

南京拓品微电子有限公司

NanJing Top Power ASIC Corp.

数据手册
DATASHEET

TP5100X

2A开关降压 8.4V锂电池

充电器芯片

概述

TP5100X是一款开关降压型双节8.4V锂电池充电管理芯片。其ESOP8封装与简单的外围电路，使得TP5100X非常适用于便携式设备的大电流充电管理应用。同时，TP5100X内置输入过流、欠压保护、过压保护、芯片过温保护、短路保护、电池温度监控。

TP5100X具有9V-12V输入电压，对电池充电分为涓流预充、恒流、恒压三个阶段，涓流预充电电流、恒流充电电流都通过外部电阻调整，最大充电电流达2A。TP5100X使用较小的外围器件，并在大电流充电中仍保持较小的发热量。TP5100X内置功率PMOSFET、防倒灌电路，所以无需防倒灌肖特基二极管等外围保护。

特性

- 双节8.4V锂电池充电
- 内置功率MOSFET, 开关型工作模式, 器件发热少, 外围简单
- 可编程充电电流, 0.1A-2A
- 双LED充电状态指示
- 芯片温度保护, 过流保护, 过压保护, 欠压保护
- 电池温度保护、电池短路保护
- 开关频率200KHz
- 小于1%的充电电压控制精度
- 涓流、恒流、恒压三段充电, 保护电池
- 采用ESOP8型封装

绝对最大额定值

- 输入电源电压 (VIN): 25V
- BAT: 0V~15V
- BAT 短路持续时间: 连续
- 最大结温: 120°C
- 工作环境温度范围: -20°C~85°C
- 贮存温度范围: -30°C~125°C
- 引脚温度 (焊接时间 10 秒): 260°C

应用

- 便携式设备、各种充电器
- 无人机、航模、电动工具、对讲机

典型应用

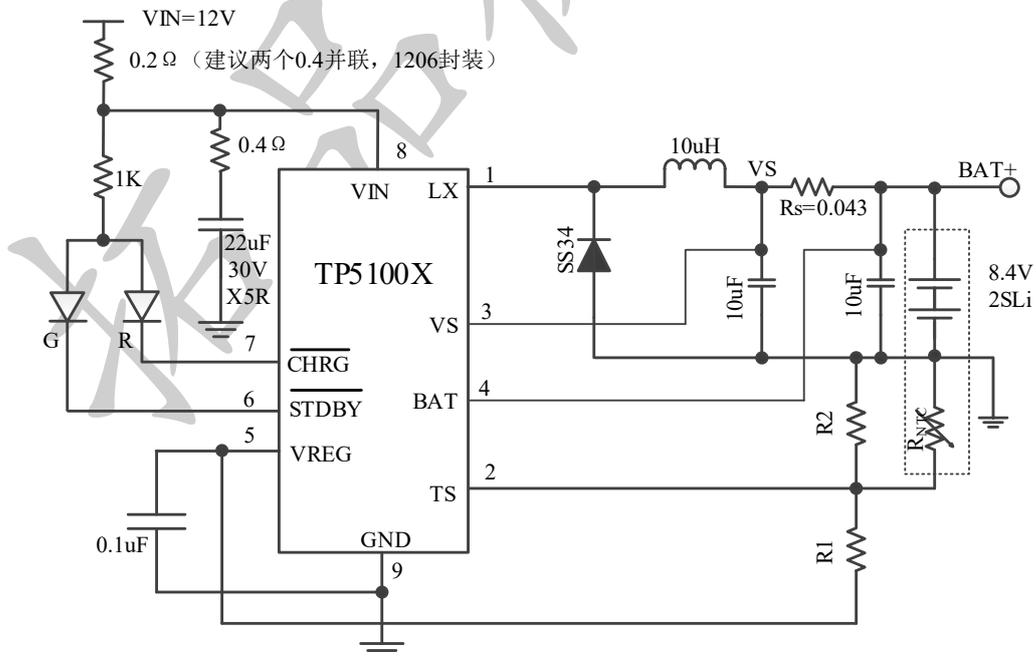
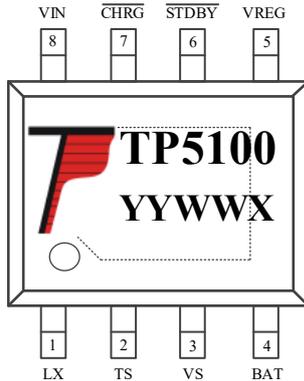


