

## 开关型 2-10 节锂电池充电管理芯片 HM4089

### 功能特性简述

- 适用于 2-3-4 节, 5-7-9 或 6-8-10 节锂离子/锂聚合物高效率同步 Buck 充电器
- 8V-60V 宽输入电压范围
- 20mΩ 充电电流检测电阻
- 最大充电电流 10A,
- 0.5% 的充电电压控制精度
- 可选择电池节数:  
HM4089A-2,3 或者 4 节  
HM4089B-5,7 或者 9 节  
HM4089C-6,8 或者 10 节  
HM4089D- 12V, 18V, 24V 铅酸
- 4% 的可编程充电电流控制精度
- 恒压充电电压值可通过外接电阻微调
- 智能电池检测
- 支持充电器输出与电池间的电阻补偿
- 内置软启动
- 开关频率 400/300KHz
- LED 充电状态指示
- 电池短路检测, 保护
- 内置过温关断
- 输出充电电流信息
- 电池充电过压保护
- Cycle-by-cycle 限流
- 外置电池温度检测
- 外置 ISET 脚充电使能
- 睡眠模式电池功耗小于 15uA
- 外置充电时间限制
- 工作环境温度范围: -20°C ~ 85°C
- TSSOP-20 或 QFN-20 封装

### 应用

- 手持设备
- PDVD, PDA 和智能手机
- 笔记本电脑
- 自充电电池组
- 独立充电器

### 概述

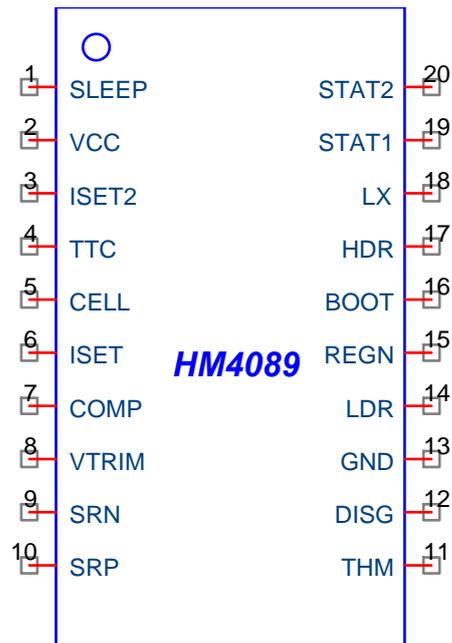
HM4089 为同步开关型高效锂离子/锂聚合物电池充电管理芯片, 非常适合于便携式设备的充电管理应用。

HM4089 集高精度电压和输入电流及充电电流调节器、预充、充电状态指示和充电截止等功能于一体, 采用 TSSOP-20 或者 QFN-20 封装。

HM4089 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分压电阻决定, 恒压充电电压可通过外部电阻微调。

