

数据手册 DATASHEET

TP5010 (2.5A 降压同步开关型锂电池充电器)

概述

TP5010 是一款降压同步开关型单节锂电池充电管理芯片。其 ESOP8/DFN2*3-8 的封装与简单的外围电路，使得 TP5010 非常适用于便携式设备的大电流充电管理应用。同时 TP5010 内置、输入欠压保护、输入过压保护、芯片过温保护、BAT 端短路保护、充电最高定时时间、EN 使能端等功能。

TP5010 具有宽输入电压，对电池充电分为涓流预充、恒流、恒压三个阶段，恒流充电电流都通过外部电阻调整，最大充电电流达 2.5A。TP5010 采用频率 1.5MHz 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。TP5010 内置降压功率 MOSFET、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

- 输入电压 6V 时芯片 OVP 保护；
- 充单节 4.2V/4.35V 锂电池
- 电池 0V 充电功能
- 内置功率 MOSFET, 开关型工作模式，器件发热少，外围简单
- 输入电源电流自适应
- 可编程充电电流，0.1A--2.5A
- 无需外接防倒灌肖特基二极管
- 工作电压，最大 6.0V
- LED 充电状态指示
- 芯片温度保护，输入欠压保护，充电定时保护
- BAT 端短路保护
- 开关频率 1.5MHz，可用电感 1uH-4.7uH，推荐使用 2.2uH
- 1% 的充满停机电压控制精度
- 涓流、恒流、恒压三段充电，保护电池
- 采用 8 引脚 ESOP/DFN2*3 封装

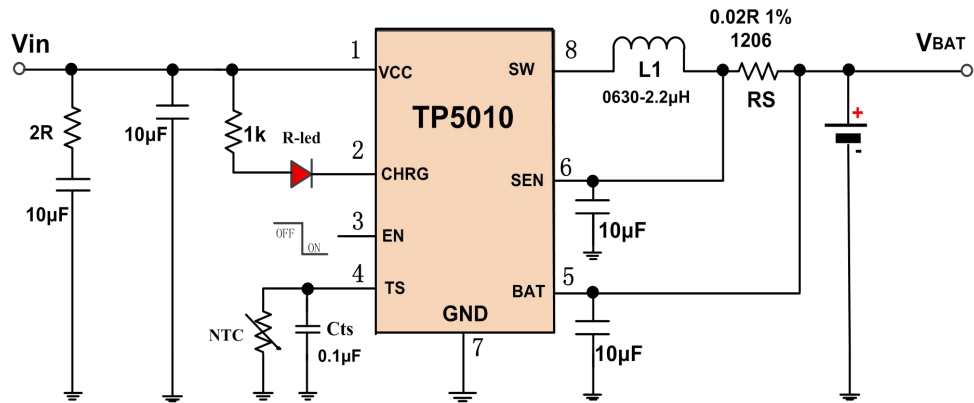
绝对最大额定值

- VCC / BAT / CHRG / SW / SEN / EN: -0.3V~9V
- BAT 短路持续时间：连续
- 最大结温：145℃
- 热阻，(ESOP-8L, θ_{JA}): 58℃/W
(DFN2*3-8L, θ_{JA}): 118℃/W
- 工作环境温度范围：-40℃~85℃
- 贮存温度范围：-55℃~125℃
- 人体模式静电等级 ESD (HBM) : $\pm 4KV$
- 引脚温度（焊接时间 10 秒）：260℃

应用

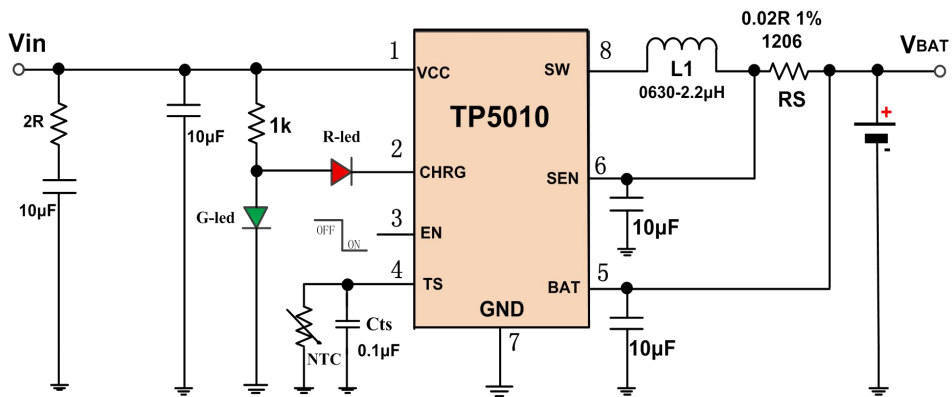
- 便携式设备、各种充电器
- 电子烟
- 平板电脑
- 矿灯、蓝牙音箱
- 电动工具

