

## 500MA 线性锂电池充电管理芯片

HT4084是一款集成锂电池充电管理、电池充电状态指示的线性锂电池充电管理芯片，为单节锂电池提供完整的电源解决方案。HT4084具有短路（SC）、涓流（TC）、恒流（CC）和恒压（CV）四种充电过 程：短路充电（SC）可对0V的电池充电；涓流充电（TC）可预充电恢复完全放电的电池；恒流充电（CC）可快速的对电池充满；恒压充电（CV）可确保安全的充满电池。HT4084充电电流可通过外部电阻进行设置，最大充电电流500mA。当充电电流降至设定值的1/10时，HT4084将自动结束充电过程，并持续检测电池电压，下降到一定阈值时自动再充电。当输入电压（USB源或AC适配器）拿掉后，自动进入低功耗模式，电池端漏电在1uA以下。HT4084集成充电和充满提示，以及电池未连接指示。

### 特性

- 内置支持高压输入电流可调节的线性充电器：
- 最大输入24V电压，可承受高达28V的浪涌电压
- 恒流下最大充电电流可达500mA，支持外部电阻实时配置充电电流
- 兼容5V USB功率源和AC适配器，并提供热插拔保护
- 支持4.2V/4.25V/4.3V/4.35V锂电池类型，不带后缀版本为4.2V
- 预设4.2V±1%充电浮充电压
- 根据电池温度和输入电压智能调节充电电流
- 具有电池防倒灌功能，电池端漏电1uA以下
- 完善的充电状态指示以及电池未连接等异常指示
- 完善的保护：输入过压，输入欠压，充电电流热调节，芯片热保护，恒流充电软启动
- 结温范围为-40°C至+125°C
- 所有端口都具备±2000V(HBM)ESD保护

### 应用

- 移动多媒体设备、MP3、MP4
- 带有锂电池供电和USB输入的便携式设备

### 典型应用

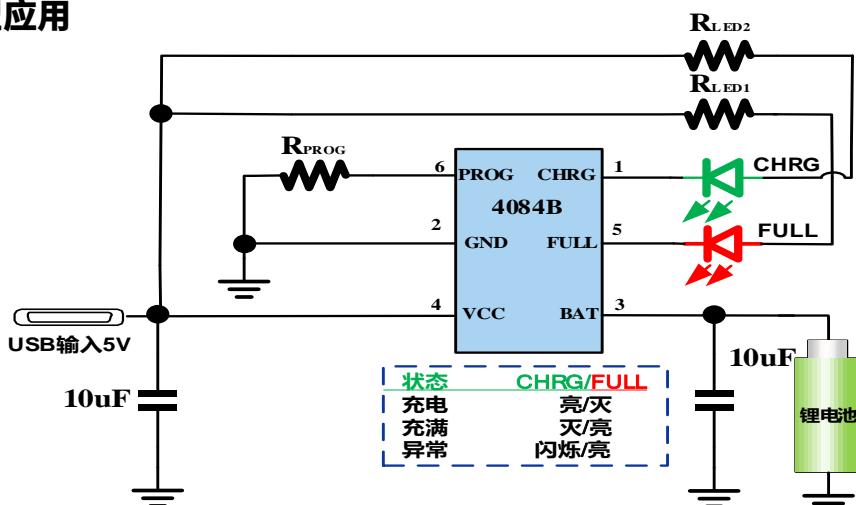
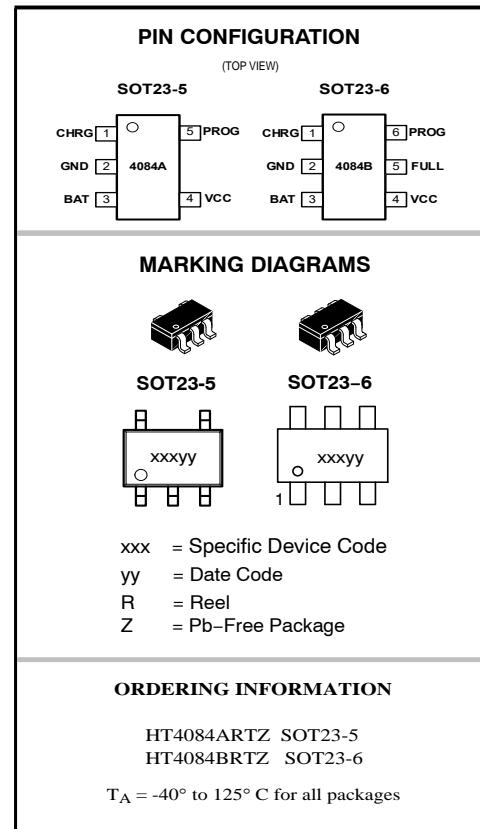