HM4089 集成电池温度检测, 过压及短路保护, 确保充电芯片安全工作。HM4089 集成智能电池检测功能及超时错误恢复功能, 方便用户使用。

## 管脚定义



TSSOP-20 封装

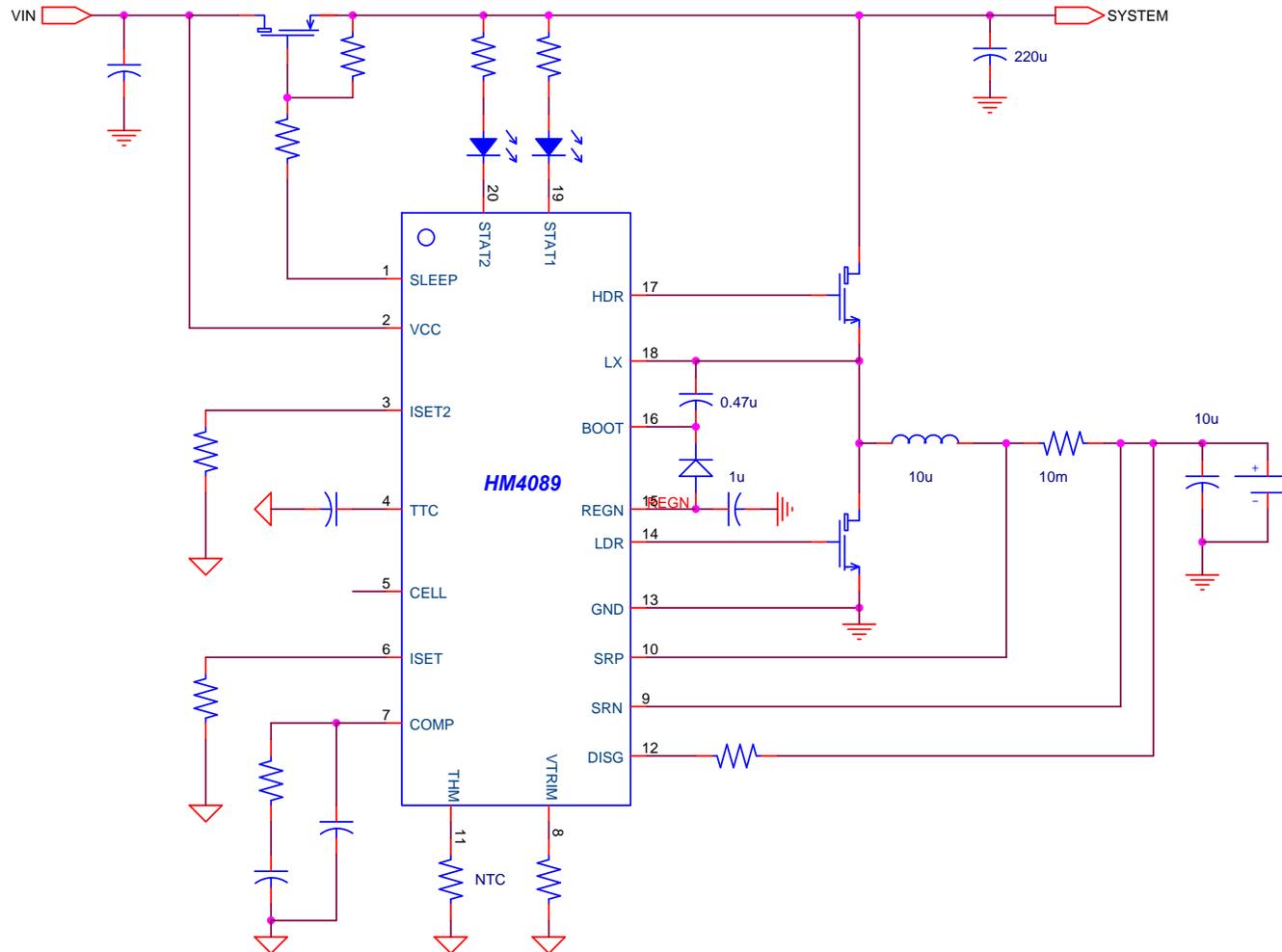
序号	符号	I/O	描述
19	STAT1	O	(STAT1) 绿 (STAT2) 红 描述
20	STAT2	O	灭 灭 没有充电或无电池
			灭 亮 正在充电
			亮 灭 充电完成
			灭 0.5Hz 脉冲 故障状态 (超时和过压)
			灭 2Hz 脉冲 故障状态 (电池过温)
1	SLEEP	O	输入电压低于电池电压指示
2	VCC	P	电源输入
3	ISET2	I	截止充电电流设置
4	TTC	I	振荡器外接电容, 确定充电时间限制, 当引脚接地, 取消限制
5	CELL	I	电池节数选择: HM4089A-接地 2 节, 浮空 3 节, 接高 4 节, 单节恒压 4.2V; HM4089B-接地 5 节, 浮空 7 节, 接高 9 节, 单节恒压 4.2V HM4089C-接地 6 节, 浮空 8 节, 接高 10 节, 单节恒压 4.2V HM4089D-接地 12V, 浮空 18V, 接高 24V 铅酸电池
6	ISET	I	充电电流设置, 外接设置电阻到地; 当外接电阻大于一定值, 充电停止
7	COMP	O	补偿管脚
8	VTRIM	I	外接电阻到地或 SRN, 微调 CV 电压
9	SRN	I	充电电流检测负端输入&电池检测端
10	SRP	I	充电电流检测正端输入
11	THM	I	电池温度检测
12	DISG	O	电池端放电管脚
13	GND	P	地

