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/4.2V锂电池

充电器芯片

拓品微电子

概述

TP5100X是一款开关降压型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5V-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

- 单节4.2V/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℃
- 工作环境温度范围：-20℃～85℃
- 贮存温度范围：-30℃～125℃
- 引脚温度（焊接时间 10 秒）：260℃

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

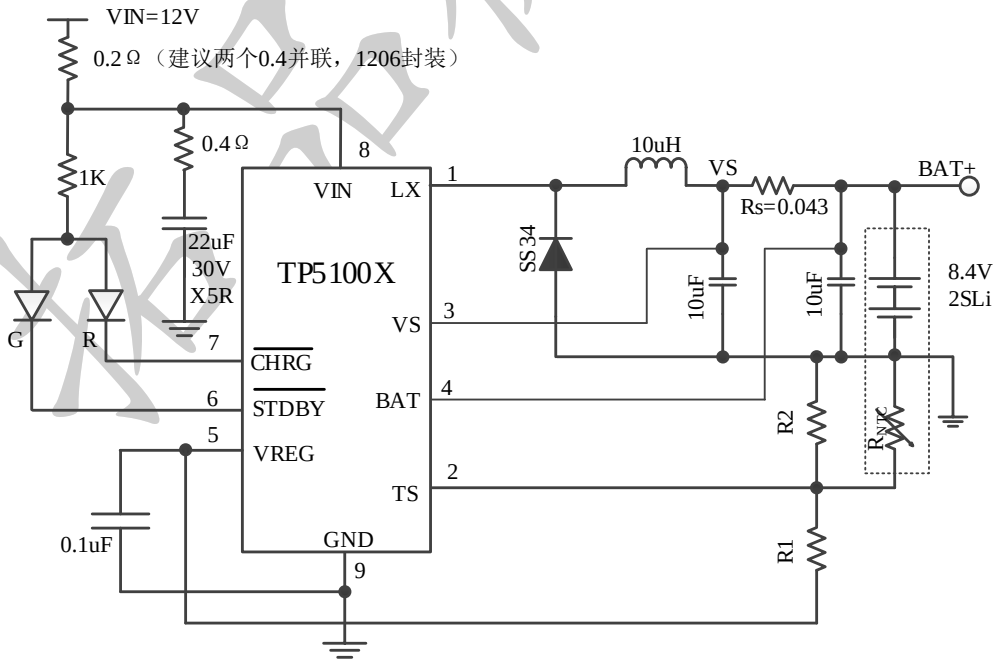


图 1　TP5100X 为 8.4V 双节锂离子电池 2A 充电应用示意图
（如需更高耐压，LX 端 RC 电路需接入）

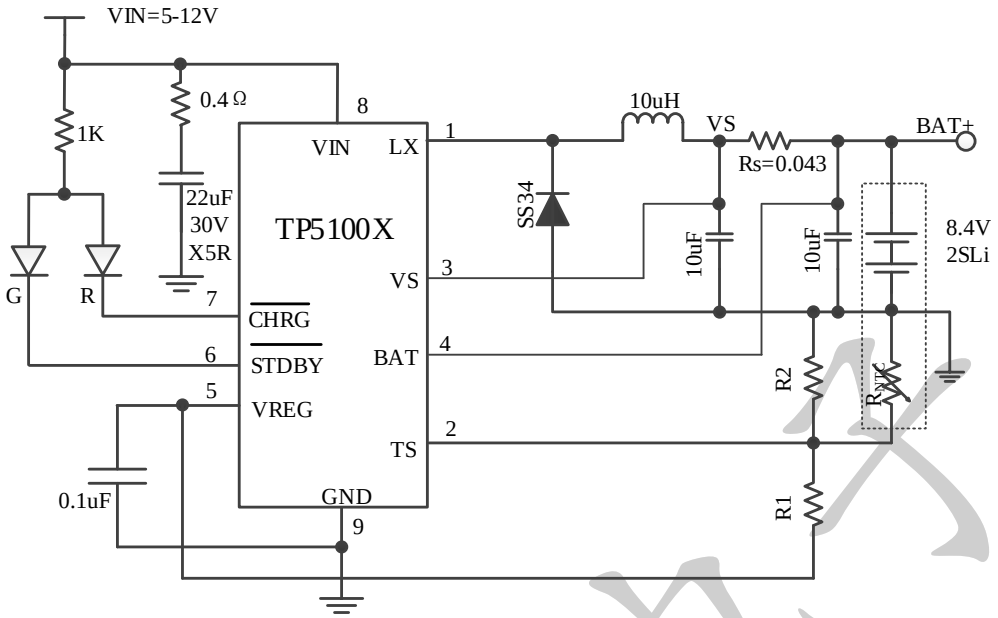
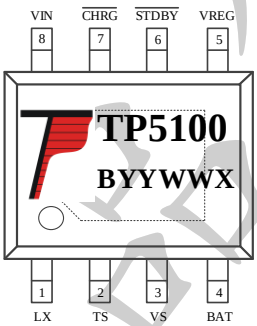
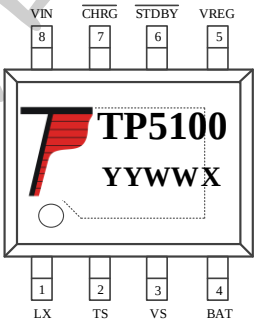