图1 HT4084B 典型应用拓扑



## 绝对最大值 <sup>(1)</sup>

表 3.1

参数	范围
引脚至 GND 电压 (VCC, CHRG, FULL)	-0.3V~24V
引脚至 GND 电压 (BAT, PROG)	-0.3V~6V
储存温度	-65°C to 150°C
工作温度	-40°C to 125°C
ESD 额定值 (HBM)	±2000V
ESD 额定值 (CDM)	±1000V

<sup>(1)</sup> 注：如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能引起器件永久性损坏。这仅是极限参数，不建议器件在极限值或超过上述极限值的条件下工作。器件长时间工作在极限条件下可能会影响其可靠性。

## ESD 警告

### ESD(静电放电) 敏感器件。



带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量 ESD 时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的 ESD 防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

表 3.2 引脚功能描述

SOT23-6 引脚编号	SOT23-5 引脚编号	引脚名称	说明
1	1	CHRG	充电指示引脚。连接至 LED 灯负极，电池充电时，引脚输出低电平，指示灯亮。
2	2	GND	芯片地。
3	3	BAT	电池充电输出引脚。连接至电池正极，放置至少 10uF 有效值的陶瓷电容器到地。
4	4	VCC	电源输入引脚。连接至电源正极，使用至少 10uF 有效值的陶瓷电容尽量近旁路 VCC 和 GND。
5		FULL	充满指示引脚。连接至 LED 灯负极，电池充满时，引脚输出低电平，指示灯亮。
6	5	PROG	恒流充电电流设置和充电电流监测引脚。外部连接 1%精度电阻器到地来设置充电电流。在短路充电 (SC) 下，此管脚的电压固定在 0.05V；在涓流充电 (TC) 下，此引脚电压固定在 0.1V；在恒流充电 (CC) 下，此管脚的电压固定在 1V。充电过程的所有模式下，都可以通过测量此管脚的电压来估算充电电流，公式： $I_{BAT} = (V_{PROG} / R_{PROG}) \times 1000$

## 技术规格

除非有特殊说明, 以下数据仅代表  $T_J=25^\circ\text{C}$  时最可能的参数规范, 仅供参考。所有电压都是相对于 GND。最小和最大限值通过试验, 验证和统计相关性规定。

表4.

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
充电特性 (Linear Charger)						
$V_{CC}$	推荐输入工作电压范围	4	5	6	V	
	输入欠压锁定	Rising, $V_{BAT}=3\text{V}$	4.0		V	
		Falling, $V_{BAT}=3\text{V}$	3.9		V	
$V_{OVP}$	输入过压保护		6.25		V	
$I_Q$	静态电流 VCC 电流	$V_{CC}=5\text{V}$ , BAT 悬空	150		$\mu\text{A}$	
	BAT 电流	$V_{CC}=0\text{V}$ , $V_{BAT}=4.0\text{V}$		1	$\mu\text{A}$	
	BAT 电流	$V_{CC}=5\text{V}$ , $V_{BAT}=4.0\text{V}$	300	500	nA	
$I_{SHORT}$ <sup>(1)</sup>	短路充电 (SC) 电流	$V_{BAT} < V_{SHORT}$	5%	7%	$I_{CC}$	
$V_{SHORT}$	短路充电 (SC) 阈值电压	小于此阈值	0.6		V	
$V_{SHORT\_HYS}$	短路充电 (SC) 迟滞电压		0.1		V	
$I_{TC}$ <sup>(1)</sup>	涓流充电 (TC) 电流	$V_{SHORT} < V_{BAT} < V_{PRE}$	10%	14%	$I_{CC}$	
$V_{TC}$	涓流充电 (TC) 阈值电压	小于此阈值	2.65	2.90	3.15	V
$V_{TC\_HYS}$	涓流充电 (TC) 迟滞电压		0.5		V	
$I_{CC}$ <sup>(1)</sup>	恒流充电 (CC) ( $V_{BAT}=3.7\text{V}$ )	$R_{PROG}=10\text{K}$ $R_{PROG}=2.5\text{K}$ $R_{PROG}=2\text{K}$	100 400 500		mA	
$V_{CV}$ <sup>(1)</sup>	恒压充电 (CV) 浮充电压	$T_J=25^\circ\text{C}$	4.15	4.20	4.25	V
$I_{TERM}$	恒压充电 (CV) 截止充电电流			1/10	$I_{CC}$	
$V_{RECHRG}$	电池充满后再充电阈值			95.7%	$V_{CV}$	
$R_{DS(ON)}$	PMOS $R_{DS(ON)}$			800	$\text{m}\Omega$	
全局热保护						
$T_{OTP}$	过温保护	$T_J$		150	$^\circ\text{C}$	
指示灯 (LED)						
$I_{CHRG}$	LED 驱动电流			5	mA	
$I_{FULL}$	LED 驱动电流			5	mA	