---

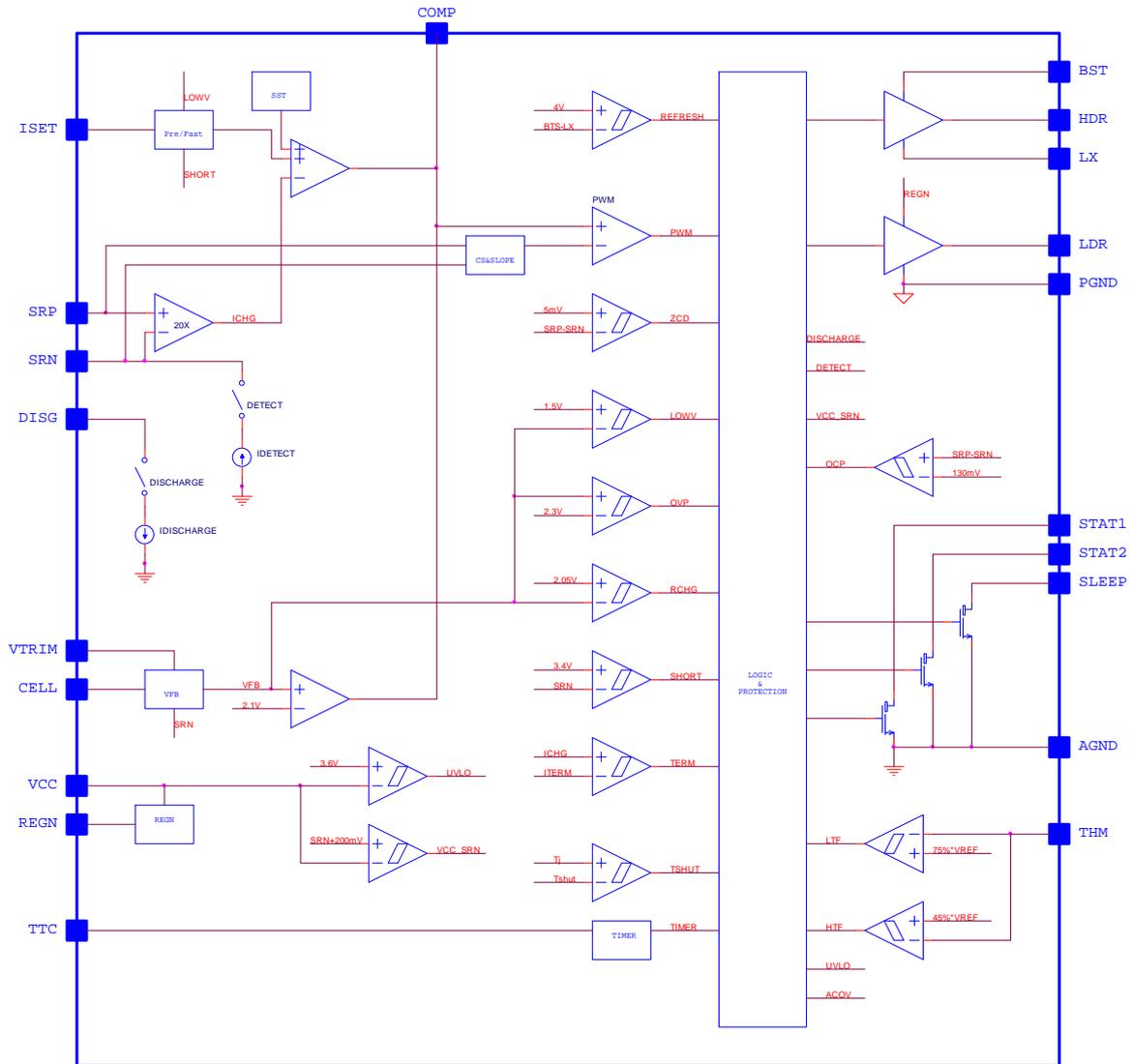
14	LDR	O	低位同步整流管驱动
15	REGN	P	5V 稳压输出电源，外接滤波电容
16	BOOT	P	高位开关管驱动电源正端，在 BOOT 和 LX 之间接一个 0.22uF 电容
17	HDR	O	高位开关管驱动
18	LX	P	高位开关管驱动电源负端

---

## 典型应用电路



模块功能框图



## 最大工作范围

		最小	最大	单位
电压范围	VCC, SLEEP, STAT2, STAT1	-0.3	60	V
	LX, SRN, SRP, VTRIM, DISG	-2	44	
	OVPSET, TTC, CELL, ISET, COMP, THM, LDR, REGN	-0.3	6.5	
	BTS, HDR	-0.3	65	
	SRP-SRN	-0.4	0.4	
工作结温		-40	155	°C

