

开关型 2/3/4 节锂离子/锂聚合物充电管理芯片

1、HM4085 功能简述

1.1、特性

● 适用于 2、3、4 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
- 外置功率 MOSFET
- 开关频率 400KHz
- 可编程充电电流控制，最大充电电流可达 4A
- 输入最大电流限制
- 98%最大 Duty
- 防反向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
- 输入管脚最大耐压 28V
- 工作环境温度范围：-20℃~70℃
- TSSOP-24 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
- 笔记本电脑
- 自充电电池组
- 独立充电器

1.3、概述

HM4085 为开关型 2、3、4 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。HM4085 外置功率 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-24 封装形式。HM4085 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 4A。HM4085 集成最大输入电流限制、短路保护，确保充电芯片安全工作。HM4085 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。

2、HM4085 应用电路

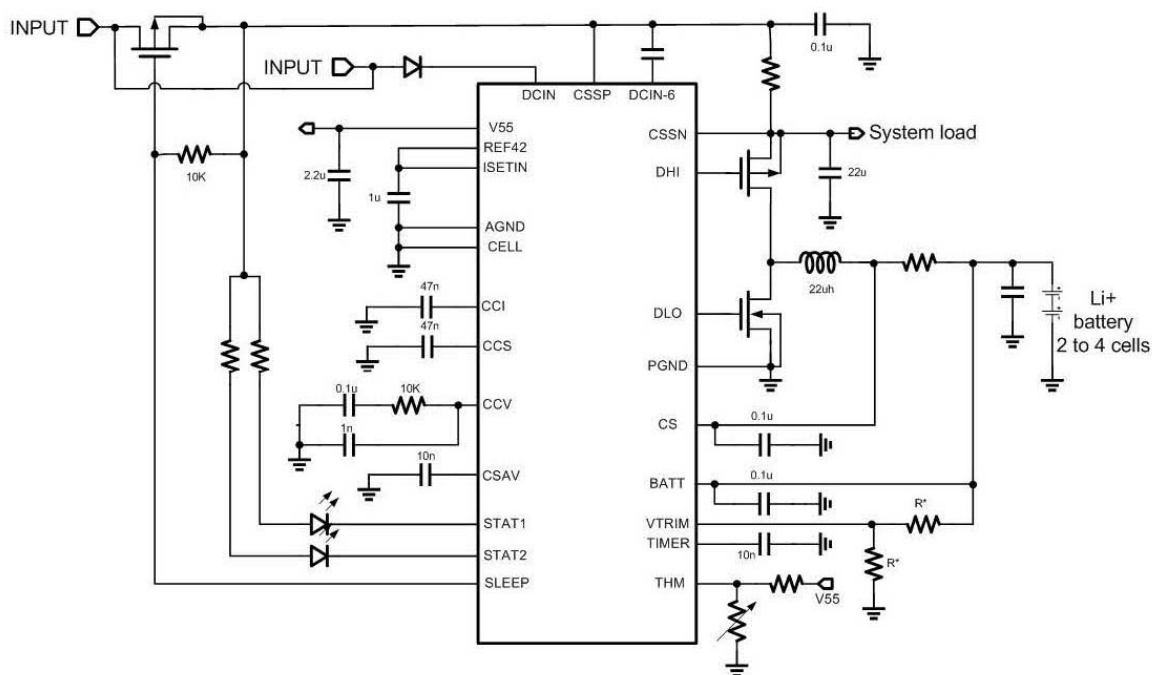


图 2.1、HM4085 应用示意图

3、管脚定义

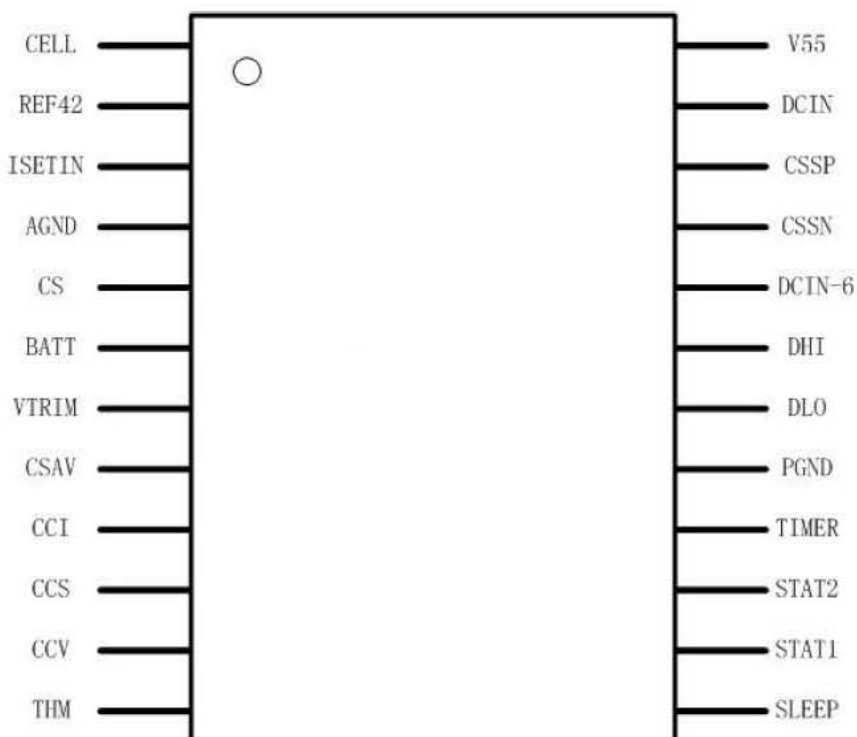


图 3.1.1、HM4085 管脚分布图

表 3.1.1、HM4085 管脚描述

序号	符号	I/O	描述		
1	CELL	I	充电电池节数调整		
2	REF42	0	参考电平		
3	ISETIN	I	充电电流调整，利用电阻分压使输入电压在 0 到 4.2v 之间，对充电电流进行调整		
4	AGND	I	模拟地		
5	CS	I	电流检测正端输入		
6	BATT	I	电池电压检测，电流检测负端输入		
7	VTRIM	I	恒压充电电压微调		
8	CSAV	0	平均充电电流检测		
9	CCI	0	充电电流调整环路补偿管脚		
10	CCS	0	输入电流调整环路补偿管脚		
11	CCV	0	电压调整环补偿管脚		
12	THM	I	电池温度检测输入管脚		
13	SLEEP	0	输入电压低于电池电压，输出高阻		
14&15	STAT1	0	(STAT1) 绿	(STAT2) 红	描述
