南京拓微集成电路有限公司

NanJing Top Power ASIC Corp.

数据手册

DATASHEET

TP5100

2A开关降压 8.4V/4.2V锂电池充电器芯片

概述

TP5100是一款开关降压型双节8.4V/单节4.2V锂电池充电管理芯片。其QFN16超小型封装与简单的外围电路，使得TP5100非常适用于便携式设备的大电流充电管理应用。同时，TP5100内置输入过流、欠压保护、芯片过温保护、短路保护、电池温度监控、电池反接保护。

TP5100具有5V-18V宽输入电压，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。TP5100采用频率400kHz的开关工作模式使它可以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。TP5100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/单节8.4V/4.2V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
- 可编程预充电电流，10%--100%
- 无需外接防倒灌肖特基二极管
- 宽工作电压，最大达到18V
- 红绿LED充电状态指示
- 芯片温度保护，过流保护，欠压保护
- 电池温度保护、电池反接停机、短路保护
- 开关频率400KHz，可用电感20uH及以上
- PWR_ON-电源、电池供电切换控制
- 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QFN16 4mm*4mm 超小型封装

绝对最大额定值

- 静态输入电源电压（VIN）：20V
- BAT：-8.4V～20V
- BAT 短路持续时间：连续
- 最大结温：120℃
- 工作环境温度范围：-40℃～85℃
- 贮存温度范围：-65℃～125℃
- 引脚温度（焊接时间 10 秒）：260℃