## 电气参数

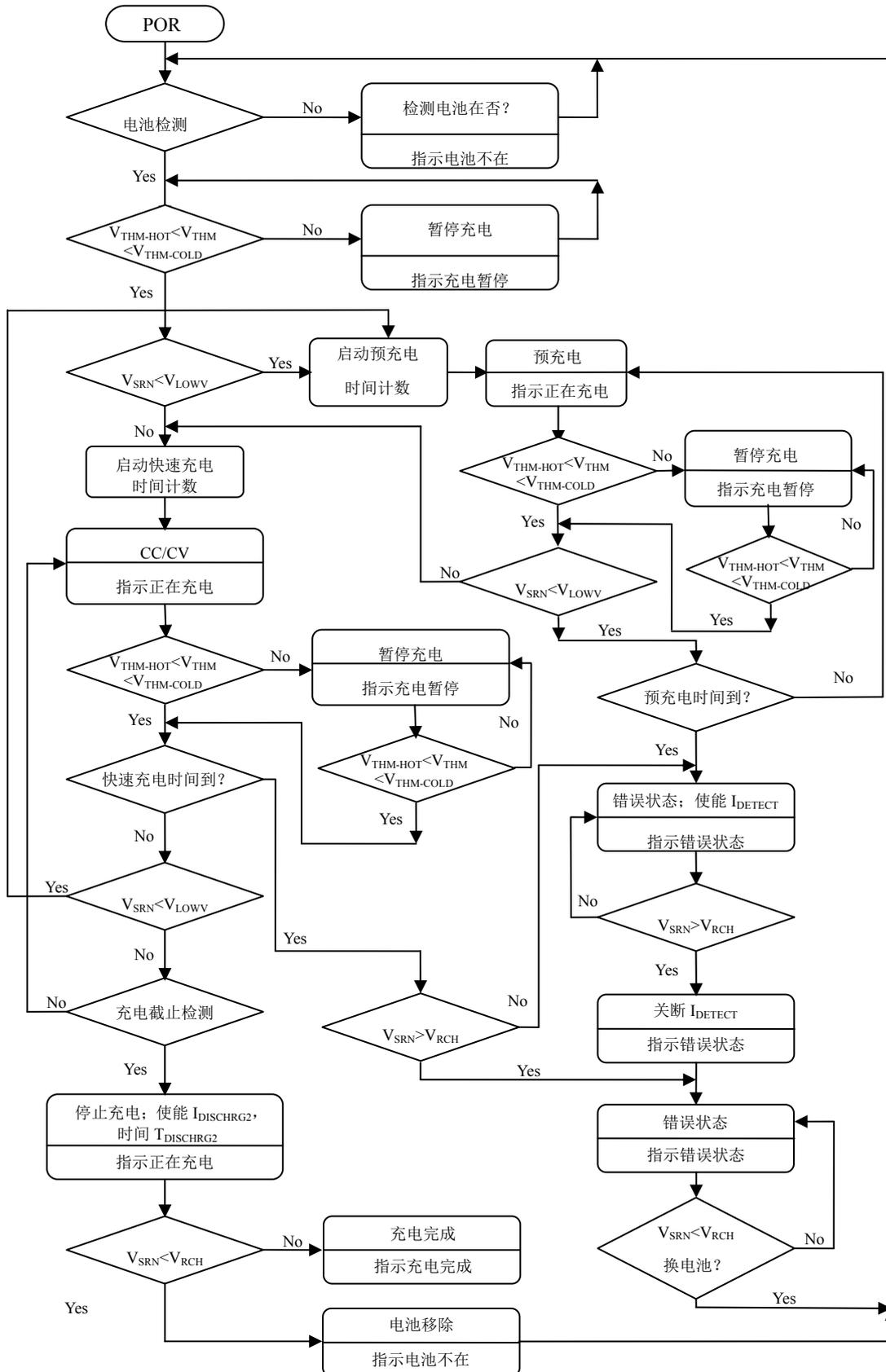
8V<VCC<60V, 0°C<T<sub>j</sub><125°C, 典型情况 Temp=25°C VCC=20V

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
<b>输入电压</b>						
VCC 供电电压	VCC		8		60	V
<b>输入电流</b>						
VCC 供电电流	I <sub>VCC</sub>	开关模式		15		mA
		静态模式		2.5		mA
电池 SLEEP 放电电流	I <sub>SLP</sub>	VCC<V <sub>SRN</sub> +200mV or UVLO		15		μA
<b>恒压调整</b>						
输出恒压 HM4089A	V <sub>OREG</sub>	2 节电池, CELL 接地		8.4		V
		3 节电池, CELL 浮空		12.6		
		4 节电池, CELL 接高		16.8		
输出恒压 HM4089B		5 节电池, CELL 接地		21.0		
		7 节电池, CELL 浮空		29.4		
		9 节电池, CELL 接高		37.8		
输出恒压 HM4089C		6 节电池, CELL 接地		25.2		
		8 节电池, CELL 浮空		33.6		
		10 节电池, CELL 高		42		
输出恒压 HM4089D	12V 铅酸, CELL 接地		14.4			
	18V 铅酸, CELL 浮空		21.6			
	24V 铅酸, CELL 接高		28.8			
输出恒压精度			-0.5%		+0.5%	
<b>快充电流</b>						
快充电流设置系数	K <sub>ISET</sub>	检测电阻 R <sub>SENSE</sub> =10mΩ, ISET 电阻对应充电电流值		200		A*Kohm
快充电流精度			-4%		+4%	
充电停止阈值	V <sub>ISET_CO</sub>	ISET 下降		50		mV
充电使能阈值	V <sub>ISET_CE</sub>	ISET 上升		100		mV

预充电						
预充电流设置系数	$K_{ISET}$	检测电阻 $R_{SENSE}=10m\Omega$		40		A*Kohm
预充电流精度			-25%		+25%	
预充电转快充阈值电压	$V_{LOWV}$	SRN 电压上升 (HM4089A,B,C)		3		V/CELL
		SRN 电压上升 (铅酸 HM4089D)		5.2		
转换延迟时间		电压上升和下降		30		ms
充电截止						
充电截止电流设置系数	$K_{ITERM}$	检测电阻 $R_{SENSE}=10m\Omega$		40		A*Kohm
截止电流精度			-25%		+25%	
延迟时间		电压上升和下降		30		ms
充电 TAPE 截止电流设置系数	$K_{TAPE}$	检测电阻 $R_{SENSE}=10m\Omega$		60		A*Kohm
TAPE 电流精度			-25%		+25%	
TAPE 截止计时	$T_{TAPE}$			20		min
再充电电压						
再充电阈值电压	$V_{RCH}$	HM4089A,B,C		4		V/CELL
		铅酸 HM4089D		6.4		
延迟时间		电压上升和下降		30		ms
STAT1, STAT2 和 SLEEP 驱动输出						
低电平输出饱和和电流	$I_{STAT}$	输出电压 0.5V		10		mA
REGN 输出						
REGN 输出电压	$V_{REGN}$			5.4		V
REGN 输出限流	$I_{REGN}$			50		mA
REGN 精度			-1%		-1%	
ACOV 和 ACUV						
VCC 输入过电压阈值	$V_{ACOV}$			63		V
VCC 输入欠压阈值	$V_{ACUV}$			8		V
延迟时间		电压上升和下降沿		30		ms
TTC 输入						
TTC 系数	$K_{TTC}$			3.3		H/25nF
$C_{TTC}$ 电容	$C_{TTC}$			25		nF
时间使能阈值	$V_{TTC\_EN}$	$V_{TTC}$ 上升		500		mV
电池温度检测						
高温阈值	$V_{THM-HOT}$	$V_{THM}$ 下降沿		0.2		V
低温阈值 1	$V_{THM-COLD1}$	$V_{THM}$ 上升沿		1.45		V
低温阈值 2	$V_{THM-COLD2}$	$V_{THM}$ 上升沿		2.3		V

