

开关型单节、两节锂离子/锂聚合物充电管理芯片

1、HT6298A 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
- 智能电池检测
- 0.8%的充电电压控制精度
- 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
- 恒压充电电压值可通过外接电阻微调
- 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

HT6298A 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。HT6298A 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。HT6298A 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。HT6298A 集成 CYCLE-BY-CYCLE 电流限制、短路保护，确保充电芯片安全工作。HT6298A 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、HT6298A 应用电路

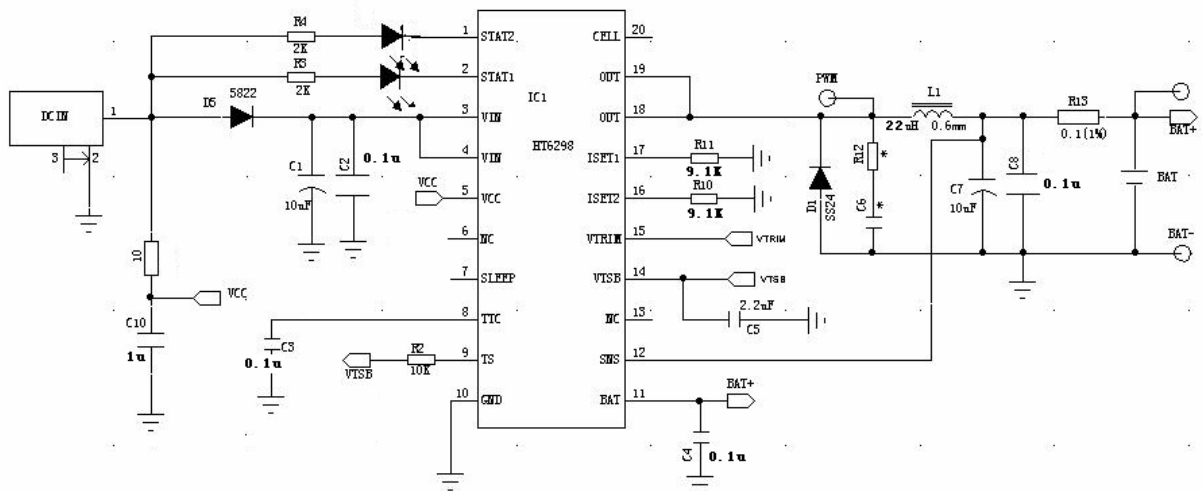


图 2.1、HT6298A 应用示意图

3、HT6298A 功能框图

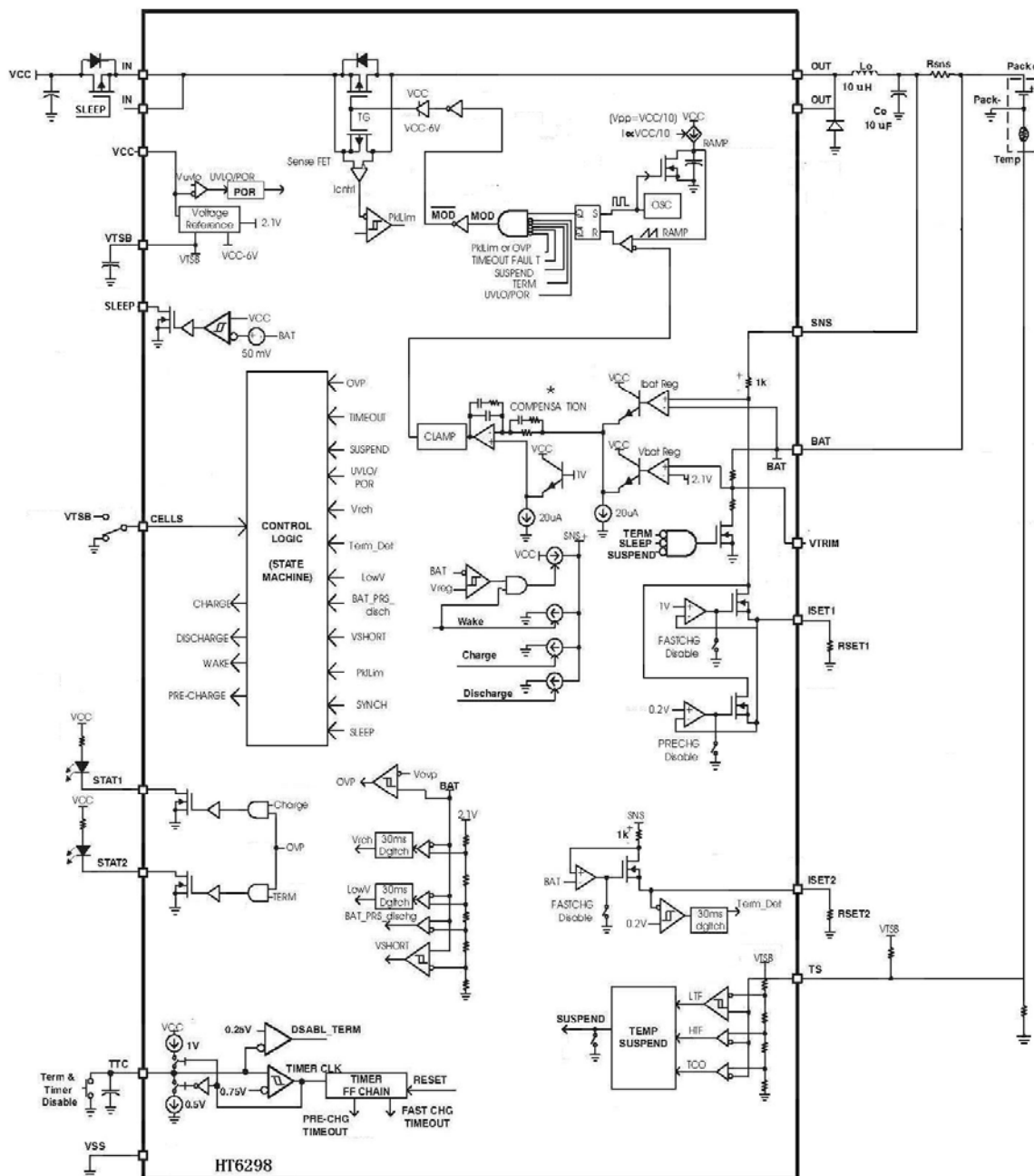


图 3.1、HT6298A 功能框图

4、管脚定义

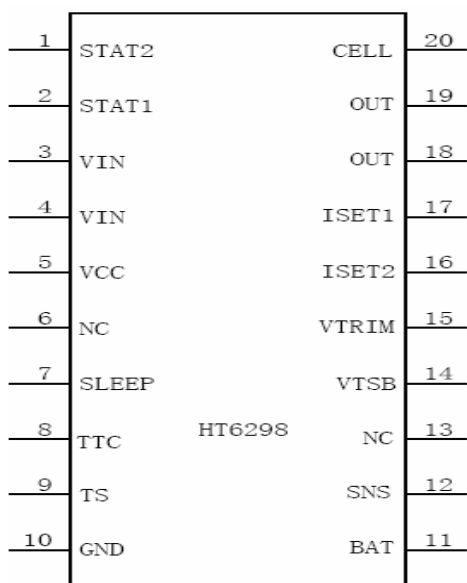


图 4.1、HT6298A 管脚分布图

表 4.1、HT6298A 管脚描述

序号	符号	I/O	描述		
1	STAT2	0	(STAT1) 绿	(STAT2) 红	描述
2	STAT1	0	0	0	没有充电或者无电池
			0	1	正在充电
			1	0	充电完成
			0	脉冲 1 (0.5Hz)	故障状态
			0	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 3.3V 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	CELLS	I	0: 两节锂电池充电 1 或悬空: 单节锂电池充电		