图1 TP5100X 为 8.4V 双节锂离子电池 2A 充电应用示意图
(如需更高耐压, LX 端 RC 电路需接入)

封装/订购信息

 <p>ESOP8 封装顶视图 (散热片为 GND 引脚)</p>	订单型号
	TP5100X-ESOP8
	实物图片
	

TP5100X 功能方框图

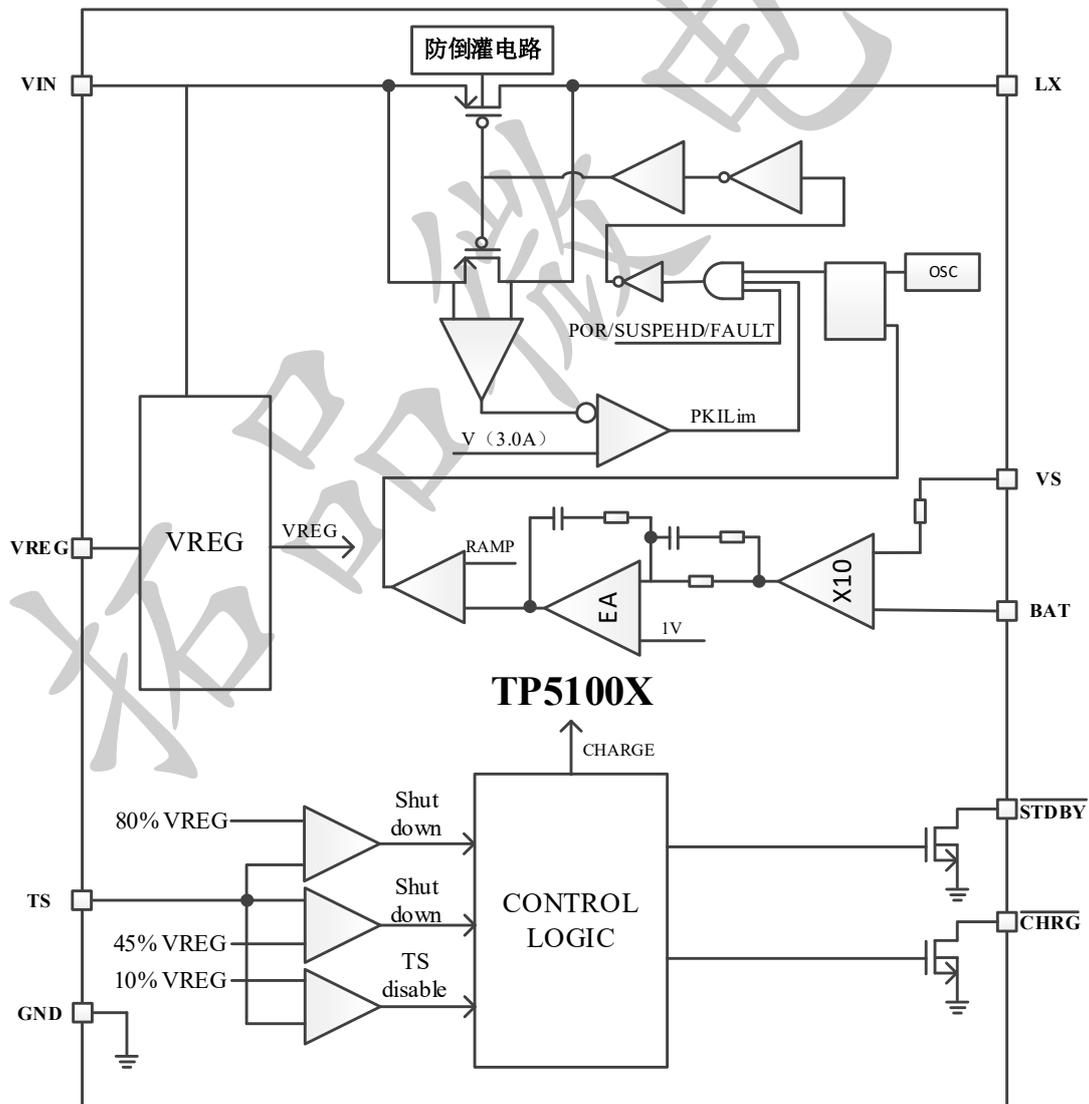


图 2 TP5100X 功能框图

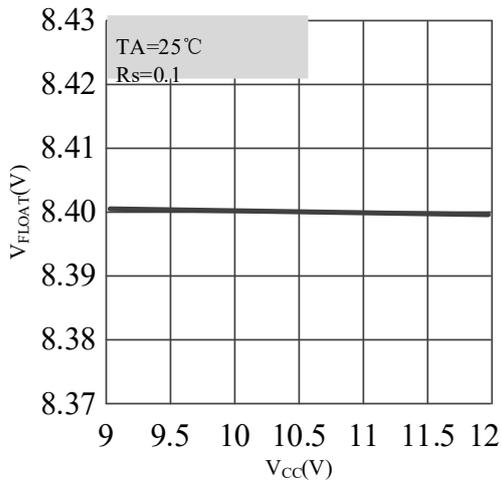
电特性

表1 TP5100X电特性参数

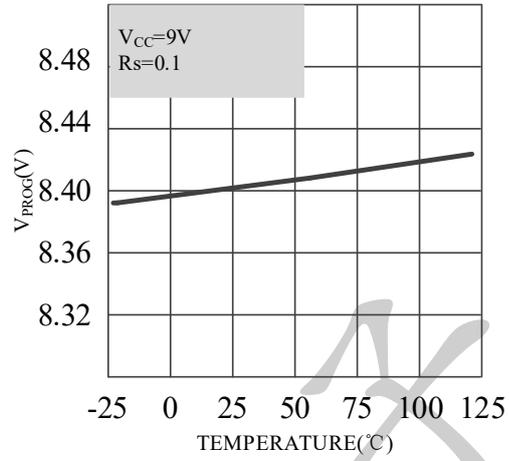
 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=9\text{V}$, 除特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电源电压		9		12	V
V_{OVP}	输入过压保护		13.5	14	14.5	V
I_{CC}	输入电源电流	无电池模式, $R_S=0.1\Omega$		160	250	μA
		待机模式 (充电终止)		160	250	μA
		停机模式 ($V_{in}<V_{BAT}$, 或 $V_{in}<V_{UV}$)		160	250	μA
V_{FLOAL}	充电截止电压	8.4V 锂离子电池	8.316	8.4	8.484	V
I_{BAT}	BAT 引脚电流: ($V_{BAT}=7.5\text{V}$)	$R_S=0.09\Omega$, 恒流模式	850	1000	1150	mA
		$R_S=0.043\Omega$, 恒流模式	1700	2000	2300	mA
		待机模式, $V_{BAT}=8.4\text{V}$	0	-10	-15	μA
		$V_{IN}=0\text{V}$, $V_{BAT}=8.4\text{V}$	0	-6	-10	μA
I_{TRIKL}	涓流预充电电流	$1.5\text{V}<V_{BAT}<V_{TRIKL}$, $R_S=0.043$	240	360	500	mA
F	振荡频率		100	200	300	KHz