	STAT2	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
16	TIMER	0	外接电容到地，对充电时间进行控制		

17	PGND	I	功率地
18	DLO	0	同步整流管驱动
19	DHI	0	高端 PMOS 管驱动
20	DCIN-6	0	DHI 驱动低电平，比输入电压低 6v，对 PMOS 管栅极电压进行限制
21	CSSN	I	输入电流检测负端输入
22	CSSP	I	输入电流检测正端输入
23	DCIN	I	电源输入
24	V55	0	外接稳压电容，内部逻辑电源

5、HM4085 电气特性和推荐工作条件

表 5.1.1、HM4085 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	9	12	28	V	/
环境温度	-20		70	℃	/

6、HM4085 性能参数

表 6.1.1、HM4085 性能参数 (Ta=25℃)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入电流						
DCIN 供电电流	IDCIN				5	mA
SLEEP 模式电流	ISLP	VI(BAT)=8.4V		15		uA
		VI(BAT)=12.6V		30		
		VI(BAT)=16.8V		45		
电压调整						
输出电压	VOREG	/		4.2		V/cell
输出电压精度			-0.5%		+0.5%	
充电电流						
恒流充电电流	ICHG		200		2000	mA
检流电阻 RSNS 两端电压	VIREG	VISETIN=4.2V		200		mV
预充电电流						
预充电转快速充电阈值电压	VLOWV	2 节电池		6		V
		3 节电池		9		
		4 节电池		12		V
预充电电流范围	IPRECHG		40		400	mA
充电截止电流						
充电截止电流范围	ITERM		25		250	mA
截止电流系数	ITERM/ICHG			1/8		mV
再充电电压						
再充电阈值电压	VRCH			4.1		V/cell
TIMER 输入						
TIMER 系数	KTIMER			4.66		H/10nF
CTIMER 电容	CTIMER			10		nF
PWM						
振荡频率				400		KHz
最大占空比	DMAX				98%	
最小占空比	DMIN		1%			
电池检测						
时间错误时的电池检测电流	IDETECT			5		mA
放电电流	IDISCHARG			1		mA
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
电流限值				3.5		A