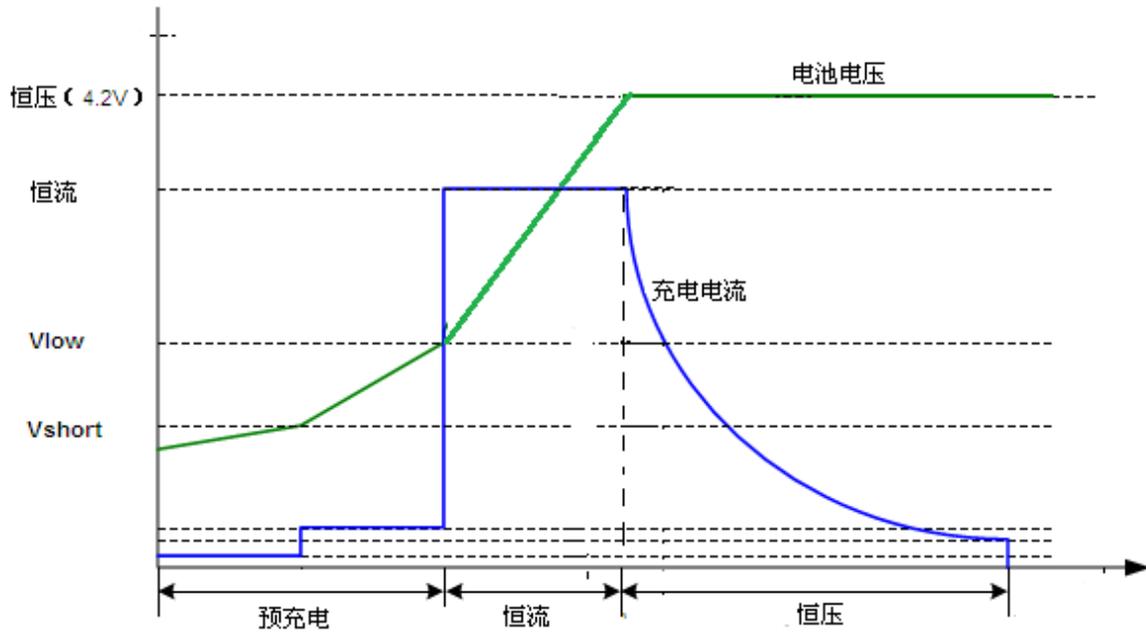
延迟时间		电压上升和下降沿		30		ms
温度使能阈值	V <sub>THM_EN</sub>	V <sub>THM</sub> 上升		0.05		V
<b>输入 UVLO 和睡眠模式</b>						
VCC 欠压锁定	V <sub>UVLO</sub>	VCC 上升		4.5		V
UVLO 迟滞	V <sub>HYS</sub>	VCC 下降		400		mV
睡眠模式	V <sub>SLPR</sub>	VCC-V <sub>SRN</sub> 上升		400		mV
	V <sub>SLPF</sub>	VCC-V <sub>SRN</sub> 下降		200		
<b>PWM 控制器</b>						
开关振荡频率	F <sub>OSC</sub>	VCC<30V		400		kHz
		VCC>30V		300		kHz
同步到异步门限	I <sub>syn-asyn</sub>	V <sub>SRP-SRN</sub> 下降		4		mV
<b>电池检测</b>						
超时错误检测电流	I <sub>DETECT</sub>	V <sub>SRN</sub> <V <sub>RCH</sub>		3		mA
放电电流	I <sub>DISCHRG1</sub>	Depending on outer resistor value		50		mA
放电时间	T <sub>DISCHRG1</sub>			0.375		s
唤醒电流	I <sub>WAKE</sub>			30		mA
唤醒时间	T <sub>WAKE</sub>			0.375		s
截止放电电流	I <sub>DISCHRG2</sub>	充电截止 , V <sub>SRN</sub> ≤V <sub>OREG</sub>		10		mA
截止放电时间	T <sub>DISCHRG2</sub>			160		ms
<b>保护</b>						
过压保护阈值	V <sub>OVP</sub>			109		%V <sub>OREG</sub>
Cycle-By-Cycle 过流	V <sub>OCP</sub>	SRP-SRN		130		mV
短路 SRN 电压阈值	V <sub>SHORT</sub>	SRN 上升		3.4		V
短路电流	I <sub>SHORT</sub>	V <sub>SRN</sub> ≤V <sub>SHORT</sub>		30		mA
内置过温保护阈值	T <sub>TEMP</sub>			160		°C
过温保护迟滞	T <sub>HYS</sub>			20		
<b>HIDRV 和 LODRV 驱动输出</b>						
上升时间	T <sub>R</sub>	C <sub>GATE</sub> =5nF,10% to 90%		20		ns
下降时间	T <sub>F</sub>	C <sub>GATE</sub> =5nF,90% to 10%		20		
死区时间	T <sub>DEAD</sub>	HDR 和 LDR 开关切换时		40		ns
Refres 脉冲宽度	T <sub>REFRESH</sub>			120		ns