应用

- 便携式设备、各种充电器
- 智能手机、PDA、移动蜂窝电话
- MP4、MP5 播放器、平板电脑
- 航模
- 电动工具
- 对讲机

典型应用

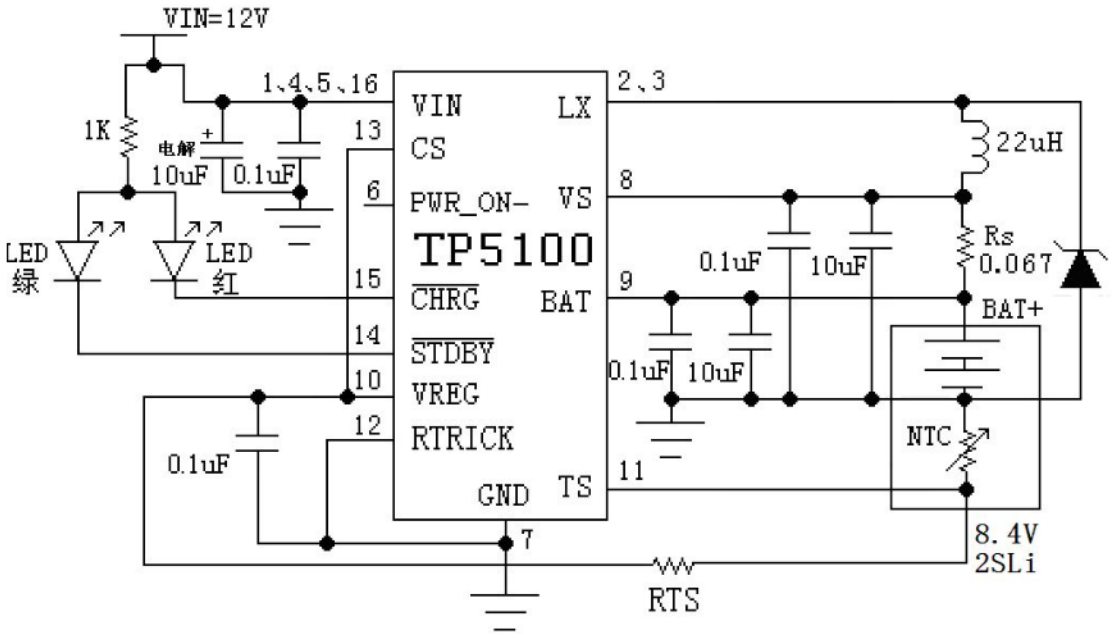


图 2 TP5100 为 8.4V 双节锂离子电池 1.5A 充电（150MA 预充）应用示意图

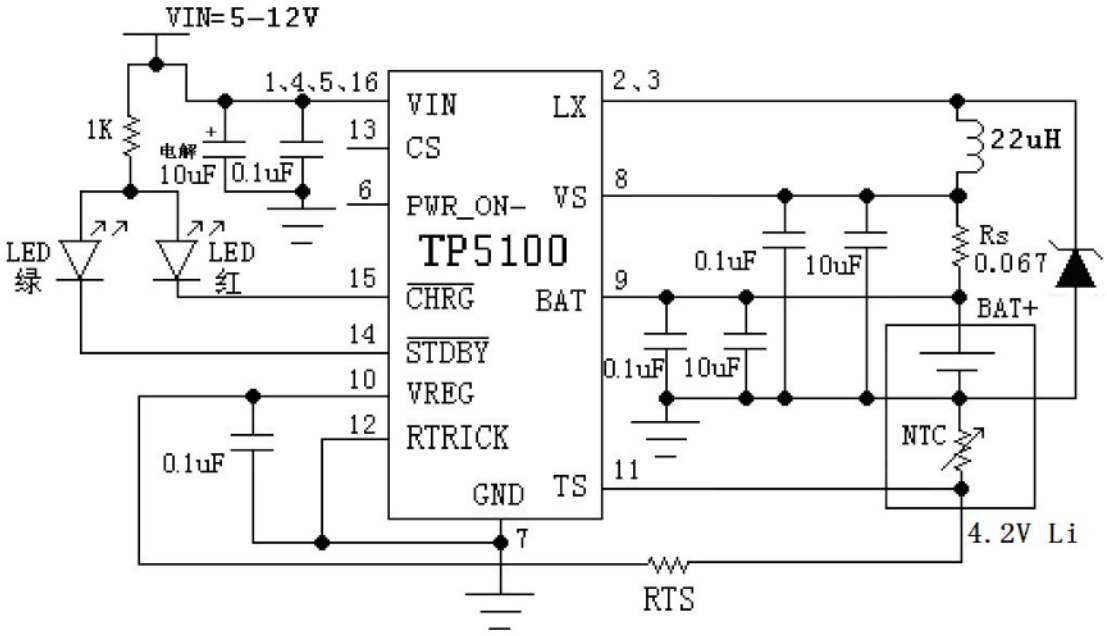
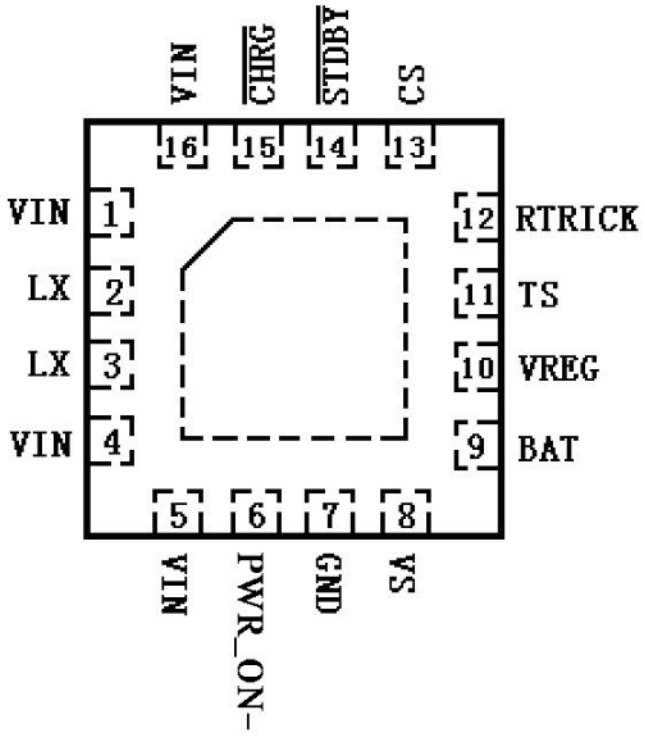