短路电压阈值				2		V/cell
短路电流				30		mA

7、工作流程图

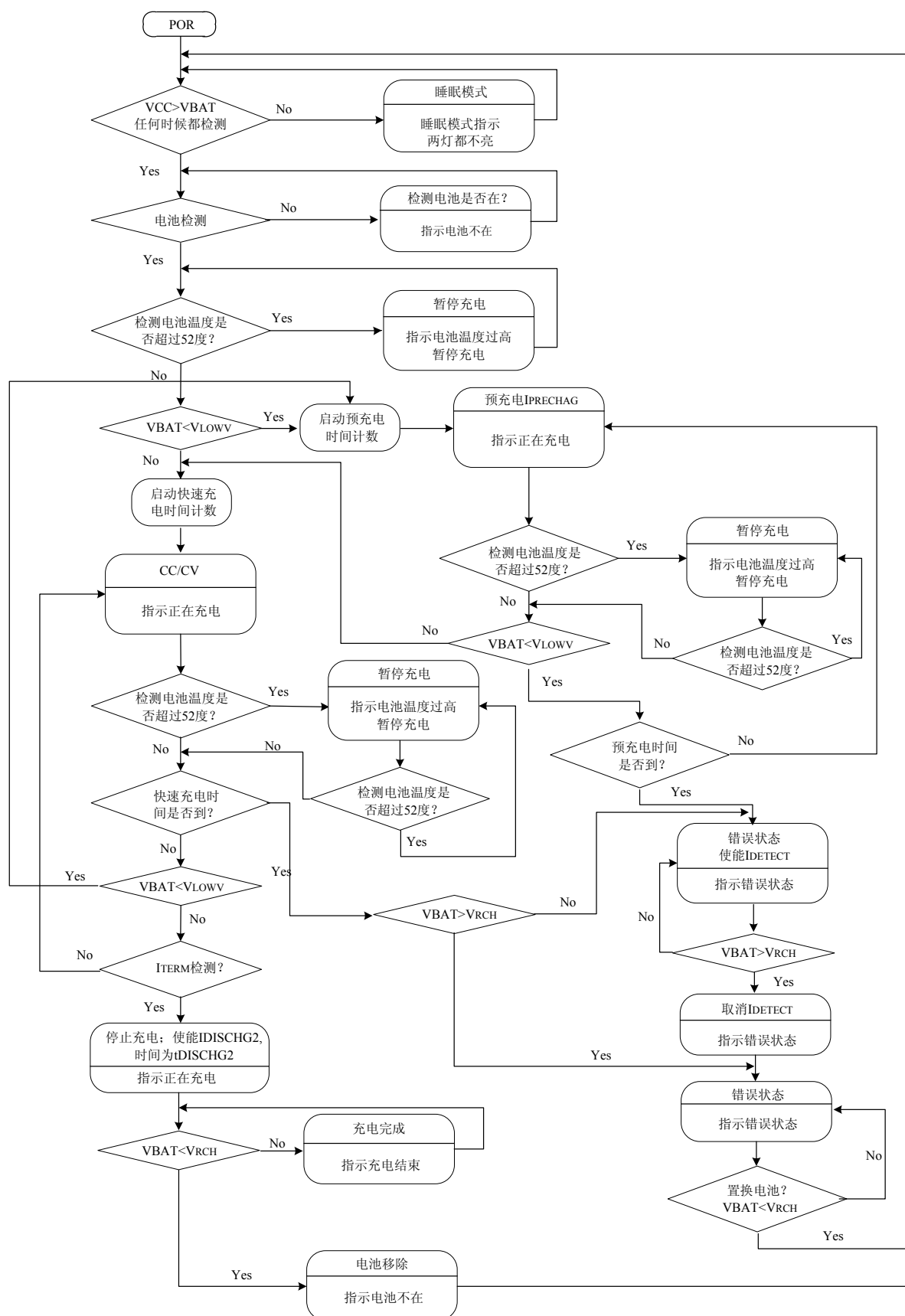


图 7.1、充电流程图

8、HM4085 功能描述

8.1、锂电池充电介绍

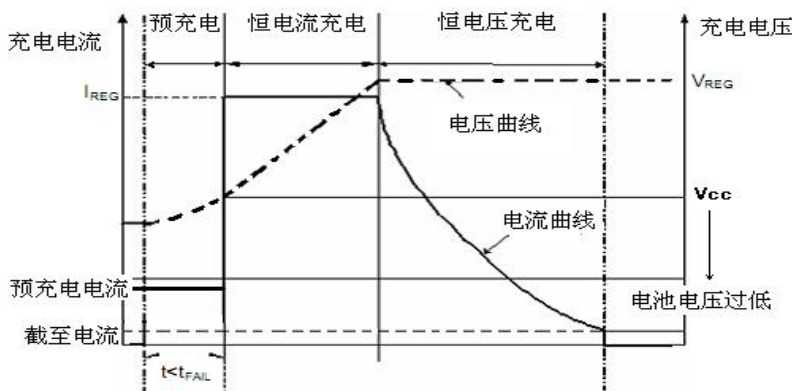


图 8.1、锂电池充电曲线示意图

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，HM4085 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} ，HM4085 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。

预充电电流为恒流充电电流的 1/5。

8.3、恒流充电电流设定

电池充电的电流值 I_{CHG} ，由外部电流检测电阻 R_{SNS} 和管脚 ISETIN 的输入电压共同设定。设置充电电流，我们首先选择 R_{SNS} ， R_{SNS} 太大会降低充电效率，太小则影响检测精度，一般取 0.1Ω。确定了 R_{SNS} 之后，可以通过下面的公式计算恒流充电电流。

$$I_{CHG} = \frac{V_{ISETIN}}{20 \times R_{SNS}}$$

如确定 R_{SNS} 为 0.1Ω，当管脚 ISETIN 接 4.2V 参考电压时，此时恒流充电电流为 2A。

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 4.2V/CELL；