工作流程图



## 功能描述

### 充电流程

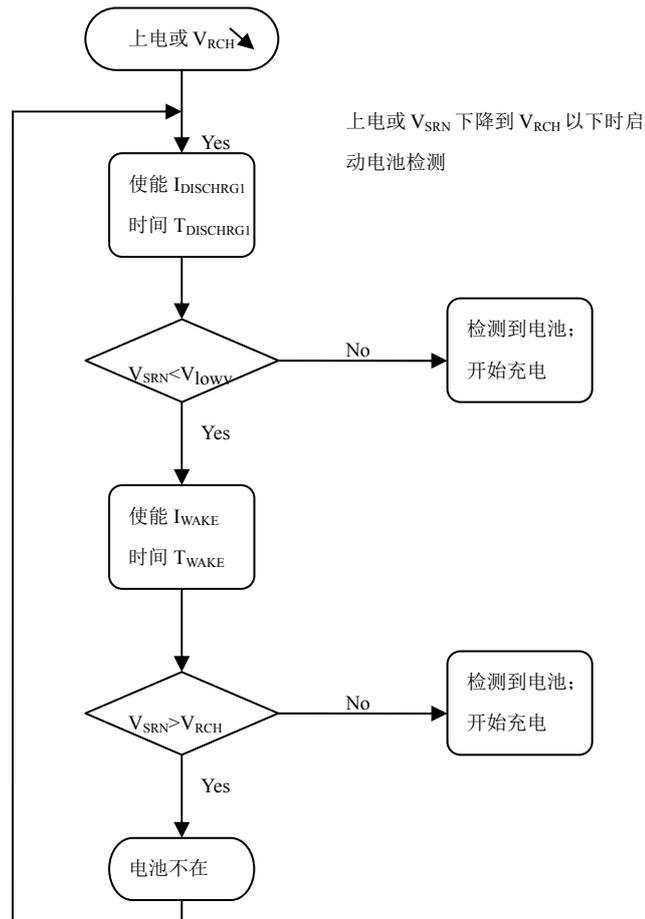


电池电压检测 SRN 和 GND 脚之间的压差。

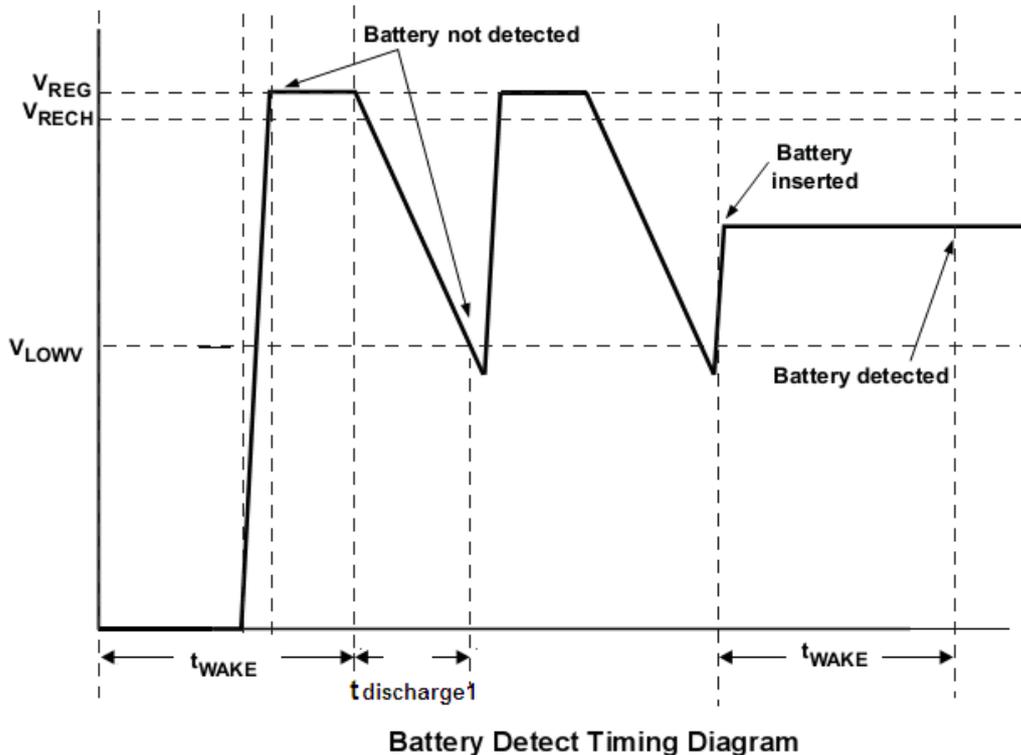
当 SRN 脚电压低于 3.4V 时进入短路电流检测模式；当 SRN 脚电压大于 3.4V 且低于 3V/CELL 时进入预充电模式；当 SRN 脚电压大于 3V/CELL 且低于 4.2V/CELL 时进入快速充电模式；当 SRN 脚电压等于 4.2V/CELL 时进入恒压充电模式。