(1) 在充电过程中为了保护电池, 芯片会检测电池电压执行四个不同的充电阶段, 短路充电 (Short Charge)  $\rightarrow$  涓流充电 (trickle charge)  $\rightarrow$  恒流充电 (Const Current Charge)  $\rightarrow$  恒压充电 (Const Voltage Charge)  $\rightarrow$  充电停止。

## 应用信息：典型应用电路

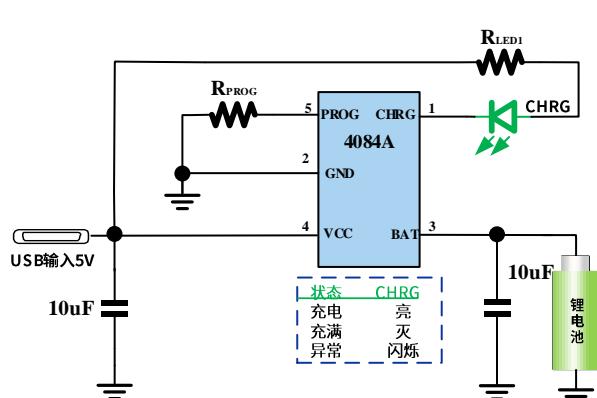


图 5.a HT4084A 典型应用拓扑

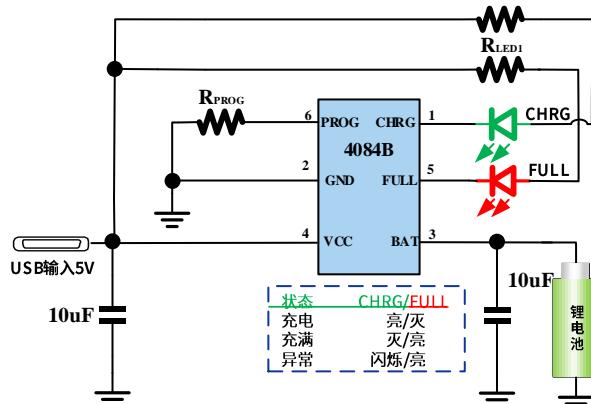


图 5.b HT4084B 典型应用拓扑

### NOTE:

- 充电输入引脚 VCC。需 10μF 稳压陶瓷电容。
- LED 指示灯使用时需接限流电阻，推荐接 1K 电阻。不使用充电指示功能，只需要将对应的引脚浮空即可。

## 元器件选型推荐

符号	含义	推荐值	备注
C <sub>VCC</sub>	USB 充电输入稳压电容	10μF, 16V, 0603	陶瓷电容，耐压值大于 16V
C <sub>BAT</sub>	电池充电输出稳压电容	10μF, 16V, 0603	陶瓷电容，耐压值大于 16V
R <sub>LED</sub>	LED 限流电阻	1K	根据灯的亮度需求选择，1K 以上
R <sub>PROG</sub>	恒流充电电流设置电阻	2K (500mA 恒流设置)	由公式 $I_{BAT} = (V_{PROG}/R_{PROG}) \times 1000$ 设定， $V_{PROG}$ 为 1V，可使用精度 1% 电阻。