当充电完成后，如果电池由于电流泄漏电压降到 4.1V/CELL 以下时，进入再充电周期。

8.5、充电时间限制

HM4085 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。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，HM4085 内部产生 EOC 信号，充电截止。充电截止电流可通过管脚 CSAV 外接电阻设置：

$$I_{TERM} = \frac{480}{R_{SNS} \times R_{CSAV}}$$

8.7、电池检测

对于电池包可移除的应用场合，HM4085 提供一种智能检测电池包的方案。

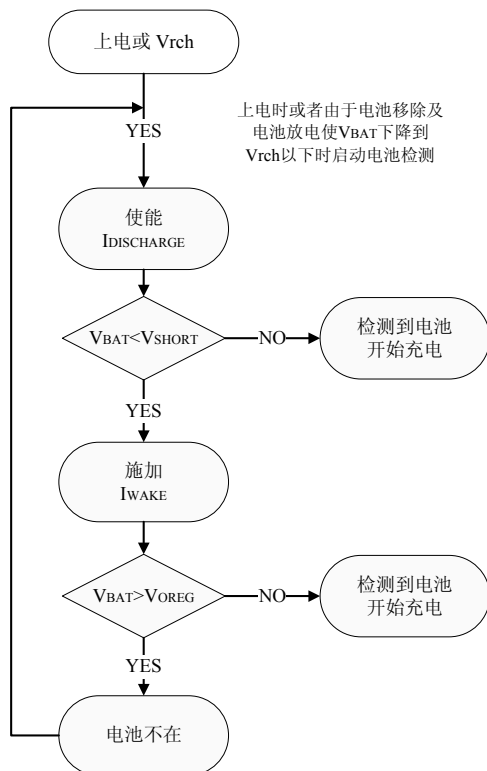


图 8.2、电池检测流程图

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_{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。

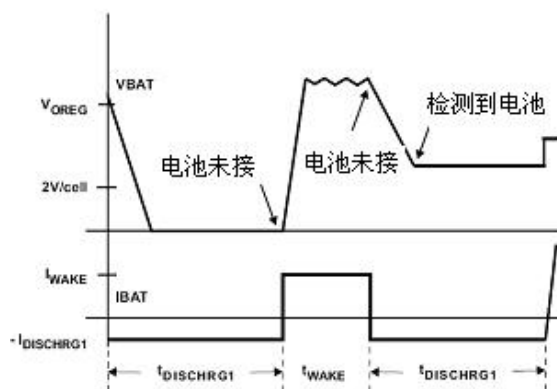


图 8.3、电池检测波形

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

8.9、睡眠模式

当输入电压小于电池电压时，HM4085 进入睡眠模式。芯片停止工作。

8.10、参考电压

HM4085 通过管脚 V55、REF42 产生两组电压，管脚 V55 的电压为 5.5V 左右，为内部低压电路提供电源；REF42 为 4.2V 参考电压，提供基准电压。