充电完成后，如果 SRN 脚电压于电流泄露下降到 4V/CELL 以下时，进入再充电周期。

### 电池检测



对于电池不在的情形，SRN 脚的电压会在  $V_{LOWV}$  和  $V_{OVP}$  之间不断翻转直到新电池插入。



### 睡眠模式

移除输入电源进入睡眠模式。当 VCC 电压低于 UVLO 阈值，或 VCC 低于  $V_{SRN}+200\text{mV}$  时，HM4089 进入睡眠模式，电池放电电流达到最小。

### 充电电流设定

电池恒流充电电流值  $I_{\text{CHARGE}}$  由下式计算可得：

$$I_{\text{CHARGE}} = \frac{2000}{R_{\text{SNS}} \times R_{\text{ISET}}}$$

其中， $V_{\text{ISET}}$  是 ISET 脚的输出电压，在恒流充电阶段为 1V，在预充电阶段为 0.2V。 $R_{\text{ISET}}$  为外接 ISET 管脚电阻。 $R_{\text{SNS}}$  为外部电流检测电阻。 $R_{\text{SNS}}$  为外部电流检测电阻，一般取  $10\text{m}\Omega$ 。（当  $R_{\text{ISET}}=40\text{K}$  时， $I_{\text{charge}}=5\text{A}$ ； $R_{\text{ISET}}=20\text{K}$  时， $I_{\text{charge}}=10\text{A}$ ，当  $R_{\text{ISET}}=40\text{K}$  时， $I_{\text{charge}}=5\text{A}$ ） $R_{\text{ISET}}$  大于  $800\text{K}\Omega$  时，充电停止； $R_{\text{ISET}}$  小于  $800\text{K}\Omega$  时，充电使能。

在恒流充电电流确定之后，预充电电流为  $20\% \times I_{\text{CHARGE}}$ 。

### 截止充电电流设定

电池截止充电电流值  $I_{\text{TERM}}$  由下式计算可得：

$$I_{\text{TERM}} = \frac{400}{R_{\text{SNS}} \times R_{\text{ISET}2}}$$

在恒压阶段，充电电流在  $R_{\text{SNS}}$  电阻两端的压降低于截止充电电流时，HM4089 内部产生 EOC 信号，充电截止。

同时，当充电电流在  $R_{\text{SNS}}$  电阻两端的压降为截止充电电流的 150% 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  $I_{\text{TERM}}$ ，充电截至。

### 电池温度检测

HM4089 外接 NTC 热敏电阻到地，监测电池温度并当温度在阈值之外时中止充电。HM4089 当 THM 脚电压在高温时低于  $200\text{mV}$ ，HM4089 将暂停充电并且内部时钟停止计时。当 THM 检测电压回复正常范围，继续充电并恢复计时。低温时  $V_{\text{thm}}$  电压高于  $1.45\text{V}$ ，充电电流减少为最大电流的 50%，低温时  $V_{\text{thm}}$  电压高于  $2.3\text{V}$ ，充电电流减少为最大电流的 20%，NTC 热敏电阻应该紧邻电池包装放置。

取消电池温度检测功能，只需要将 THM 脚接地即可。

### 电池温度检测

HM4089 外接 NTC 热敏电阻到地，监测电池温度并当温度在阈值之外时中止充电。当 THM 脚电压低于  $50\text{mV}$ ，HM4089 正常充电，温度脚不起作用。当 THM 脚电压在高温时低于  $200\text{mV}$  高温时 HM4089 将暂停充电并且内部时钟停止计时。当 NTC 检测电压回复正常范围，继续充电并恢复计时。低温时  $V_{\text{thm}}$  电压高于  $1.45\text{V}$ ，充电电流减少为最大电流的 50%，低温时  $V_{\text{thm}}$  电压高于  $2.3\text{V}$ ，充电电流减少为最大电流的 20%，NTC 热敏电阻应该紧邻电池包装放置。