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压	$R_S=1\Omega$, V_{BAT} 上升	5.7	5.9	6.1	V
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	$R_S=1\Omega$	350	510	650	mV
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁门限	从 V_{IN} 低至高	3.6	4	4.4	V
V_{UVHYS}	V_{IN} 欠压闭锁迟滞		50	100	150	mV
V_{ASD}	$V_{IN}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{IN} 从低到高	150	190	230	mV
		V_{IN} 从高到低	70	100	130	mV
$V_{\overline{\text{CHRG}}}$	$\overline{\text{CHRG}}$ 引脚下拉电流		5	10	5	mA
$V_{\overline{\text{STDBY}}}$	$\overline{\text{STDBY}}$ 引脚下拉电流		5	10	5	mA
$V_{\text{TEMP-H}}$	TEMP 引脚高端关机电压			>80	82	%*VREG
$V_{\text{TEMP-L}}$	TEMP 引脚低端关机电压		43	<45		%*VREG
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	$V_{\text{FLOAL}}-V_{\text{RECHRG}}$	80	160	200	mV
T_{LIM}	芯片保护温度			140		$^{\circ}\text{C}$
t_{ss}	软启动时间	$I_{\text{BAT}}=0$ 至 $I_{\text{BAT}}=0.1\text{V}/R_S$		20		μs
t_{RECHARGE}	再充电比较器滤波时间	V_{BAT} 高至低	0.8	1.8	4	mS
t_{TERM}	终止比较器滤波时间	I_{BAT} 降至C/10 以下	0.8	1.8	4	mS