5、HT6298A 电气特性和推荐工作条件

表 5.1、HT6298A 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	5	18	V	单节电池充电
电源电压	8.8	10	18	V	双节电池充电
环境温度	-20		70	°C	

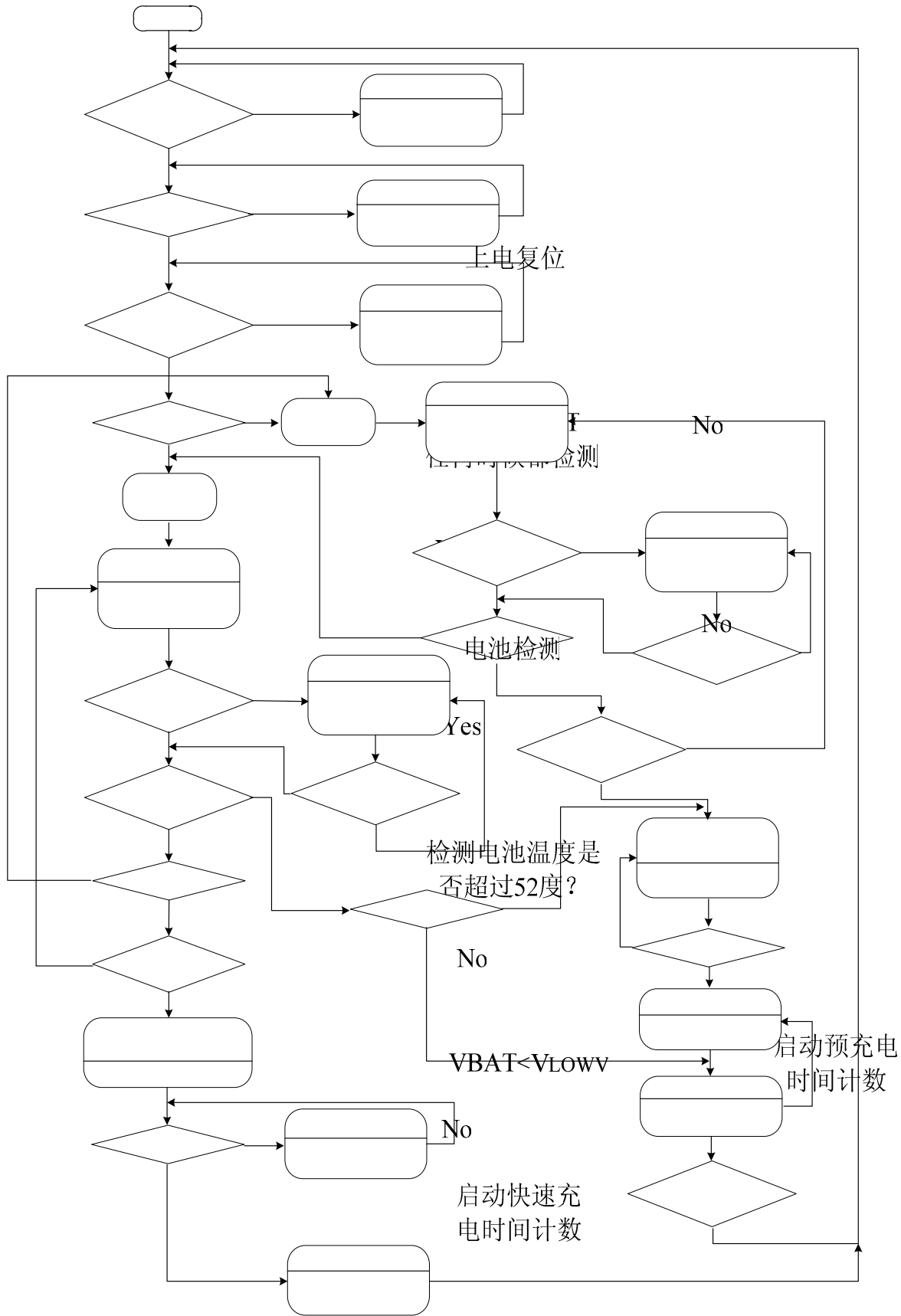
6、HT6298A 性能参数

表 6.1、HT6298A 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
恒流电流设置系数	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} 电容系数	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						