图 1 TP5100 为 4.2V 单节锂离子电池 1.5A 充电（150MA 预充）应用示意图

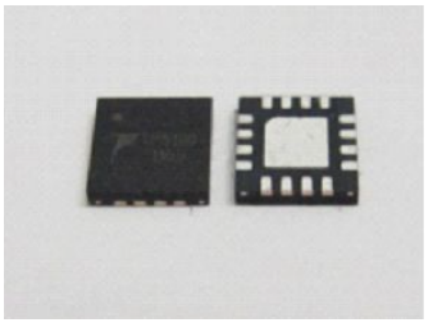
封装/订购信息



16 引脚 4mm*4mmQFN16 封装顶视图

（散热片接地）

订单型号
TP5100-QFN16
器件标记
TP5100
实物图片



TP5100 功能方框图

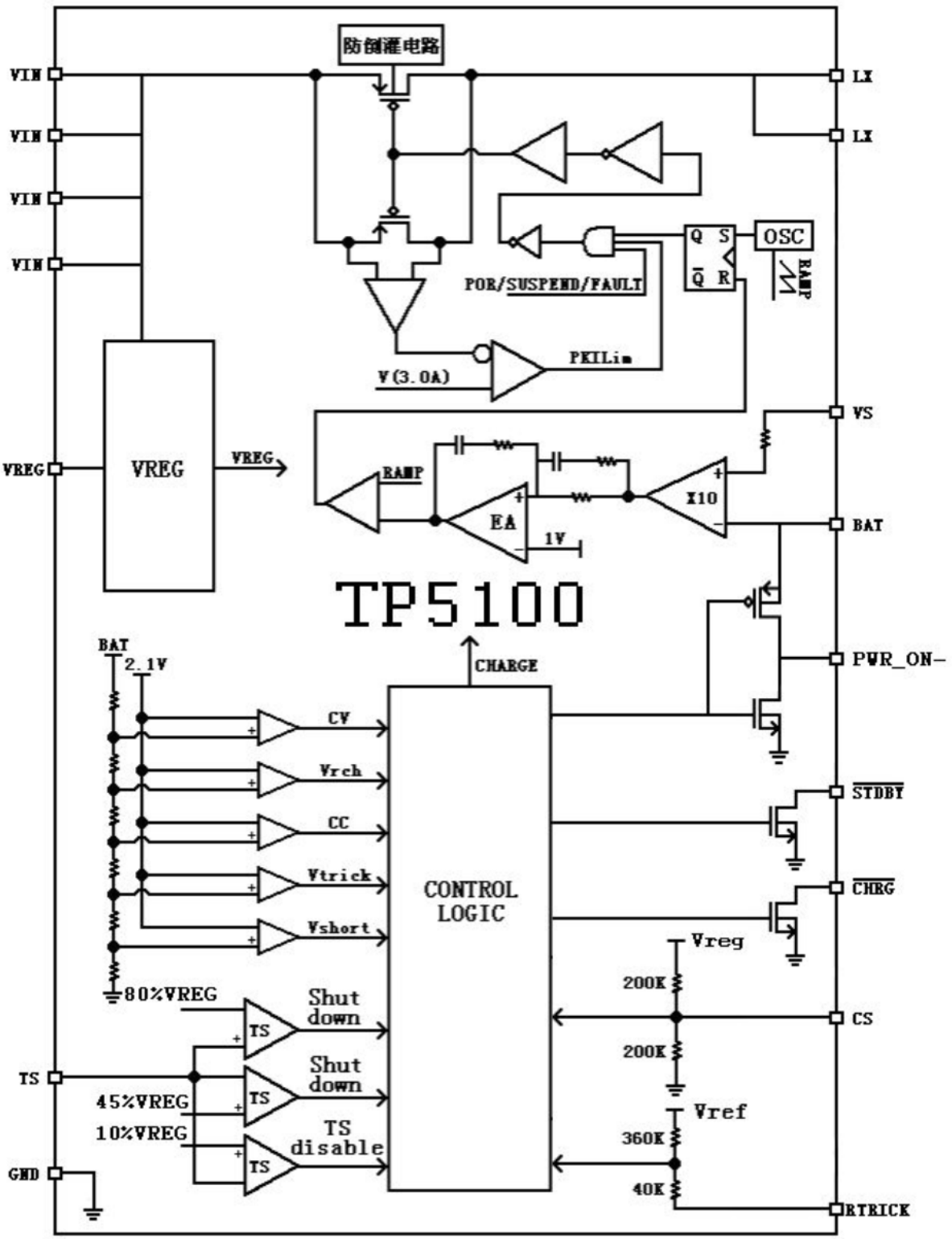


图 3 TP5100 功能框图

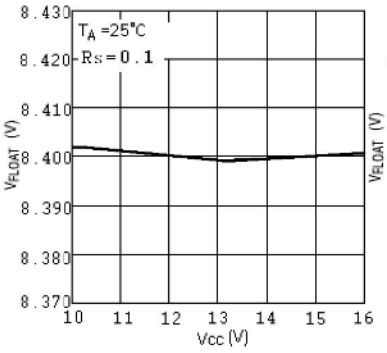
电特性

表1 TP5100电特性能参数

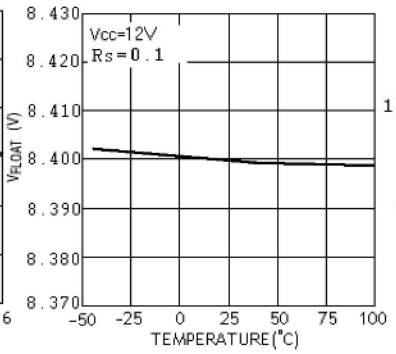
凡注●表示该指标适合 8.4V、4.2V模式，否则仅指 8.4V，T_A=25℃，VIN=12V，除特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
VIN	输入电源电压		●	4.5	12	18	V
I_{CC}	输入电源电流	无电池模式，R_S=0.1Ω	●		150	180	μA
		待机模式（充电终止）	●		120	140	μA
		停机模式（CS=GND，V_{in}<V_{BAT}，或V_{in}<V_{UV}）	●		120	140	μA
					120	140	
V_{FLOAL}	充电截止电压	4.2V 锂离子电池		4.158	4.2	4.242	V
		8.4V 锂离子电池		8.316	8.4	8.484	V
I_{BAT}	BAT 引脚电流:（电流模式测试条件是 CS=VREG、电池=7.5V)	R_S=0.1Ω，恒流模式	●	950	1000	1100	mA
		R_S=0.067Ω，恒流模式	●	1450	1500	1600	mA
		待机模式，V_{BAT}=8.4V	●	0	−1	−1	uA
		VIN=0V ， V_{BAT}=8.4V	●	0	−1	−1	uA
I_{TRIKL}	涓流预充电电流 RTRICK 引脚接地	1.2V<V_{BAT} < V_{TRIKL} ， R_S=0.067	● ●	80	100	120	mA
F	振荡频率		●	350	400	500	KHz
D_{MAX}	最大占空比		●		100%		
D_{MIN}	最小占空比		●	0%			
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压（8.4V）	R_S=0.067Ω，V_{BAT}上升		5.6	5.8	6.0	V
	涓流充电门限电压（4.2V）			2.8	2.9	3.0	
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	R_S=0.067Ω		60	80	100	mV
V_{UV}	V_{IN}欠压闭锁门限	从V_{IN}低至高	●	3.5	3.6	3.8	V
