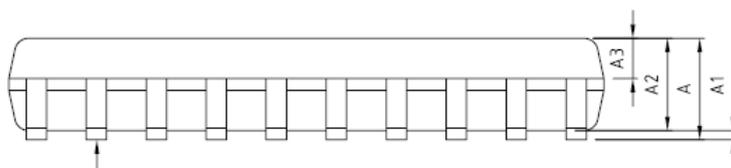


图 9.3、TSSOP-20 封装外观图示三

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