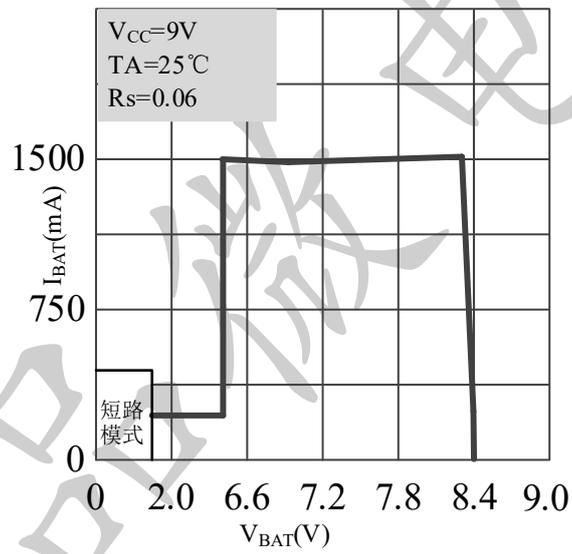
典型性能指标



截止电压与电源电压关系



截止电压与环境温度关系



充电电流与电池电压关系

引脚功能

VIN (引脚 8): 输入电压正输入端。此管脚的电压为内部电路的工作电源, VIN 的变化范围在 9V 至 12V 之间, 串接 0.2Ω 的耗散电阻, 并通过一个 0.4Ω 串 $10\mu\text{F}$ 的电容进行旁路。当 VIN 和 V_{BAT} 压差低于 190mV 时, TP5100X 进入停机模式, 从而使 I_{BAT} 降至 $6\mu\text{A}$ 。

LX (引脚 1): 内置 PMOS 功率管漏极连接点。LX 为 TP5100X 的电流输出端与外部电感相连作为电池充电电流的输入端。**高输入电压下外部需接 RC 电路。**

GND (引脚 9): 电源地。散热片位置。

VS (引脚 3): 输出电流检测的正极输入端。

BAT (引脚 4): 电池电压检测端。将电池的正端连接到此管脚。

VREG (引脚 5): 内部电源。VREG 是一个内部电源, 它外接一个 $0.1\mu\text{F}$ 旁路电容到地, 可以最大驱动 5mA。

TS (引脚 2): 电池温度检测输入端。将 TS 管脚接到电池的 NTC (负温度系数热敏电阻) 传感器的输出端。如果 TS 管脚的电压小于 VREG 的 45% 或者大于 VREG 电压的 80%, 意味着电池温度过低或过高, 则充电被暂停。如果 TS 直接接 GND, 电池温度检测功能取消, 其他充电功能正常。