V_{UVHYS}	V_{IN}欠压闭锁迟滞		●	150	200	300	mV
V_{ASD}	V_{IN}-V_{BAT}闭锁门限电压	V_{IN}从低到高		60	100	140	mV
		V_{IN}从高到低		5	30	50	mV
I_{TERM}	C/10 终止电流门限	R_S=0.067Ω	●	80	100	120	mA
$V_{\overline{CHRG}}$	$\overline{CHRG}$ 引脚输出低电压	$I_{\overline{CHRG}}$ =5mA	●		0.3	0.6	V
$V_{\overline{STDBY}}$	$\overline{STDBY}$ 引脚输出低电平	$I_{\overline{STDBY}}$ =5mA	●		0.3	0.6	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	150	200	mV
T_{LIM}	芯片保护温度				110		℃
R_{ON}	功率 FET “导通”电阻				170		mΩ
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

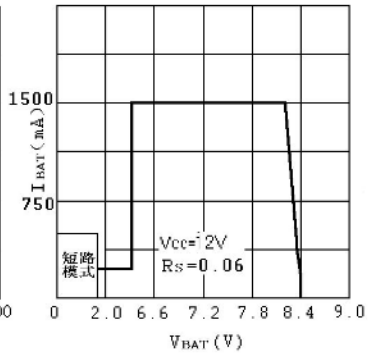
典型性能指标（CS 设置为 8.4V 锂电池充电模式）



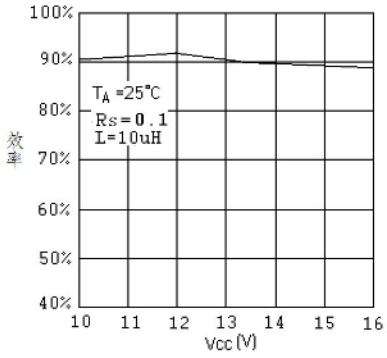
截止电压与电源电压关系



截止电压与环境温度关系



充电电流与电池电压关系



效率与电源电压关系

引脚功能

VIN（引脚 1、4、5、16）：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 18V之间，并通过一个 10uF和 0.1uF的电容进行旁路。当VIN和V_{BAT}压差低于 30mv时，TP5100 进入停机模式，从而使I_{BAT}降至 1μA。

LX（引脚 2、3）：内置 PMOSFET 功率管漏极连接点。LX 为 TP5100 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。

PWR_ON-(引脚 6)：电源切换控制引脚。当芯片接电源时，PWR_ON-被内部开关拉到低电平,驱动 PMOS 导通，当芯片不接电源时，PWR_ON-被内部开关拉到高电平为 BAT 端电池电压，驱动 PMOS 关断。此引脚可以用于电源供电切换，也可用作检测电源上电建立是否正常。

GND（引脚 7）：电源地。

VS（引脚 8）：输出电流检测的正极输入端。

BAT（引脚 9）：电池电压检测端。将电池的正端连接到此管脚。

VREG（引脚 10）：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 11）：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。