7、工作流程图



睡眠
睡眠模式两个等
检测电池
指示电池
暂停
指示电池
暂停

图 7.1、充电流程图

8、HT6298A 功能描述

8.1、锂电池充电介绍

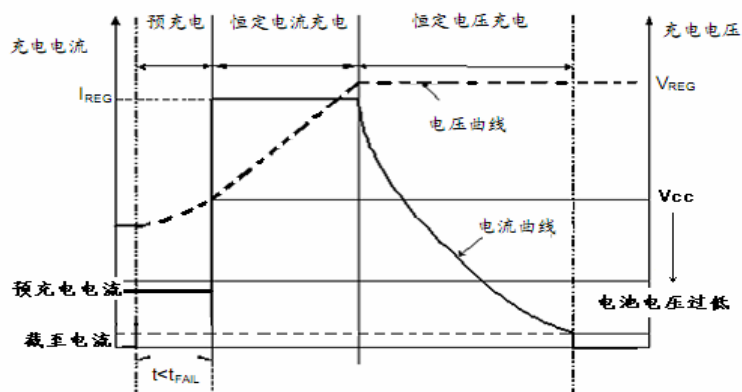


图 8.1、锂电池充电曲线示意图

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。

8.2、预充电电流

上电后，如果电池电压低于 V_{LOWV} 阈值电压，HT6298A 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} ，HT6298A 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 16 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~200mV。

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

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。

8.4、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

HT6298A 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，HT6298A

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, HT6298A 提供一种智能检测电池包的方案.

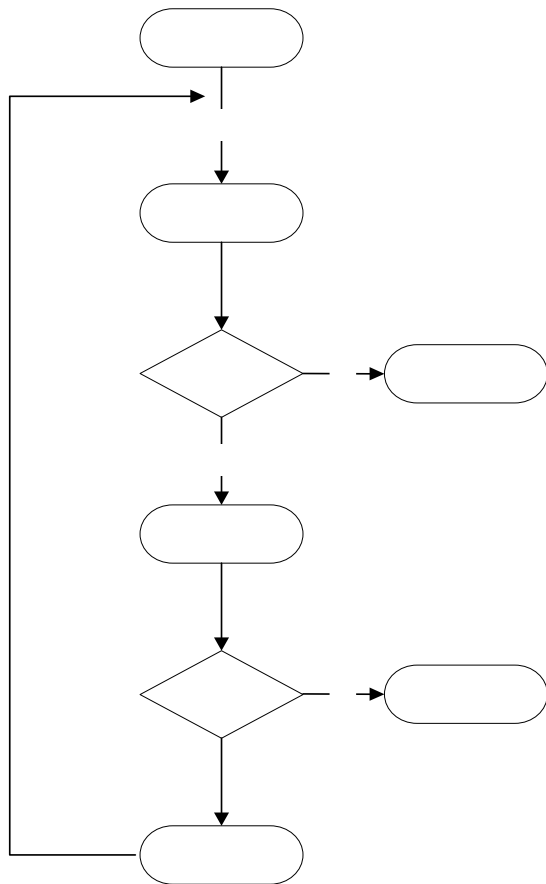


图 8.2、电池检测流程图

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_{REG} 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, HT6298A 启动无电池检测过程, 如图 8.2 所示. 该检测过程, 先使能一个周期时间为 $T_{DISCHARGE}$ 的检测电流 (I_{DETECT}), 并检查电池电压是否高于短路阈值电压 (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.