图 2　TP5100X 为 4.2V 双节锂离子电池 2A 充电应用示意图
（12V 充电时需接 0.2 欧姆耗散电阻）

封装/订购信息

	订单型号
	TP5100X-4.2V-ESOP8
	实物图片
 ESOP8 封装顶视图（散热片为 GND 引脚）	订单型号
	TP5100X-ESOP8
	实物图片

拓品微电子

TP5100X 功能方框图

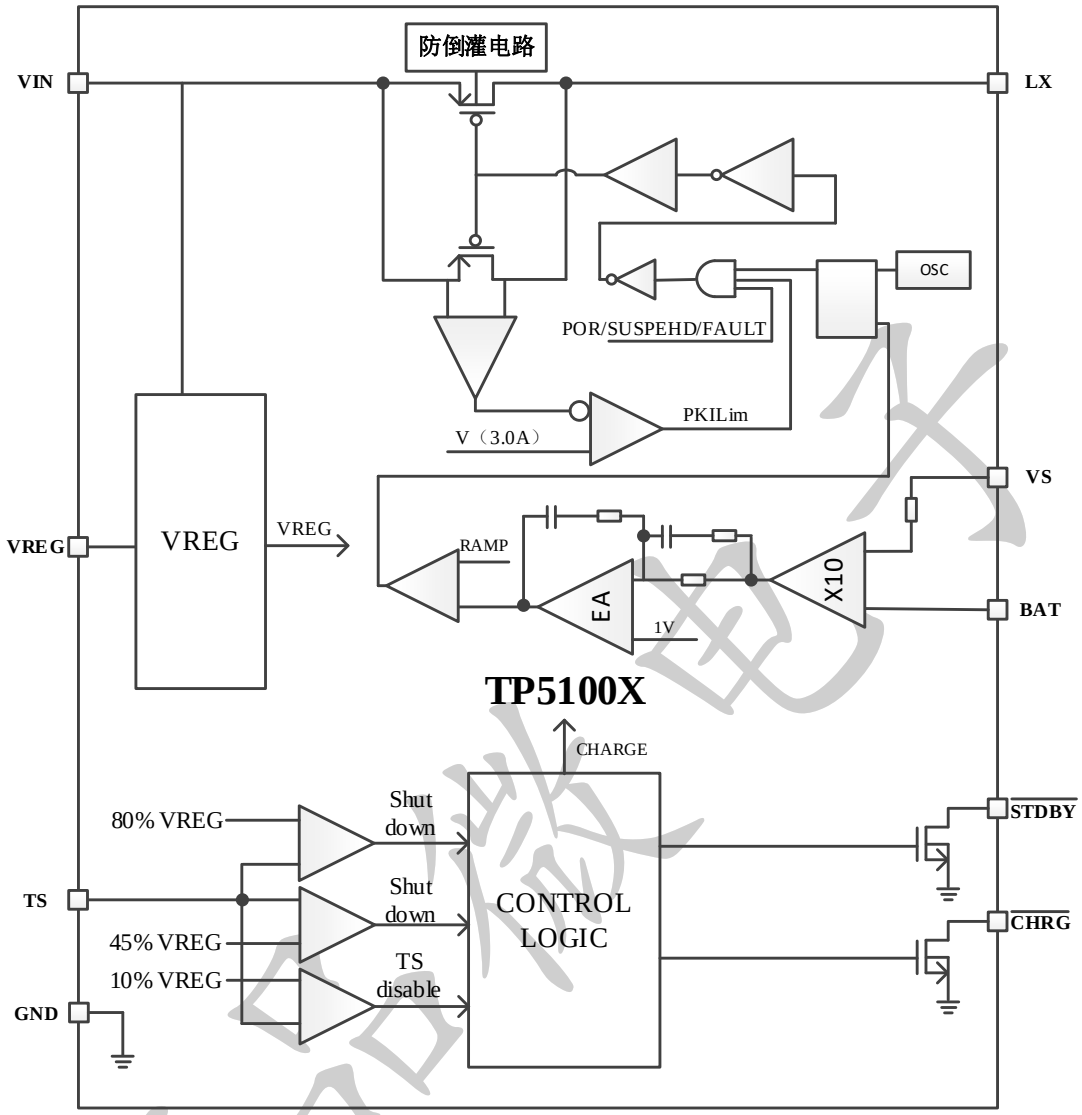


图 2　TP5100X 功能框图

拓品微电子

电特性

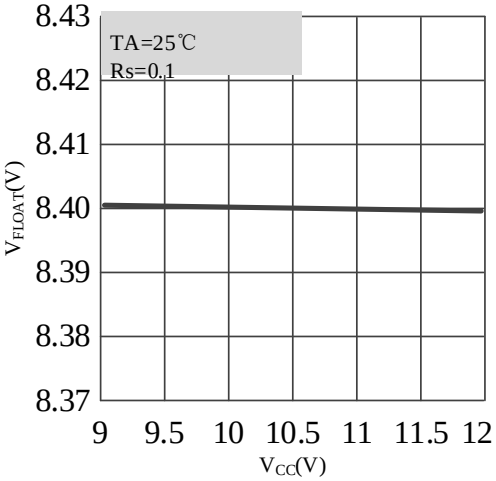
表1　TP5100X电特性能参数

T_A=25℃，VIN=9V（单节下VIN=5V），除特别注明。

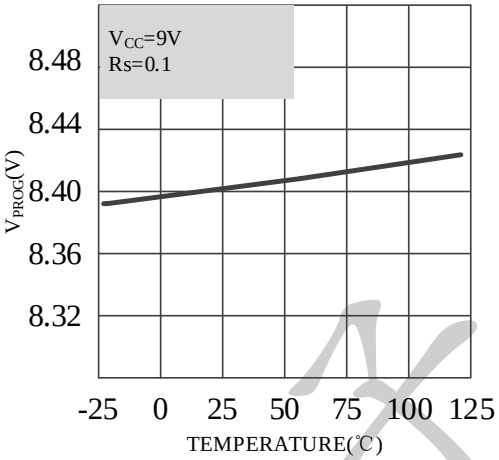
符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
VIN	输入电源电压					12	V
V_{OVP}	输入过压保护			13.5	14	14.5	V
I_{CC}	输入电源电流	无电池模式，R_S=0.1Ω 待机模式（充电终止） 停机模式（V_{in}<V_{BAT}，或 V_{in}<V_{UV}）			160 160 160	250 250 250	μA μA μA
V_{FLOAL}	充电截止电压	8.4V 锂离子电池		8.316	8.4	8.484	V
		4.2V 锂离子电池		4.158	4.2	4.242	
I_{BAT}	BAT 引脚电流: (VBAT=7.5V)	R_S=0.09Ω，恒流模式 R_S=0.043Ω，恒流模式 待机模式，V_{BAT}=8.4V VIN=0V，V_{BAT}=8.4V		850 1700 0 0	1000 2000 -10 -6	1150 2300 -15 -10	mA mA μA μA
I_{TRIKL}	涓流预充电电流	1.5V<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=1Ω，V_{BAT}上升		5.7	5.9	6.1	V
				2.7	2.9	3.1	
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	R_S=1Ω		350	510	650	mV
				180	200	220	
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 V_{IN}从高到低		150 70	190 100	230 130	mV mV
$V_{\overline{CHRG}}$	$\overline{CHRG}$ 引脚下拉电流			5	10	5	mA
$V_{\overline{STDBY}}$	$\overline{STDBY}$ 引脚下拉电流			5	10	5	mA
VREG	内部电源			3	3.5	4	V
V_{TEMP-H}	TEMP 引脚高端关机电压				>80	82	%*VREG
V_{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_{FLOAT}-V_{RECHRG}		80	160	200	mV
T_{LIM}	芯片保护温度				140		℃
t_{ss}	软启动时间	I_{BAT}=0 至I_{BAT}=0.1V/Rs			20		uS
$t_{RECHARGE}$	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