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

错误。

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）

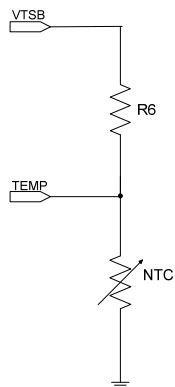


图 8.4、NTC 连接示意图

8.14、超时错误恢复

由工作流程图所示，HM4085 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：VBAT 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，HM4085 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

恢复机制：发生这种情况时，HM4085 使能一个

IDetect 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 HM4085 取消 IDetect 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，HM4085 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

HM4085 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。

9、HM4085 封装

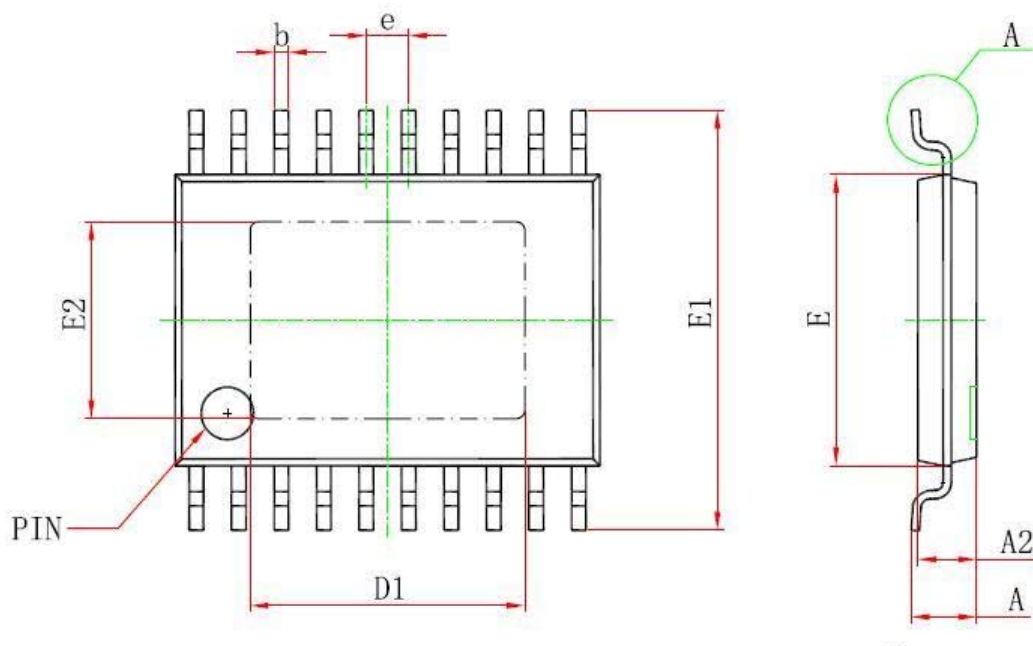


图 9.1、TSSOP-24 封装图示一

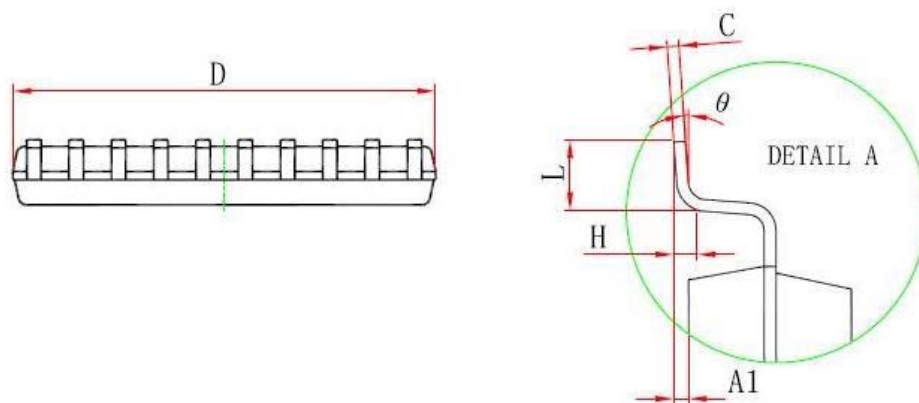


图 9.2、TSSOP-24 封装图示二

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	6.400	6.600	0.252	0.259
D1	4.100	4.300	0.165	0.169
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
E2	2.900	3.100	0.114	0.122
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026 (BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
θ	1°	7°	1°	7°

表 9.1、封装尺寸表