取消电池温度检测功能，只需要将 THM 脚接地即可。

IC 内部是  $50\text{ua}$  的恒流源，高温等效  $R=200\text{mv}/50\text{ua}=5\text{K}$  欧，也就是说低于  $5\text{K}$  就等效高温保护。低温等效  $R=1.45\text{V}/50\text{ua}=29\text{K}$ 。也就是说当等效电阻大于  $29\text{K}$ ，充电电流减少为最大电流的 50%，

就低温保护。低温时  $V_{thm}$  电压高于 2.3V，等效电阻  $R=2.3V/0.05=46K$ ，充电电流减少为最大电流的 20%。

为了得到我们需要的高低温保护值，在 NTC 到 IC 第 11 脚要串一个电阻 R1，(\*\*为了保护 IC 不受静电 ESD 打坏，也要串一个电阻 680 欧或以上)，同时在 NTC 上并一个电阻 R2，调节低温保护值。

比如:a:用 10K,B 值 3950 的 NTC,对应  $52^{\circ}C$ ,NTC 电阻值是 3.325K,这  $R1=4K-3.325K=0.675K$ ,R1 取 680 到 1.0K (先不考虑 R2 的影响)。

b:低温  $R=R_{ntc}/R2$ , 比如用 10K, B 值 3950, 在  $-10^{\circ}C$  时 (假设我们要求在这点保护) 电阻值是 55.6K,  $R1+R_{ntc}=49.87+0.68K=56.3K$ , 等效电阻  $R=R2*56.3/(R2+56.3)=46K$ , 得到  $R2=251K$ , 取 250K。

### 充电时间限制

HM4089 对预充电和总充电时间进行可编程限制，总充电时间限制：

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

其中， $C_{TTC}$  为引脚 TTC 外接电容值， $K_{TTC}$  为系数。

预充电时间为总充电时间的 1/8，如果发生充电超时，芯片进入 FAULT 状态，管脚 20 输出脉冲指示。

取消充电时间限制功能，只需要将 TTC 脚接地即可。

### 充电状态指示

开漏输出脚 STAT1 (绿灯) 和 STAT2 (红灯) 指示如下表。

STAT1 (绿灯)	STAT2 (红灯)	指示状态
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	0.5Hz 脉冲	故障状态 (超时或过压)
灭	2Hz 脉冲	故障状态 (充电暂停)

### 超时错误恢复

由工作流程图所示，HM4089 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:  $V_{SRN}$  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，HM4089 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:  $V_{SRN}$  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，HM4089 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 HM4089 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，HM4089 清除超时错误，并进入无电池检测过程。上电复位也可以清除这种超时错误状态。

### 电池过电压保护

HM4089 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，该功能立即关闭充电器的 HIDRV 和 LODRV，并指示错误。当电池电压低于再充电阈值电压时，该错误解除。

### Cycle-By-Cycle 限流保护

HM4089 内置过 Cycle-By-Cycle 限流保护功能。当检测到 SRP 和 SRN 检测电阻两端的压降大于 130mV 时，立即关闭 PWM，直到下一周期 SRP 和 SRN 检测电阻两端的压降小于限流值。

### Refresh 脉冲

当 BOOT-LX 压差小于 3.65V/3.9V，下管开 120ns，LX 脚下拉，外部自举电容充电。

### 内置过温保护

当 HM4089 内部结温超过 160°C 时，充电停止，降低芯片功耗；当内部结温降至 140°C 时，充电重新启动。

### 恒压输出的微调

测出 SRN 脚恒压输出的电压值  $V_{CV}$ ，把  $V_{CV}$  向上微调，将微调电阻  $R_{TRIM}$  接在 VTRIM 脚与地之间；把  $V_{CV}$  向下微调，将微调电阻  $R_{TRIM}$  接在 VTRIM 脚与 SRN 脚之间。电阻  $R_{TRIM}$  阻值大小公式为（为负表示接 SRN，为正表示接地）：

$$\text{锂电池: } R_{TRIM} = \left( \frac{V_{single} \times Cell}{V_{single} \times Cell - V_{CV}} \right) \times R$$

$$\text{铅酸电池: } R_{TRIM} = \left( \frac{7.2 \times Cell}{7.2 \times Cell - V_{CV}} \right) \times R$$

对于版本 A:  $R=60K \Omega$ ；版本 B:  $R=87.5K \Omega$ ；版本 C:  $R=100K \Omega$ ；版本 D:

$R=120K \Omega$ 。

注 1:  $V_{cv}$  是第 8 脚不接电阻的恒压值， $V_{single}$  表示单 cell 电芯充电截止电压想要达到的设计值， $V_{single} \times cell$  表示电池包充电截止电压的想要达到的设计值，一般的对 6cell 锂电，充电截止电压设计值推荐为  $6 \times 4.2 = 25.2V$ ，具体可参考电芯参数。

注 2: 如果计算值是正，则表示第 8 脚下拉电阻到地，如果计算值是负，则表示电阻  $R_{TRIM}$  接 SRN。

**TSSOP-20 EP**  
 CASE 948AB-01  
 ISSUE O