## 功能框图

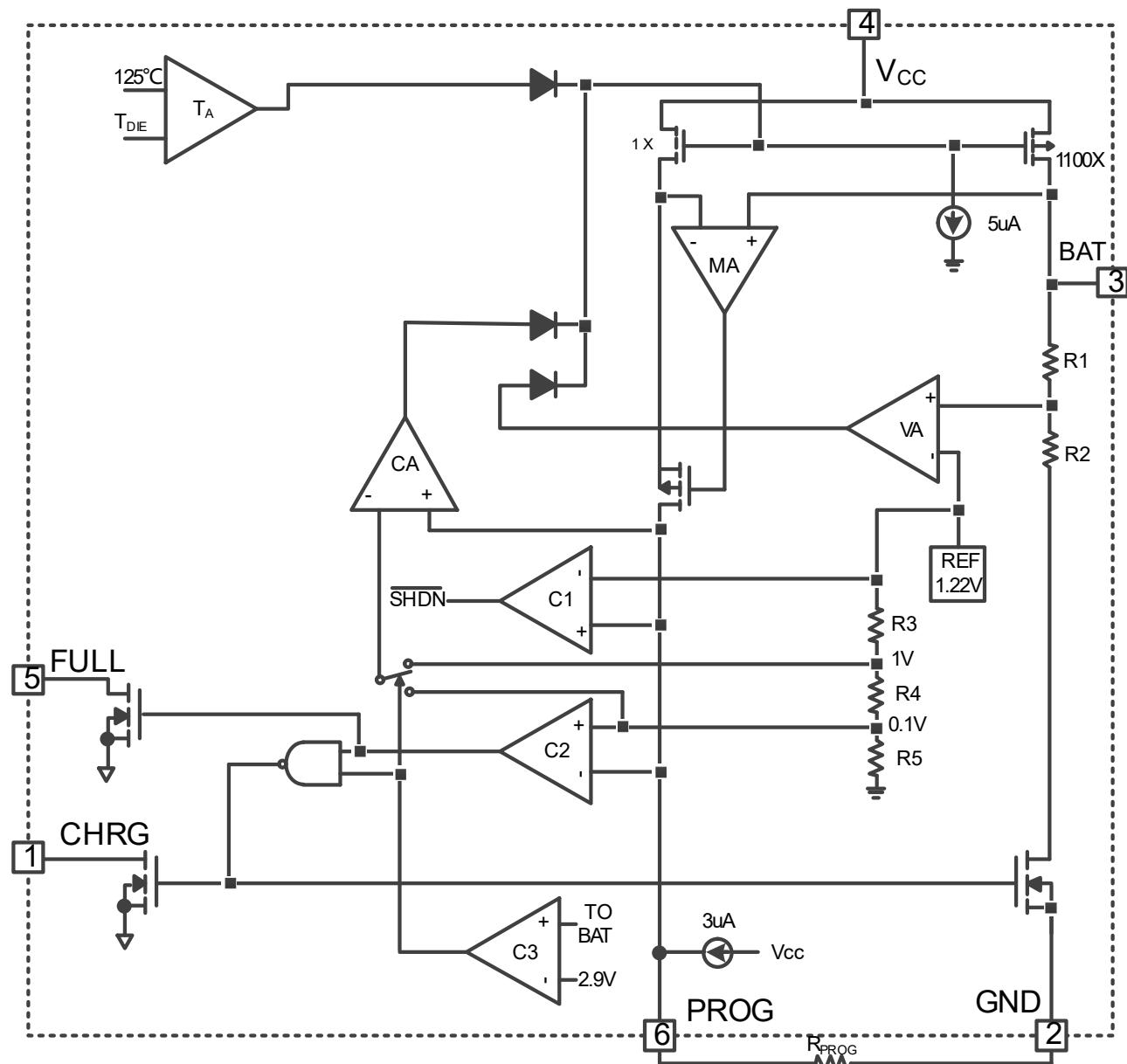


图 6. 内部功能框图

# 应用信息：线性锂电池充电管理芯片（充电概述）

## 概述

HT4084 是一款集成锂电池充电管理、电池充电状态指示，24V 输入耐压的锂电池线性充电管理芯片，为单节锂电池提供完整的电源解决方案。HT4084 具有短路 (SC)、涓流 (TC)、恒流 (CC) 和恒压 (CV) 四种充电过程：短路充电 (SC) 可对 0V 的电池充电；涓流充电 (TC) 可预充电恢复完全放电的电池；恒流充电 (CC) 可快速的对电池充满；恒压充电 (CV) 可确保安全的充满电池。

HT4084 充电截止电压默认为 4.2V，充电电流可通过外部电阻进行设置，最大充电电流 500mA。当充电电流降至设定值的 1/10 时，HT4084 将自动结束充电过程，然后持续检测电池电压，下降到一定阈值时自动再充电。当输入电压 (USB 源或 AC 适配器) 拿掉后，自动进入低功耗模式，电池端漏电在 1uA 以下。HT4084 集成充电和充满提示，以及电池未连接指示。

## 正常充电循环

在 HT4084 的 VCC 电压大于 UVLO，等待芯片内部电源启动完成后，随后开始一个充电循环。

在充电过程中为了保护电池，芯片会检测电池电压执行不同的充电阶段，短路充电 (Short Charge) → 涓流充电 (trickle charge) → 恒流充电 (Const Current Charge) → 恒压充电 (Const Voltage Charge) → 充电停止。

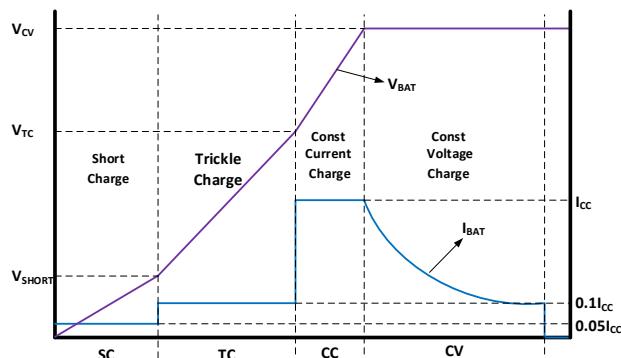


图 7. 电池充电循环

当 BAT 上的电压低于  $V_{SHORT}$  (典型值 0.6V)，为防止深度放电的锂离子电池在快充时被损坏甚至发生危险，此阶段会用 5% 预设充电电流进行唤醒。