拓品微电子

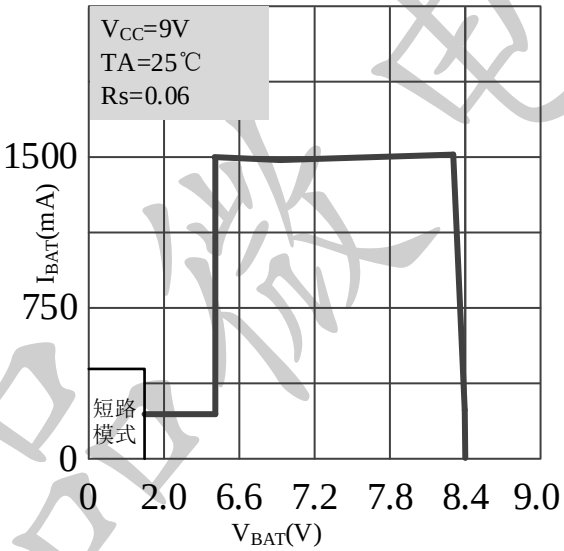
典型性能指标



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

拓品微电子

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 5V至 12V之间，串接 0.2Ω的耗散电阻，并通过一个 0.4Ω串 10μF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 6μA。

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 0.1uF 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。

$\overline{\text{STDBY}}$（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。

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

工作原理

TP5100X 是专门为双节 8.4V/单节 4.2V 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℃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（单节锂离子电池电压低于 2.9V），充电器用小电流对电池进行涓流预充电。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（单节锂离子电池接近 4.2V）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，$\overline{\text{STDBY}}$端输出低电位。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±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，电池从芯片的漏电接近 6μA。

拓品微电子

充电电流设置

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

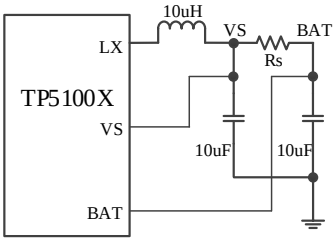


图 3 电池的充电电流设置

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

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

表 2 给出了一些设置不同电流对应的 Rs 电阻，方便快速设计所需电路。

表 2：Rs 及其对应的恒流充电电流

Rs (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 Rs 的压降进行监控来检测的。当 Rs 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 160μA，电池漏电流流出约 10μA。

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

绿灯 $\overline{STDBY}$	红灯 $\overline{CHRG}$	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%×VREG，V_{HIGH} 被固定在 80%×VREG。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 TL～TH，（其中 TL＜TH)；电池中使用的是负温度

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

$$V_{TSL}=\frac{R2//R_{TL}}{R1+R2//R_{TL}}\times VREG$$

在温度T_H时，第一管脚TS端的电压为：

$$V_{TSH}=\frac{R2//R_{TH}}{R1+R2//R_{TH}}\times VREG$$

然后由

$V_{TSL}=V_{HIGH}=K2\times VREG$ (K2=0.8)

$V_{TSH}=V_{LOW}=K1\times VREG$ (K1=0.45)

则可解得：

$$R1=\frac{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}{(R_{TL}-R_{TH})K_1K_2}$$

$$R2=\frac{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}{R_{TL}(K_1-K_1K_2)-R_{TH}(K_2-K_1K_2)}$$