STDBY (引脚 6): 绿灯电池充电完成指示端。当电池充电完成时 $\overline{\text{STDBY}}$ 被内部开关拉到低电平, 表示充电完成。除此之外, $\overline{\text{STDBY}}$ 管脚将处于高阻态。

CHRG (引脚 7): 红灯充电中状态指示端。当充电器向电池充电时, CHRG 管脚被内部开关拉到低电平, 表示充电正在进行; 否则 CHRG 管脚处于高阻态。

工作原理

TP5100X 是专门为双节 8.4V 锂离子电池而设计的开关型大电流充电器芯片, 利用芯片内部的功率晶体管对电池进行涓流、恒流和恒压充电。充电电流可以用外部电阻编程设定, 最大持续充电电流可达 2A。TP5100X 包含两个漏极开路输出的状态指示输出端, 充电状态指示端 $\overline{\text{CHRG}}$ 和电池充满状态指示输出端 $\overline{\text{STDBY}}$ 。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 140°C 时自动降低充电电流, 这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的功率处理能力, 不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

当输入电压大于芯片启动阈值电压时, TP5100X 开始对电池充电, $\overline{\text{CHRG}}$ 管脚输出低电平, 表示充电正在进行。如果双节锂离子电池电压低于 5.9V, 充电器用小电流对电池进行涓流预充电 (预充电电流通过外接电阻可调)。恒流充电电流由 VS 管脚和 VBAT 管脚之间的电阻确定。当双节锂离子电池电压接近 8.4V 时, 距离充电截止电压约 100mV (根据不同的电路连接电阻与电池内阻电压不同), 充电电流逐渐减小, TP5100X 进入恒压充电模式。当充电电流减小到截止电流时, 充电周期结束, $\overline{\text{CHRG}}$ 端输出高阻态, $\overline{\text{STDBY}}$ 端输出低电平。当电池电压降到再充电阈值时, 自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源, 误差放大器和电阻分压网络确保电池端截止电压的精度在 $\pm 1\%$ 以内, 满足了锂离子电池的充电要求。当输入电压掉电或输入电压低于电池电压时, 充电器进入低功耗的停机模式, 电池从芯片的漏电流接近 $6\mu\text{A}$ 。

充电电流设置

电池充电的电流 I_{BAT} ，由外部电流检测电阻 R_S 确定， R_S 可由该电阻两端的调整阈值电压 V_S 和恒流充电电流的比值来确定，恒流状态下 R_S 两端的电压为 90mV。

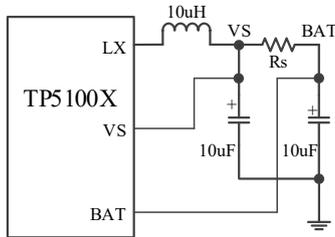


图 3 电池的充电电流设置

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_S = \frac{0.09V}{I_{BAT}} \quad (\text{电流单位 A, 电阻单位 } \Omega)$$

表 2 给出了一些设置不同电流对应的 R_S 电阻，方便快速设计所需电路。

表 2: R_S 及其对应的恒流充电电流

R_S (Ω)	I_{BAT} (mA)
0.2	480
0.1	880
0.051	1750
0.043	2040

注：以上测试值仅供参考

充电终止

恒压阶段，当充电电流降到最大恒流值的 1/10 时，充电循环被终止。该条件是通过采用一个内部滤波比较器对 R_S 的压降进行监控来检测的。当 R_S 两端电压差至 10mV 以下的时间超过 t_{TERM} （一般为 1.8ms）时，充电被终止。充电电流被关断，TP5100X 进入待机模式，此时输入电源电流降至 160 μ A，电池漏电流流出约 10 μ A。

在待机模式中，TP5100X 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果双节锂离子电池该引脚电压降到再充电门限 V_{RECHRG} 以下，则新的充电循环开始并再次向电池供应电流。