典型应用



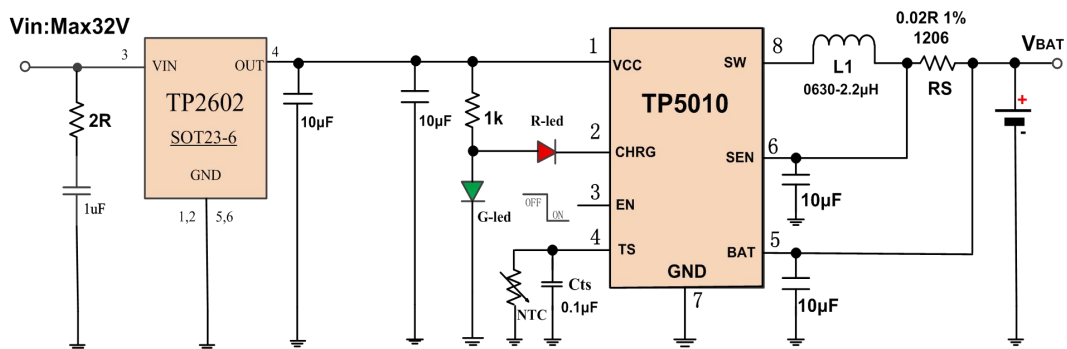
应用一：TP5010 单灯2.5A 充电应用示意图

注：如不使用 TS 功能，该引脚悬空。



应用二：TP5010 双灯 2.5A 充电应用示意图

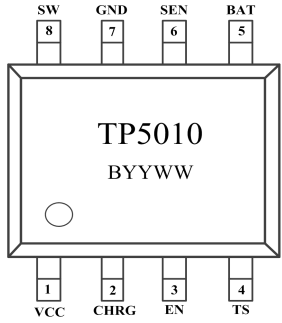
注：如不使用 TS 功能，该引脚悬空。

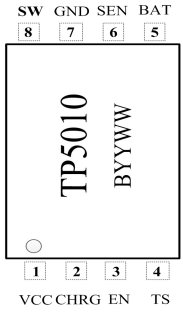


应用三：TP5010 32V 高耐压输入、双灯 2.5A 充电应用示意图

注：如不使用 TS 功能，该引脚悬空。

封装/订购信息

 ESOP8 封装 (底部带有散热片需接地)	订单型号
	TP5010-42-ESOP8 TP5010-435-ESOP8
	器件标记: TP5010 BYYWW
	印章说明: TP5010 BYYWW B:输出电压, B=4.2V, A=4.35V YYWW 是生产批号, 可变 YY 为年份 WW 为周数

 DFN2*3-8L 封装 (底部带有散热片需接地)	订单型号
	TP5010-42-DFN238 TP5010-435-DFN238
	器件标记: TP5010 BYYWW
	印章说明: TP5010 BYYWW B:输出电压, B=4.2V, A=4.35V YYWW 是生产批号, 可变 YY 为年份 WW 为周数

引脚功能

VCC (引脚1)：输入电压正输入端。此管脚的电压为内部电路的工作电源，VCC端并通过输入电容进行旁路。

CHRG (引脚2) 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。

EN (引脚3)：芯片始能输入端。高输入电平（1.5V 以上）将使 TP5010 处于停机状态；低输入电平（0.5V 以下）使 TP5010 处于正常工作状态。EN 管脚可以被 TTL 电平或者 CMOS 电平驱动，如不需要使用此功能优先接地。

TS (引脚4)：电池温度检测输入端。

不用此功能时，该引脚需要悬空。

BAT (引脚5)：电池电压检测端。将电池的正端连接到此管脚，并通过 1 个 10μF 的电容器进行滤波。

SEN (引脚6)：输出充电电流检测的正极输入端。并通过一个 10μF 的电容器进行滤波，内部采样更精准。

GND (引脚7)：电源地。与其它器件地集中连接减小内阻。

SW (引脚8)：内置功率开关管输出端。

SW为TP5010 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。

The diagram illustrates the internal architecture of the BQ76940 battery management IC. Key components and their connections include:

- Inputs:** SEN, BAT, TS, EN, VCC, SW, and CHRG are connected to the IC pins.
- Signal Processing:**
 - CC (Coulomb Counter):** Receives a signal from the SEN pin (via a $\times 20$ gain) and VREF. Its output (EA_OUT) is connected to the RAMP block.
 - CV (Coulomb Voltage):** Receives VREF and BAT signals.
 - OTC (Over Temperature Control):** Receives VNTC and VREF signals.
 - USB_LIMIT:** Receives VCC_sense and VREF signals.
- Control and Timing:**
 - RAMP:** Receives signals from the CC, CV, OTC, and USB_LIMIT blocks. It is connected to the OSC (Oscillator) and the LOGIC block.
 - OSC:** Provides a clock signal to the RAMP and LOGIC blocks.
 - LOGIC:** The central control unit that receives signals from the RAMP, TS, EN, and various comparators. It outputs control signals to the DRV LOGIC, RECHRG, TC, BAT SHORT, and the CHRG pin driver.
- Driver and Protection:**
 - DRV LOGIC:** Receives signals from the RAMP and LOGIC blocks. It controls two **Driver** blocks, which are connected to the SW pin and the CHRG pin driver.
 - RECHRG (Recharge):** Receives signals from the LOGIC and BAT pins. It is configured with Vref and EA_OUT.
 - TC (Temperature Control):** Receives signals from the LOGIC and BAT pins. It is configured with BAT-150mV and 2.85V.
 - BAT SHORT:** Receives signals from the LOGIC and BAT pins. It is configured with 2V.
- Temperature Monitoring:**
 - BAT_UNDERCOOLED, BAT_OVERHEATED, NTC_DISABLED, NTC_ENABLE:** These comparators receive signals from the TS pin and VNTC_COLD, VNTC_HOT, and VNTC_ENABLE inputs.

图 4 TP5010 功能框图

电特性

凡表注●表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{IN}=5\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入工作电源电压	$R_S=0.1\Omega$	●		5.0	6.0	V
V_{OVP}	输入过压保护	V_{IN} 从低到高	●	5.8	6.0	6.5	V
V_{ADPT}	V_{IN} 自适应工作电压	$R_S=0.05\Omega$	●	4.25	4.35	4.45	V
I_{CC}	输入电源电流	充电模式， $R_S=0.05\Omega$	●		100	150	μA
		待机模式（充电终止）	●		100	150	μA
V_{FLOAL}	充电截止电压	4.2V 锂离子电池		4.158	4.2	4.242	V
		4.35V 锂离子电池		4.306	4.35	4.394	V
I_{BAT}	BAT 引脚电流: (电流模式测试条件是 电池=3.7V)	$R_S=0.05\Omega$, 恒流模式	●	880	1000	1150	mA
		$R_S=0.02\Omega$, 恒流模式	●	2175	2500	2875	mA
		待机模式， $V_{BAT}=4.2\text{V}$	●	0	1	5	μA
		$V_{IN}=0\text{V}$ ， $V_{BAT}=4.2\text{V}$	●	0	1	5	μA
F	振荡频率	$R_S=0.1\Omega$		1.4	1.5	1.6	MHz
V_{SEN}	恒流采样电压	$R_S=0.1\Omega$		45.5	50	55	mV
D _{MAX}	最大占空比	$R_S=0.1\Omega$				100%	
D _{MIN}	最小占空比	$R_S=0.1\Omega$			5%		
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压	$R_S=0.1\Omega$ ， V_{BAT} 上升		2.7	2.85	3.0	V
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	$R_S=0.05\Omega$ 2.2V>BAT<3V		70	100	130	mV
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁门限	从 V_{IN} 低至高	●	1.8		4.5	V
V_{UVHYS}	V_{IN} 欠压闭锁迟滞	$R_S=0.1\Omega$	●		100		mV
V_{ASD}	$V_{IN}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{IN} 从低到高		30	50	70	mV
		V_{IN} 从高到低		10	30	50	mV
I_{TERM}	C/10 终止电流门限	$R_S=0.1\Omega$	●	100	150	200	mA
V_{CHRG}	CHRG 引脚输出低电压	$I_{CHRG}=5\text{mA}$			0.3	0.6	V
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$		100	150	200	mV
T_{MAXCH}	充电安全计时器	$R_S=0.1\Omega$		9.0	10.0	11.0	H
V_{CE-H}	高电平（停机）	$R_S=0.1\Omega$		1.0	1.5		V
V_{CE-L}	低电平（正常工作）	$R_S=0.1\Omega$			0.5	1.0	V
V_{SCP}	电池短路检测电压	$R_S=0.1\Omega$		0		2.2	V
I_{SHORT}	电池短路充电电流	$R_S=0.1\Omega$		30	50	70	mA
T_{LIM}	芯片保护温度				145		$^{\circ}\text{C}$
R_{ON-H}	功率 FET“导通”电阻	$R_S=0.1\Omega$			70	80	$\text{m}\Omega$
R_{ON-L}	功率 FET“导通”电阻	$R_S=0.1\Omega$			70	80	$\text{m}\Omega$
t_{SS}	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=0.1\text{V}/R_S$			20		μS
$t_{RECHARGE}$	再充电比较器滤波时间	V_{BAT} 高至低		30	40	50	mS
t_{TERM}	终止比较器滤波时间	I_{BAT} 降至 C/10 以下		30	40	50	mS
TS 温度保护设置							
V_{OTP-H}	TS 引脚高温保护检测	电池温度上升			0.12		V
	高温检测恢复阈值	电池温度下降				30	mV
V_{OTP-L}	TS 引脚低温保护检测	电池温度下降			0.9		V