RTRICK（引脚 12）：涓流预充电流设置端。将 RTRICK 引脚接地则预充电电流为 10%设置恒流，通过外接电阻可以设置预充电电流。如果 RTRICK 悬空则预充电电流等于恒流电流。

CS（引脚 13）：锂离子状态片选输入端。CS 端高输入电平（VREG）将使 TP5100 处于锂离子电池充电 8.4V 关断电压状态。CS 端悬空使 TP5100 处于锂离子电池 4.2V 关断电压状态。低输入电平使 TP5100 处于停机状态。CS 端可以被 TTL 或者 CMOS 电平驱动控制。

$\overline{\text{STDBY}}$（引脚 14）：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 15）：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

TP5100 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，不需要另加防倒灌二极管。TP5100 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 CHRG 和电池充满状态指示输出端 STDBY 。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 145℃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和芯片使能输入端接高电平（VREG）或者悬空时，TP5100 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 5.8V(单节锂电子池电压低于 2.9V)，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（单节锂离子电池接近 4.2V）时，距离充电截止电压约 50mV（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，TP5100 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（双节锂离子电池 8.1V/单节锂离子电池 4.05V）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，无需外接防倒灌二极管，电池从芯片的漏电接近 1uA。

充电截止电压选择

TP5100 具有双节/单节锂电池两种充电截止电压的选择。当 CS 端连接高电位 VREG 时，为 8.4V 双节锂离子电池充电标准，截止电压 8.4V。当 CS 端悬空，为单节锂离子电池电池充电标准，截止电压 4.2V。当将 CS 端接低电平 GND 时，充电器停止充电。

TP5100 的 CS 端的复合设计，可以通过外部控制决定 TP5100 处于充电模式与停机模式的切换。

当 CS 端悬空，表示 TP5100 为单节锂离子电池充电。

8.4V 双节锂离子电池充电状态与停机模式的切换。如图 4 所示，通过一个开漏输出端口与 CS 端连接，如果 NMOS 管栅极输入低电平，N1 截止，此时 CS 端接高电平，则充电截止电压为 8.4V，TP5100 为双节锂离子电池充电。当 NMOS 管栅极输入高电平，N1 导通，此时 CS 端被下拉到 GND，TP5100 为停机模式。VREG 引脚可以输出 5mA 驱动电流，上拉电阻可选 1k-100k。

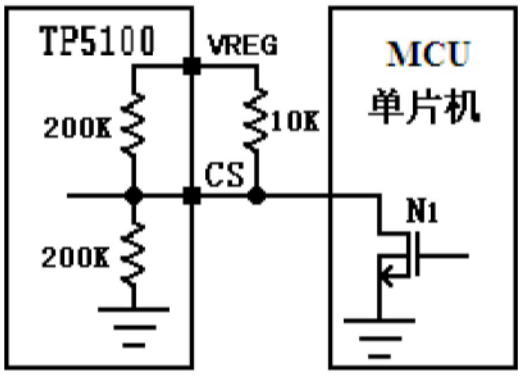


图 4 受外部控制的 8.4V 锂离子电池充电状态与停机状态的切换

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 100mV。

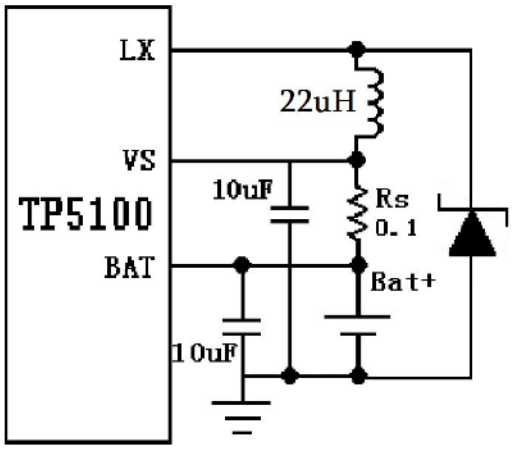


图 5 电池的充电电流设置

设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_S = \frac{0.1V}{I_{BAT}}$$（电流单位 A，电阻单位Ω）

举例：

需要设置充电电流 1A，带入公式计算得 Rs=0.1Ω

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)
1	100
0.2	500
0.1	1000
0.067	1500
0.05	2000

涓流预充电流设置

如果电池电压低于预充电门限电压，TP5100 将启动一个预充电过程对电池充电，TP5100 的预充电电流可以通过 TRICK 端口设置。预充电电流是采用一个连接在 TRICK 管脚与地之间的电阻器来设定的。