当 BAT 上的电压低于  $V_{TC}$  (典型值 2.9V) 大于  $V_{SHORT}$  (典型值 0.6V) 时，充电池会进入涓流充电模式 (也称锂电池的预充电模式) 对电池单元进行恢复性充电，在这个模式下，充电电流会被减少到 10% 预设充电电流。

当电池电压上升到  $V_{PRE}$  (典型值 2.9V) 以上时，充电电流会上升至全速预设电流进行恒流充电模式。

当达到预设充电电压  $V_{CV}$  (4.2/4.3/4.35/4.4)，HT4084 进入恒压充电，充电电流开始下降，直至降到  $I_{TERM}$  (典型值 1/10  $I_{CC}$ )，则停止充电。

停止充电后，芯片进入待机状态，会持续检测 BAT 电压。当 BAT 电压下降到  $V_{RECHRG}$  (再充电阈值)，会自动进入新的充电循环，从而保证电池处于满电水平。

## 设定输出电流

HT4084 充电电流可通过连接在 PROG 引脚与地之间的电阻器来设定的。根据需要的充电电流来确定电阻器的阻值。充电过程的所有模式下，都可以通过测量此管脚的电压来估算充电电流。

公式： $I_{BAT} = (V_{PROG} / R_{PROG}) \times 1000$ 。

## 充电状态指示灯

HT4084B 集成充电和充满提示，以及电池未连接三种充电状态指示。电池未连接时，LED 灯会进入闪烁报警状态。HT4084B 有两个漏极开路状态输出端：CHRG 和 FULL，当充电进行时，CHRG 被拉到低电平，FULL 为高阻态；充电结束后，CHRG 为高阻态，FULL 被拉到低电平。如果不使用状态指示功能时，将不用的状态指示输出端接地。下图表示状态指示功能总结：

充电状态	CHRG	DONE
正在充电	亮	灭
充电完成	灭	亮
电池未接	闪烁	亮
欠压、温度过高或者过低	灭	灭

## 应用信息：线性锂电池充电管理芯片（充电概述）

### 过热调节充电电流

HT4084在充电过程中内置的过温度环路能够有效调节充电电流，通过降低充电电流，从而让芯片的结温不会过高，避免芯片温度的持续增加。这也意味着恒流模式下充电电流未必是设置的  $I_{CC}$ ，将受制于温度。该功能允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而没有损坏 HT4084 的风险。在保证充电器将在最坏情况条件下自动减小电流的前提下，可根据典型（而不是最坏情况）环境温度来设定充电电流。

### 高压热插拔

如果整体方案中 USB 接口上电时可以看到高于输入 VCC 耐压的尖峰，可以在 VCC 电容上串入 1Ω 电阻来过滤尖峰。

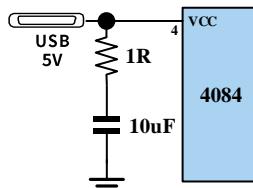


图 5.c Type-C 高压接口热插拔

## 应用信息：线性锂电池充电管理芯片（图表）

Figure 9.Electrical Characteristics (除非另有说明,  $TA=25^{\circ}\text{C}$ )