充电状态指示器

TP5100X 有两个漏极开路状态指示输

出端， \overline{CHRG} 和 \overline{STDBY} 。当充电器处于充电状态时， \overline{CHRG} 被拉到低电平，在其他状态， \overline{CHRG} 处于高阻态。当电池的温度处于正常温度范围之外， \overline{CHRG} 和 \overline{STDBY} 管脚都输出高阻态。当不用状态指示功能时，可将不用的引脚连接到地。

表 3: 充电指示状态

\overline{STDBY} 绿灯	\overline{CHRG} 红灯	充电状态
灭	亮	正在充电状态
亮	灭	电池充满状态
灭	灭	欠压，电池温度过高、过低等故障状态或无电池接入（TS端使用）
绿灯亮，红灯闪烁 T=0.5-1S		BAT端接10u电容，无电池待机状态（TS接地）

电池温度监测

为了防止温度过高或者过低对电池造成的损害，TP5100X 内部集成有电池温度监测电路。电池温度监测是通过测量 TS 管脚的电压实现的，TS 管脚的电压是由电池内的 NTC 热敏电阻和一个电阻分压网络实现的，如图 1 所示。

TP5100X 将 TS 管脚的电压同芯片内部的两个阈值 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 相比较，以确认电池的温度是否超出正常范围。在 TP5100X 内部， V_{LOW} 被固定在 $45\% \times V_{REG}$ ， V_{HIGH} 被固定在 $80\% \times V_{REG}$ 。如果 TS 管脚的电压 $V_{TS} < V_{LOW}$ 或者 $V_{TS} > V_{HIGH}$ ，则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停；如果 TS 管脚的电压 V_{TS} 在 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 之间，充电周期则继续。

如果将 TS 管脚接到地线，电池温度监测功能将被禁止。

确定 R1 和 R2 的值

R1 和 R2 的值要根据电池的温度监测范围和热敏电阻的电阻值来确定，现举例说明如下：

假设设定的电池温度范围为 $T_L \sim T_H$ ，（其中 $T_L < T_H$ ）；电池中使用的是负温度

系数的热敏电阻 (NTC), R_{TL} 为其在温度 T_L 时的阻值, R_{TH} 为其在温度 T_H 时的阻值, 则 $R_{TL} > R_{TH}$, 那么, 在温度 T_L 时, 第一管脚 TS 端的电压为:

$$V_{TSL} = \frac{R_2 // R_{TL}}{R_1 + R_2 // R_{TL}} \times V_{REG}$$

在温度 T_H 时, 第一管脚 TS 端的电压为:

$$V_{TSH} = \frac{R_2 // R_{TH}}{R_1 + R_2 // R_{TH}} \times V_{REG}$$

然后由

$$V_{TSL} = V_{HIGH} = K_2 \times V_{REG} (K_2=0.8)$$

$$V_{TSH} = V_{LOW} = K_1 \times V_{REG} (K_1=0.45)$$

则可解得:

$$R_1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TL} - R_{TH}) K_1 K_2}$$

$$R_2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TL} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TH} (K_2 - K_1 K_2)}$$

同理, 如果电池内部是正温度系数 (PTC) 的热敏电阻, 则 $>$, 我们可以计算得到:

$$R_1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TH} - R_{TL}) K_1 K_2}$$

$$R_2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TH} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TL} (K_2 - K_1 K_2)}$$

从上面的推导中可以看出, 待设定的温度范围与电压 V_{REG} 是无关系的, 仅与 R_1 、 R_2 、 R_{TH} 、 R_{TL} 有关; 其中, R_{TH} 、 R_{TL} 可通过查阅相关的电池手册或通过实验测试得到。

在实际应用中, 若只关注某一端的温度特性, 比如过热保护, 则 R_2 可以不用, 而只用 R_1 即可。 R_1 的推导也变得简单, 在此不再赘述。

芯片内部热限制

如果芯片温度试图升至约 110°C 的预设值以上, 则一个内部热反馈环路将减小设定的充电电流。该功能可防止 TP5100X 过热, 并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 TP5100X 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。