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：

$$R1=\frac{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}{(R_{TH}-R_{TL})K_1K_2}$$

$$R2=\frac{R_{TL}R_{TH}(K_2-K_1)}{R_{TH}(K_1-K_1K_2)-R_{TL}(K_2-K_1K_2)}$$

从上面的推导中可以看出，待设定的温度范围与电压 VREG 是无关的，仅与 R1、R2、RTH、RTL 有关；其中，RTH、RTL 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 R2 可以不用，而只用 R1 即可。R1 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℃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，$\overline{CHRG}$ 引脚输出重新进入一个强下拉状态。

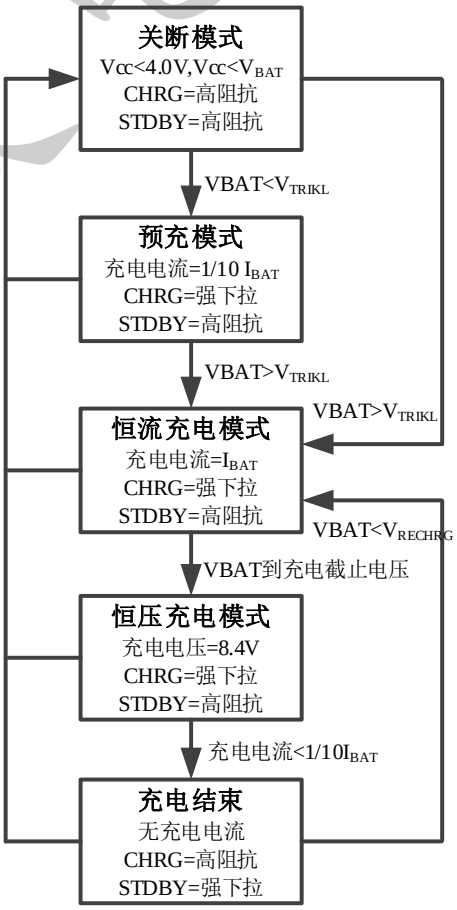


图 4　典型锂离子电池充电循环状态图

拓品微电子

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 Vin 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 VIN 升至比电池电压高 100mV 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。TP5100X 在给单节电池 2A 电流充电且 VIN 电源是 5V 的情况下，PCB 布局以及散热必须做好，才能实现最大电流充电。

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。

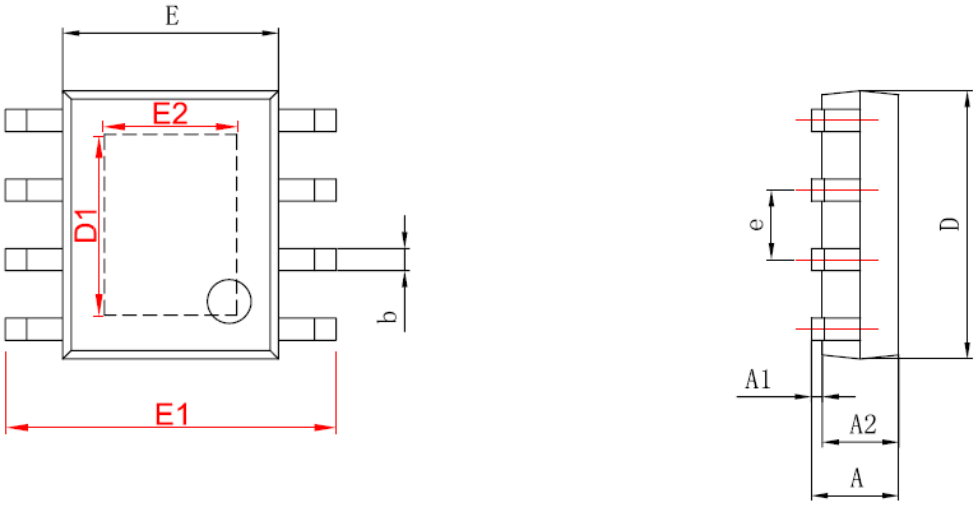
电感取值 4.7uH-22uH，推荐使用推荐 10uH。

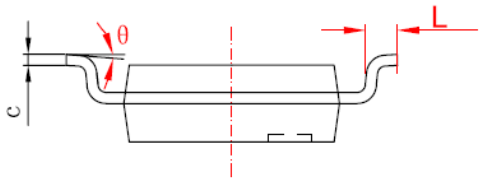
电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感。

拓品微电子

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
2025.12.23	增加 4.2V 版本	REV_2.0

拓品微电子