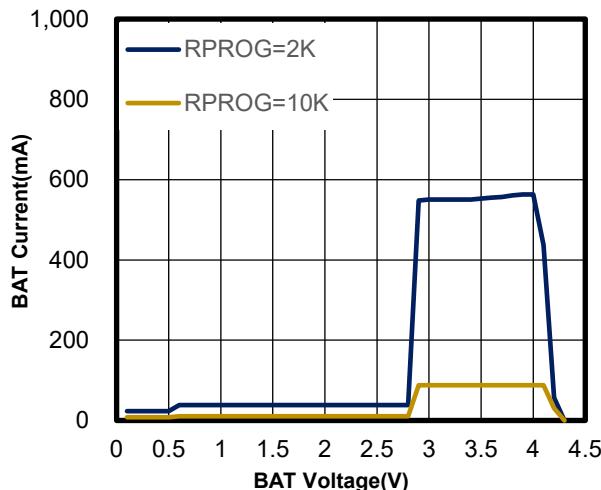


Figure 8.a BAT Current vs BAT Voltage

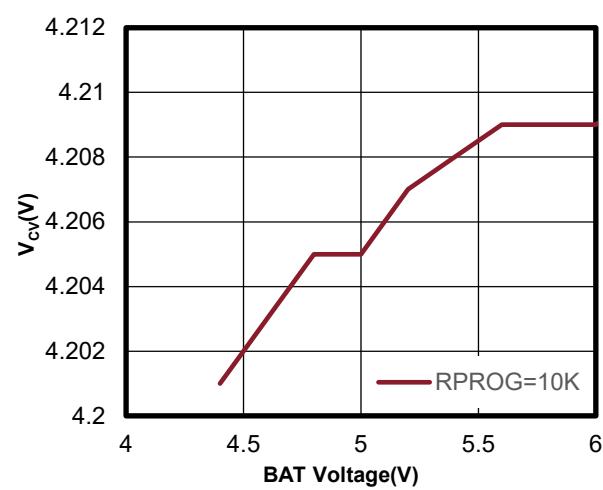


Figure 8.b Vcv vs VIN Voltage

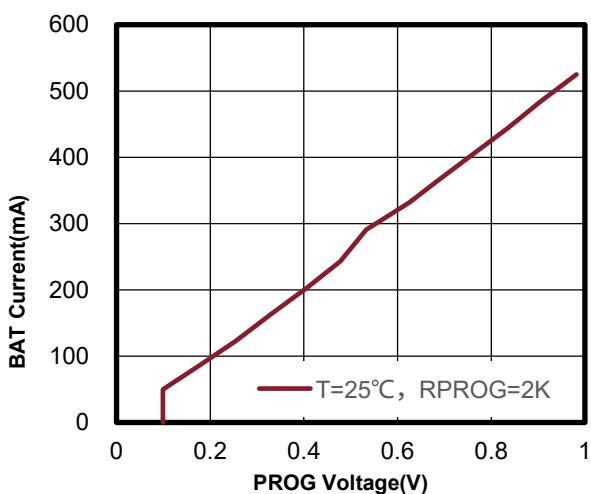


Figure 8.c PROG Voltage vs Temperature

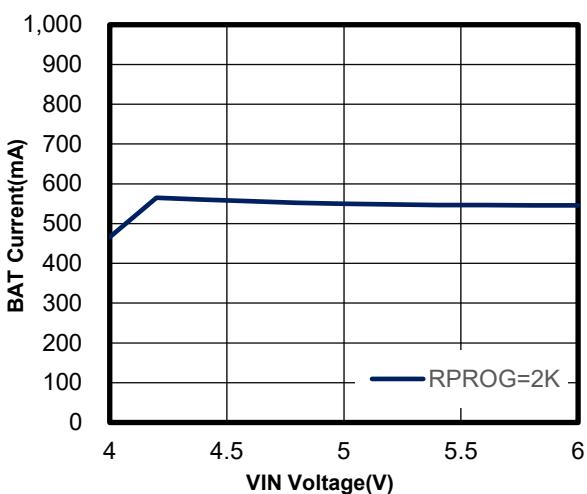


Figure 8.d VIN Voltage vs RPROG

## 应用信息：参考布局举例

### 概述

较差的布局会影响 HT4084 的性能，造成电磁干扰(EMI)、电磁兼容性(EMC)差、地跳以及电压损耗，进而影响稳压调节和稳定性。为了优化其电气和热性能，应运用下列规则来实现良好的 PCB 布局布线，确保最佳性能：

- 输入电容 CIN 尽量近距离放在 VCC(PIN4)、GND(PIN2)引脚旁边。为了尽量降低高频噪声，建议在 BAT 端和 VCC 输入端各接入一个 0.1uF 的陶瓷电容，布线十分接近芯片引脚。
- 对高电流路径应使用较大 PCB 覆铜区域，包括 GND 引脚(PIN2)。这有助于最大限度地减少 PCB 传导损耗和热应力。
- 为使过孔传导损耗最小并降低模块热应力，应使用多个过孔来实现顶层和其他电源层或地层之间的互连。
- PROG 引脚阻抗较高，RPROG 在远离芯片的热源的情况下引线轨迹应尽量短，以减少对充电电流设置的干扰。