限流及输出短路

TP5100X 内部集成多种保护, 芯片输入端限流最大峰值电流 3A, 以防止电流过大引起芯片损坏。当输出端电压低于约 1.2V, 芯片进入短路保护模式, 芯片输入电流限流为最大峰值电流的 10% 约 450mA。电流大小随输入电压的不同有差异。

自动再启动

一旦充电循环被终止, TP5100X 立即采用一个具有 1.8ms 滤波时间 ($t_{RECHARGE}$) 的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至电池容量的 90% 以下时, 充电循环重新开始。这确保了电池被维持在 (或接近) 一个满充电状态。在再充电循环过程中, $CHRG$ 引脚输出重新进入一个强下拉状态。

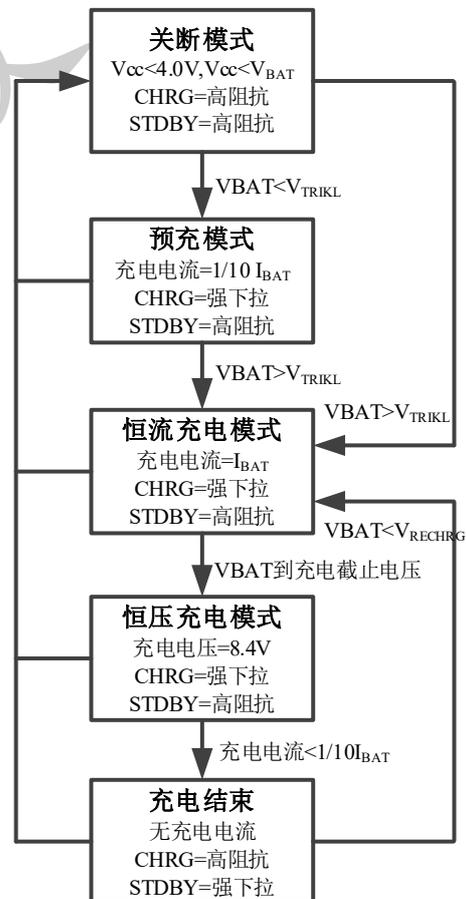


图 4 典型锂离子电池充电循环状态图

欠压闭锁

一个内部欠压闭锁电路对输入电压进行监控，并在 V_{in} 升至欠压闭锁门限以上之前使充电器保持在停机模式。UVLO 电路将使充电器保持在停机模式，电池无放电电流。如果 UVLO 比较器发生跳变，则在 V_{IN} 升至比电池电压高 50mV 之前充电器将不会退出停机模式。这样客户不用担心在输入电源不足情况下电池电量被泄放。

输入、输出、VS 端电容

可以使用多种类型电容器，但需要高品质的功率电容。用多层陶瓷电容器时尤其必须谨慎，有些类型的陶瓷电容器具有高 EMI 值的特点，因此，在某些条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生高的电压瞬态信号损坏芯片，建议串联一个 0.2 欧姆的耗散电阻（选用功率大的电阻），以及采用 0.4Ω 串 10μF 电容，材质 X5R 或 X7R，并且电容连接位置务必靠近芯片引脚。

热考虑

虽然 ESOP8 封装的外形尺寸很小，但其散热特性很好，然而需要 PCB 版的设计配合为佳，最好采用一个热设计精良的 PCB 板布局以最大幅度地增加可使用的充

电电流。用于耗散 IC 所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架，并通过芯片底部散热片到达 PCB 板铜面。引脚相连的铜箔面积应尽可能地宽阔，并向外延伸至较大的铜面积，以便将热量散播到周围环境中。建议至内部或背部铜电路层的多加通孔，改善充电器的总体热性能。当进行 PCB 板布局设计时，电路板上与充电器无关的其他热源也是必须予以考虑的，因为它们将对总体温升和最大充电电流有所影响。

电感选择

为了保证系统稳定性，在预充电和恒流充电阶段，系统需要保证工作在连续模式（CCM）。根据电感电流公式：

$$\Delta I = \frac{1}{L \times FS} \left(\frac{V_{IN} - V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \times V_{BAT}$$