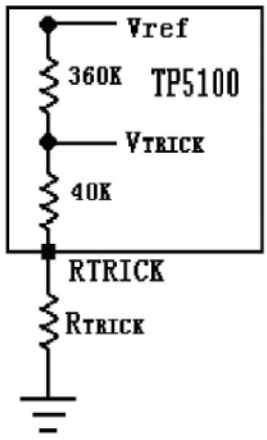


图 6 TRICK 端内部电路图

从上图 6 中可以看出，如果 R_{TRICK} 端口直接接地，电阻分压得到的电压比例即为预充电涓流与恒流充电电流的比例。那么预充电电流为恒流充电电流的 1/10。此引脚仅更改涓流电流，关断电流不受此影响，仍为 10%恒流电流。

设定电阻器和预充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{TRICK} = \frac{400kI_{TRICK} - 40kI_{BAT}}{I_{BAT} - I_{TRICK}}$$

为了方便客户快速设计，表 3 给出了 R_{TRICK} 及其设定的预充电涓流电流与恒流电流 I_{BAT} 的关系。

表 3：R_{TRICK} 及其设定的涓流电流与恒流电流 I_{BAT} 的关系：

R_{TRICK} (k)	I_{TRICK} (mA)
0	10% I_{BAT}
50k	20% I_{BAT}
114k	30% I_{BAT}
320k	50% I_{BAT}
引脚悬空	100% I_{BAT}

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，TP5100 进入待机模式，此时输入电源电流降至 120μA，电池漏电流流出约 1uA。

在待机模式中，TP5100 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 8.25V（单节锂电池电压降到 4.05V）的再充电电门限 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

TP5100 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 4：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）

电源、电池供电切换控制

TP5100 集成了电源、电池供电切换控制引脚 PWR_ON-。当 VIN 输入后，PWR_ON-输出低电位，可以导通 PMOS。当 VIN 去掉后，PWR_ON-输出高电位（电池电压）可以关闭 PMOS。

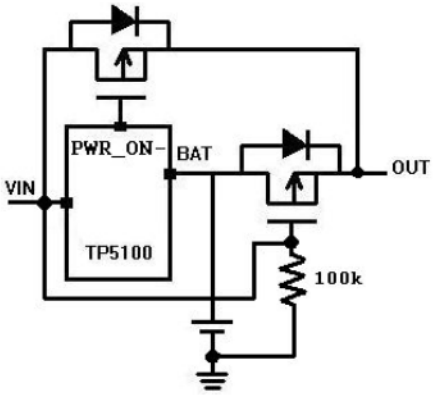


图 7 供电切换控制示意图

电池过温保护

为了防止温度过高或者过低对电池造成的损害，TP5100 内部集成有电池温度检测电路。电池温度检测是通过测量 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 8 所示。TP5100 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 TP5100 内部，V_{LOW} 被固定在 $45\%\times VREG$，V_{HIGH} 被固定在 $80\%\times VREG$。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，电池温度检测功能将被禁止。

举例：常温 25℃下 RNTC=10k，设定保护温度 60℃，60℃下 RNTC=3k，则计算得 R=3.6k 时，NTC 电阻分压比例为 45%VREG 电压，即 60℃时 TP5100 停止充电。

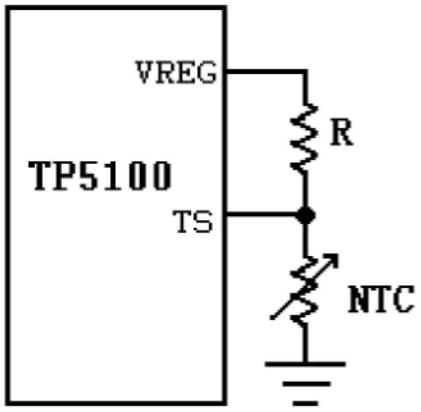


图 8 NTC 连接示意图

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 TP5100 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 TP5100 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

TP5100 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，TP5100 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。