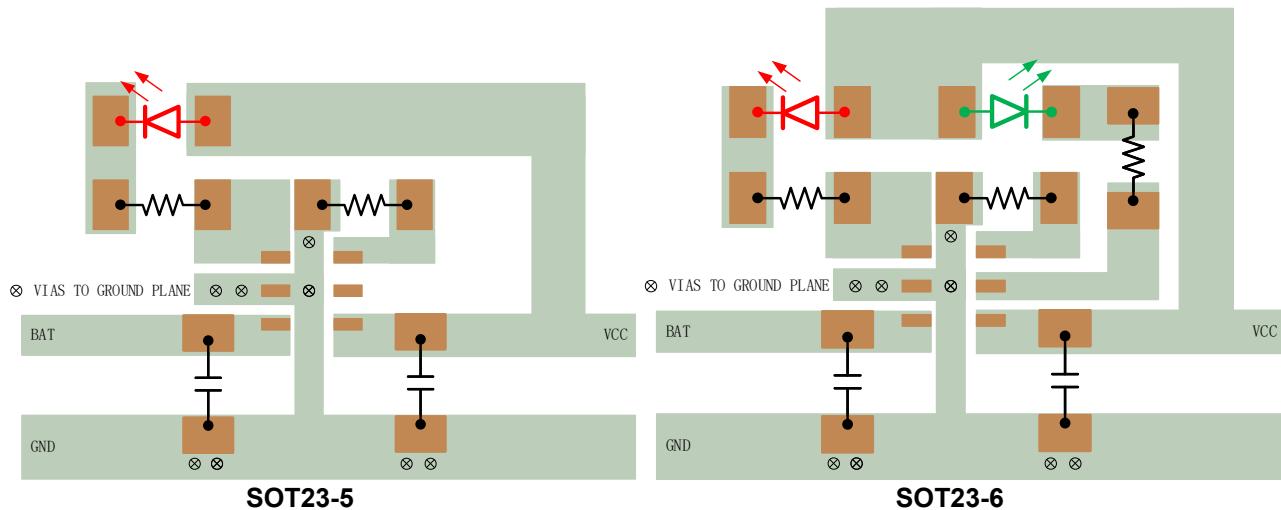
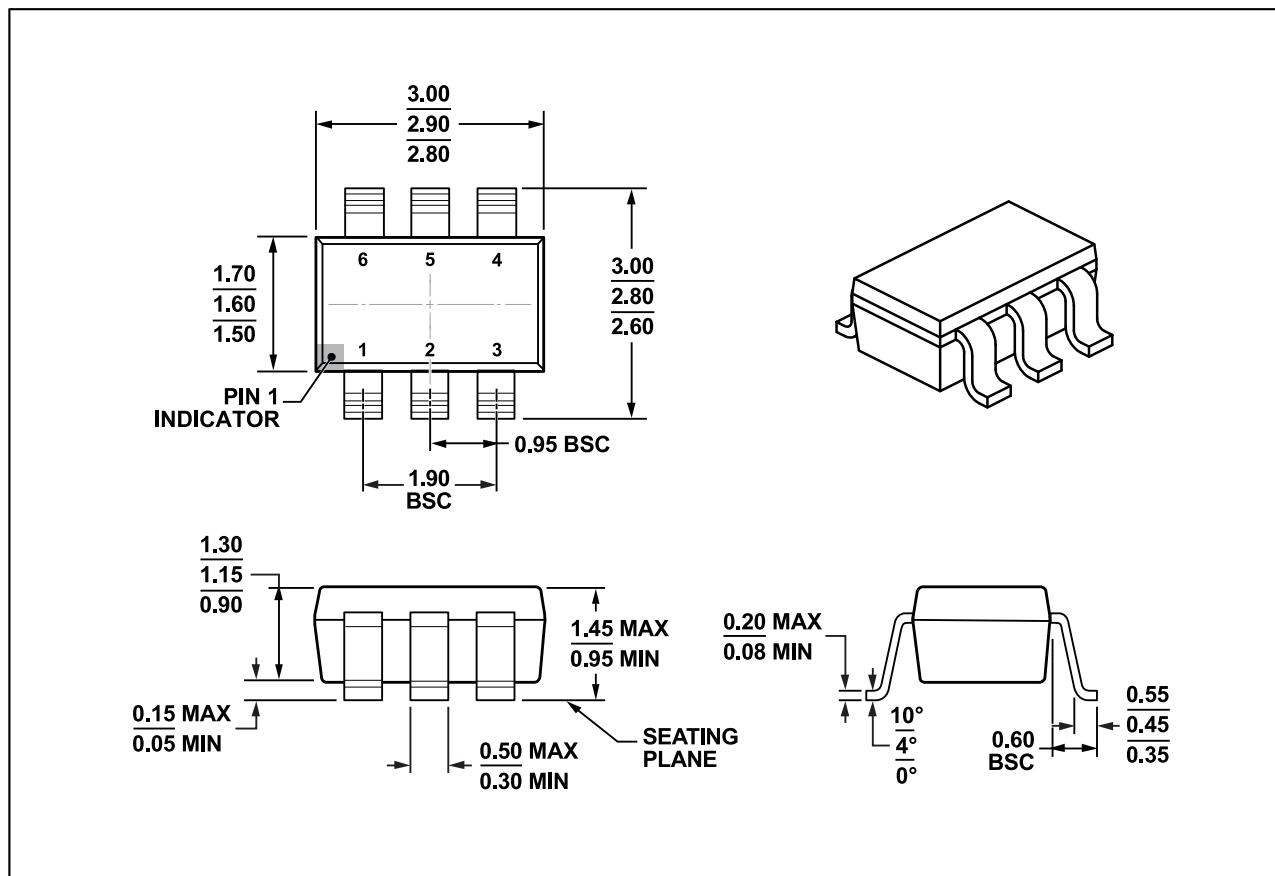