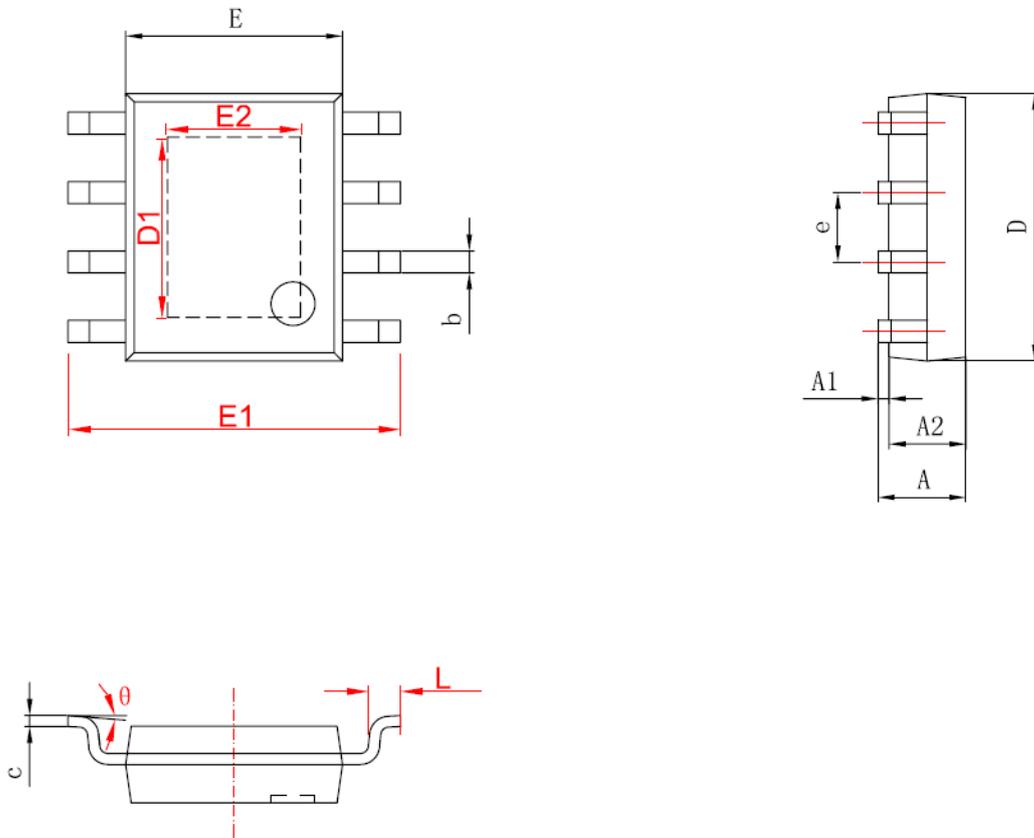
其中 ΔI 为电感纹波、FS 为开关频率，为了保证在预充电和恒流充电均处于 CCM 模式， ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的 1/5，根据输入电压要求可以计算出电感值。

电感取值 4.7uH-22uH，推荐使用推荐 10uH。

电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感。

封装描述

8 引脚 ESOP 封装 (单位 mm)



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

TP5100X 使用注意事项

1. 电路中电容都应尽量靠近芯片。输入端电容品质越好，可靠性越高。
2. VS端VIN端与BAT端使用0.1uF并上10u电解电容、X5R或X7R级别陶瓷电容。VIN端采用陶瓷电容需要串耗散电阻。
3. 电感请选用电流能力足够的功率电感。
4. 肖特基二极管选用导通压降小电流能力大于等于2A的肖特基二极管。
5. 对于VIN及LX通过电流回路的走线应比普通信号线更宽。
6. 注意各电容接地线节点位置，应尽量使接地点集中，良好接地。
7. 使用芯片在大电流工作中，应考虑芯片底部散热片与PCB的良好连接，保证散热良好。

版本历史

日期	版本说明	版本
2025.5.10	第一版	REV_1.0
2025.6.23	修改部分描述	REV_1.1