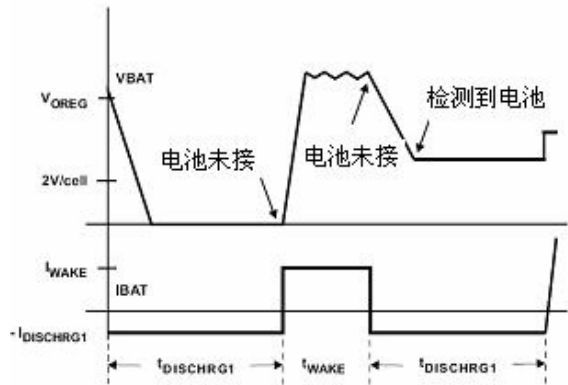


图 8.3、电池检测波形

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, HT6298A 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

HT6298A 内置 3.2V 参考电压源 (管脚 VREF, 外接 $1\mu F$ 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.

上电或 V_{RCH}

YES

使能 I_{DETECT}

8.11、充电状态指示

(STAT1)绿	(STAT2)红	描述
0	0	没有充电、无电池或睡眠模式
0	1	正在充电
1	0	充电完成
0	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)
0	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。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)

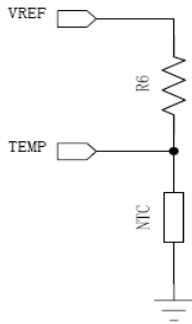
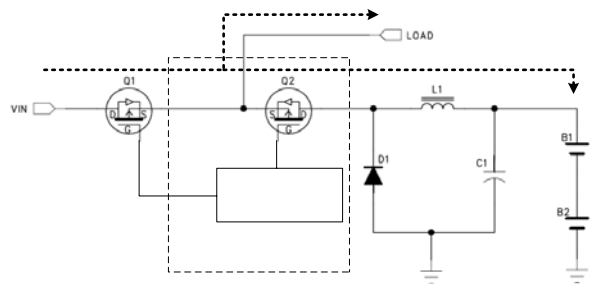


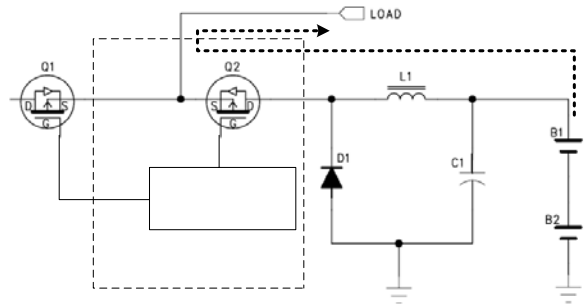
图 8.4、NTC 连接示意图

8.13、边充边放功能

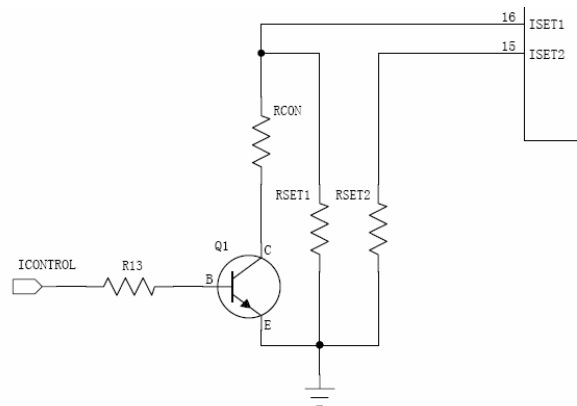
边充边放是指输入电源对电池充电的同时对负载放电，如图（1）虚线所示。此时，Q1 始终是开通的，Q2 作为 Buck 电路的开关管，工作在开关状态。一般来说，由于输入电源本身的功率限制，边充边放时，充电电流比只充电不对负载放电时要小，充电电流可以通过一个 ICONTROL 信号来设置，如图（3）所示。当没有输入电源或者输入电源比电池电压低时，Q1 截止，Q2 导通，电池通过 L1 和 Q2 对负载放电，如图（2）所示。一般来说，负载的工作电压为 9~12V，电流为 1A。



(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、边冲边放功能示意图

8.14、超时错误恢复

由工作流程图所示,HT6298A 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, HT6298A 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, HT6298A 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 HT6298A 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, HT6298A 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

HT6298A 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.

9、封装尺寸

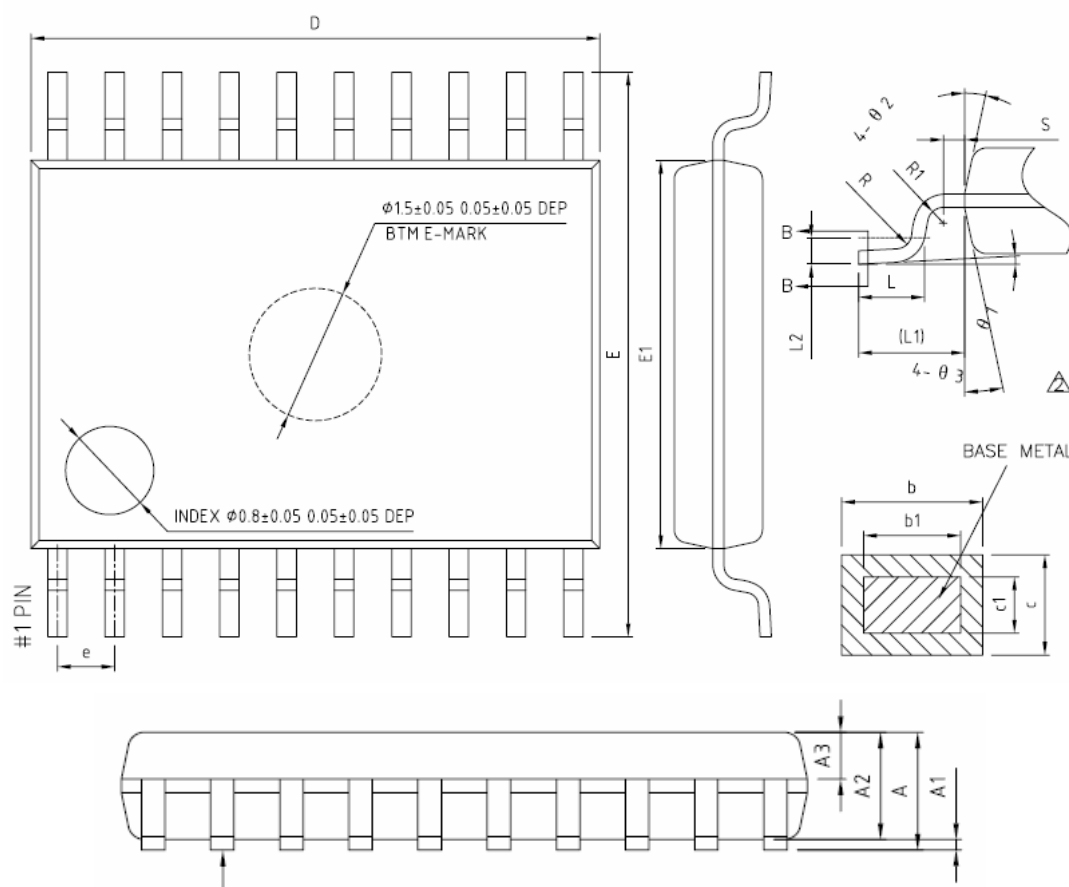


图 9.1、TSSOP-20 封装外观图示

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	—	—
$\theta 1$	0°	—	8°
$\theta 2$	10°	12°	14°
$\theta 3$	10°	12°	14°

图 9.2、TSSOP-20 封装尺寸表