图9 推荐PCB布局举例

## 封装外形描述

### 1.45mm 高度 6 引脚 SOT-23 塑封 SOIC

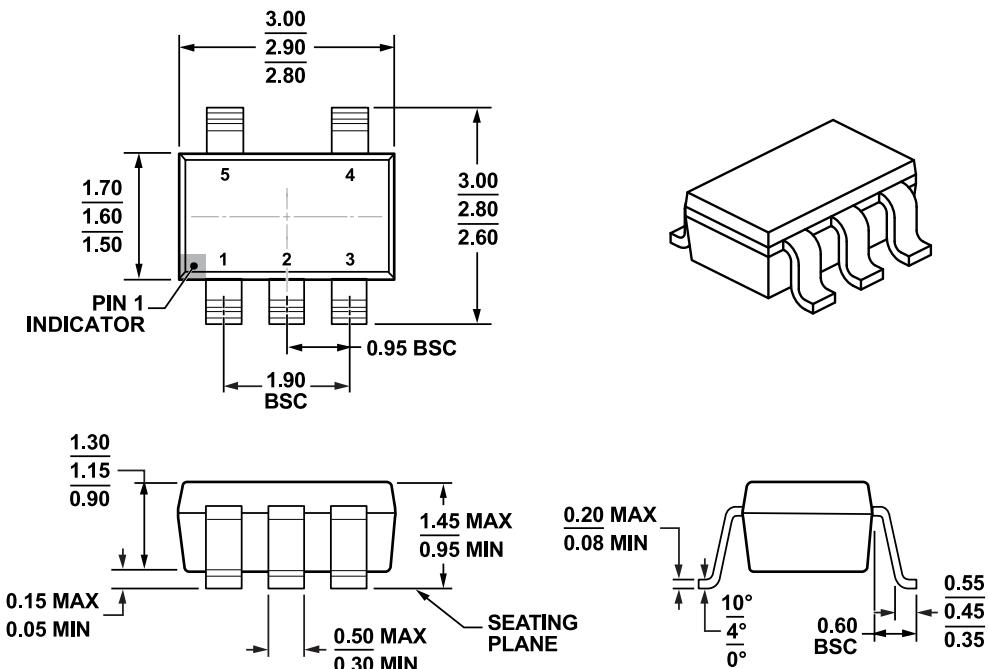


注：

- (1) 所有的数据单位都是毫米，括号内的任何尺寸仅供参考。
- (2) 本图如有更改，恕不另行通知。
- (3) 此尺寸不包括塑模毛边，突起，或水口毛刺。

## 封装外形描述

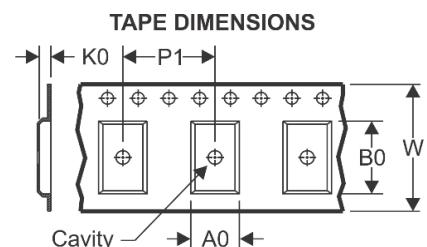
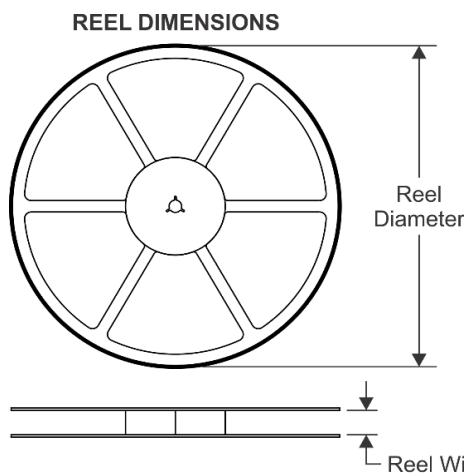
### 1.45mm 高度 5 引脚 SOT-23 塑封 SOIC



注：

- (4) 所有的数据单位都是毫米，括号内的任何尺寸仅供参考。
- (5) 本图如有更改，恕不另行通知。
- (6) 此尺寸不包括塑模毛边，突起，或水口毛刺。

## TAPE AND REEL INFORMATION LEGEND-SION



### QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE