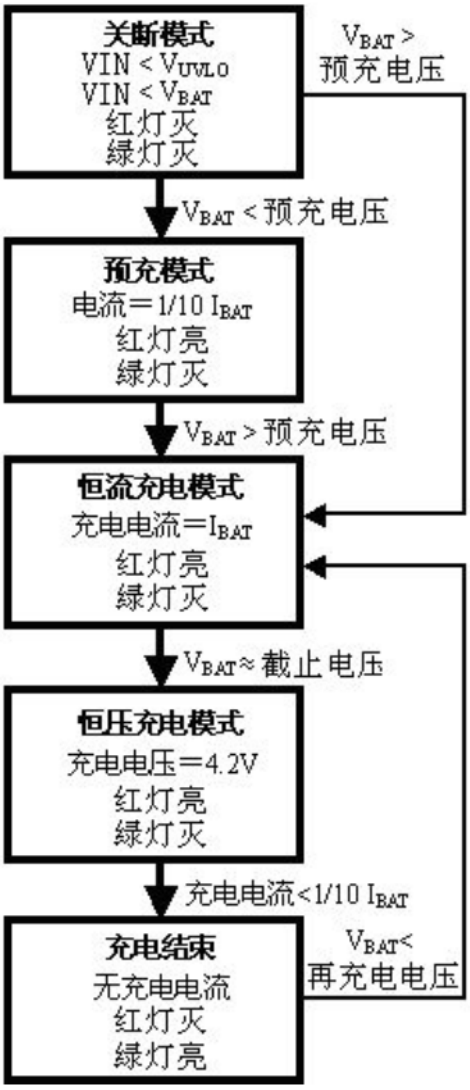


图 9 一个典型锂离子电池充电循环状态图

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 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 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,建议采用 10uF 和 0.1uF 电容或 X5R 或 X7R 材质陶瓷电容，并且电容连接位置务必靠近芯片引脚。

热考虑

虽然 QFN16 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

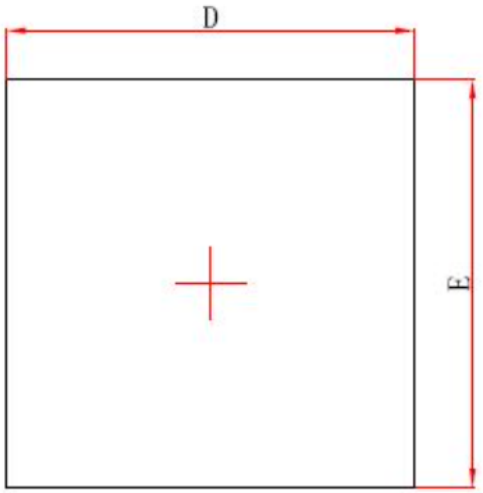
保证在预充电和恒流充电均处于 CCM 模式，ΔI 取预充电电流值，即为恒流充电的 1/5，根据输入电压要求可以计算出电感值。

电感取值 22uH 及以上（电感越大越稳定），推荐使用 22uH。如果电源 VIN 设置 5V，采用单节 4.2V 锂离子电池充电模式，并设置充电电流 500mA 及以上，可以采用 10uH 的电感。

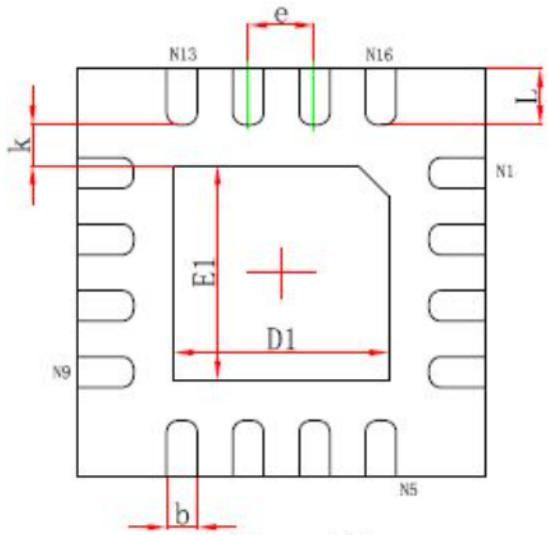
电感额定电流选用大于充电电流，内阻较小的功率电感。

封装描述

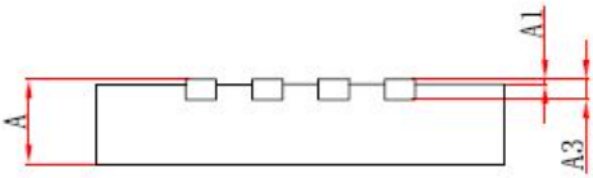
4mm*4mm 16 引脚 QFN 封装



Top View



Bottom View



Side View

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.900	4.100	0.154	0.161
E	3.900	4.100	0.154	0.161
D1	2.000	2.200	0.079	0.087
E1	2.000	2.200	0.079	0.087
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.250	0.350	0.010	0.014
e	0.650TYP.		0.026TYP.	
L	0.450	0.650	0.018	0.026

封装	卷盘	只/盘	盘/盒	盒/箱	只/箱
QFN4*4	13 寸	5000	1	8	40000

TP5100 其他应用电路

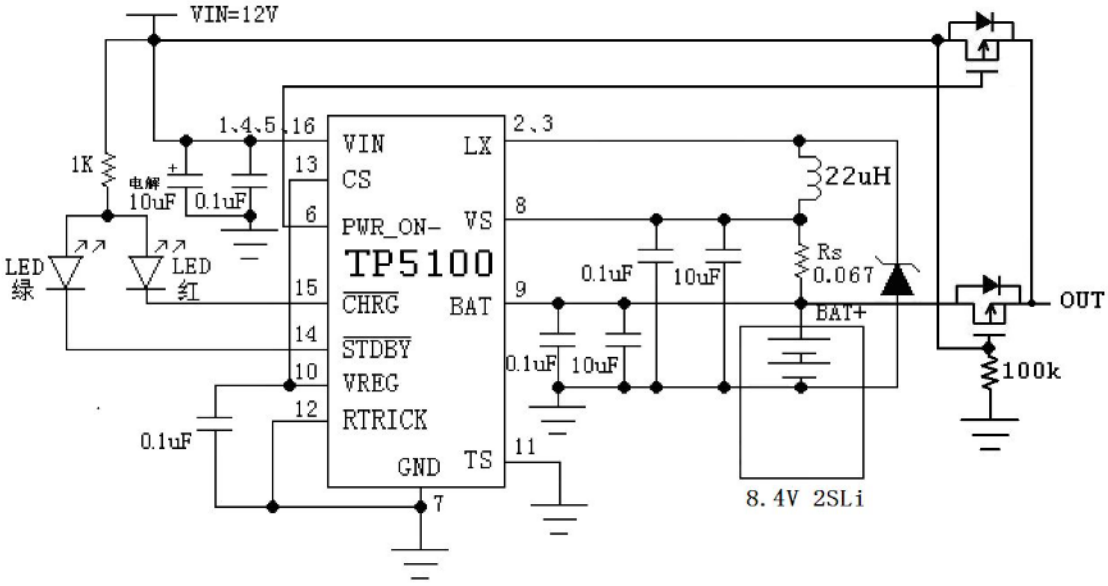


图 10 TP5100 为 8.4V 锂离子电池无电池温度保护 1.5A 充电应用示意图

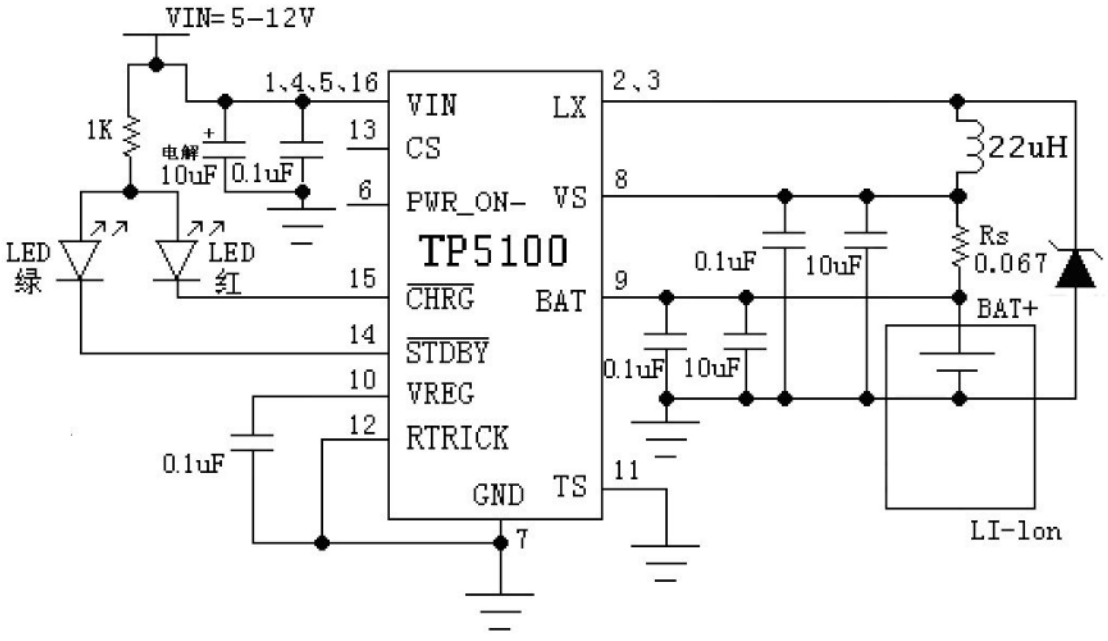


图 11 TP5100 为 4.2V 锂离子电池无电池温度保护恒流 1.5A 充电应用示意图
（CS、PWR_ON- 引脚悬空）

TP5100 使用注意事项

1. 电路中电容都应尽量靠近芯片。
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。
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。