	低温检测恢复阈值	电池温度上升			80		mV
Its	TS 输出电流				30		uA
	温度检测范围	Rntc=10KΩ		0		50	℃

工作原理

TP5010 是专门为单节 4.2V/4.35V 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涪流、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 2.5A，不需要另加防倒灌二极管。TP5010 包含 1 个漏极开路输出的状态指示输出端，充电状态指示端 **CHRG**。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 **EN** 使能输入端接低电平时，TP5010 开始对电池充电，**CHRG** 管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果锂离子电池电压处于低电压 2.2~3V，充电器用小电流对电池进行涪流预充电，充电电流为恒流的 10%；当电池电压低于 2.2V 时，芯片默认充电电流 50mA 充电。

恒流充电电流由 **SEN** 管脚和 **BAT** 管脚之间的电阻确定。当锂离子电池电压接近 4.2V 时，距离充电截止电压约 30mV（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，TP5010 进入恒压充电模式。当充电电流减小到设定电流 10% 时，充电周期结束，**CHRG** 端输出高阻态。

当电池电压降到再充电阈值（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，电池从芯片的漏电小于 1uA。

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 50mV。

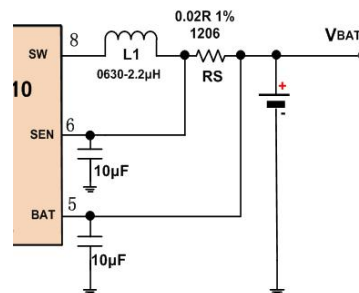


图 5 电池的充电电流设置 设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_S = \frac{0.05V}{I_{BAT}} \quad (\text{电流单位 A, 电阻单位 } \Omega)$$

举例：

需要设置充电电流 1A，带入公式计算得 $R_S=0.05 \Omega$

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} (A)
0.5	0.1
0.1	0.5
0.05	1
0.033	1.5
0.025	2
0.02	2.5

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 5mV 以下时，充电被终止。充电电流被关断，TP5010 进入待机模式，此时输入电源电流

降至 100 μ A, 电池端漏电流流出约 1 μ A。

在待机模式中, TP5010 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果锂离子电池该引脚电压降到 4.05V 的再充电门限 $RECHRG\ V$ 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

TP5010 有 1 个漏极开路状态指示输出端。当充电器处于充电状态时, CHRG 被拉到低电平, 在其他状态, CHRG 处于高阻态。CHRG 状态指示功能不用时, 可将引脚连接到地。

表 3: 充电指示状态

充电状态/条件	红灯CHRG
正在充电状态	亮
电池充满状态	灭
VIN过压, 电池温度过高, 过低等故障状态, 或无电池接入或充电过时保护	闪烁 T=0.5S

芯片内部热限制

如果芯片温度试图升至约 145 $^{\circ}$ 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 TP5010 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 TP5010 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

TP5010 内部集成多种保护, 以防止电流过大引起芯片损坏。当输出端电压低于约 2.2V, 芯片进入短路保护模式, 短路电流固定输出 50mA。

电源自适应

Vin 掉电降至 4.35V 时, 自适应电路启动; 自动降低输出电流直到 VCC 不再降低, 该功能可以将大电流充电系统用 USB 或小功率电源适配器、太阳能电池来做电源, 而避免电源复位或重启。

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。

热考虑

由于 ESOP/DFN 封装的外形尺寸很小, 因此, 需要采用一个热设计精良的 PC 板布局以最大幅度地增加可使用的充电电流, 这一点非常重要。用于耗散 IC 所产生的热量的散热通路从芯片至引线框架, 并通过底部的散热片到达 PCB 板铜面。增加散热效率将封装上的底部散热片接地, 并多放散热过孔, 采用较厚的 PCB 铜箔做为芯片散热片。散热片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, 降低芯片工作温度从而获取最大充电电流。

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，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 1 μ H-4.7 μ H，推荐使用推荐 2.2 μ H。

电感额定电流选用充电电流 1.5-3 倍以上，内阻较小的功率电感，推荐使用一体成型电感，型号 0630-2.2 μ H。

自动再启动

一旦充电循环被终止，TP5010 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 4.05V 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。

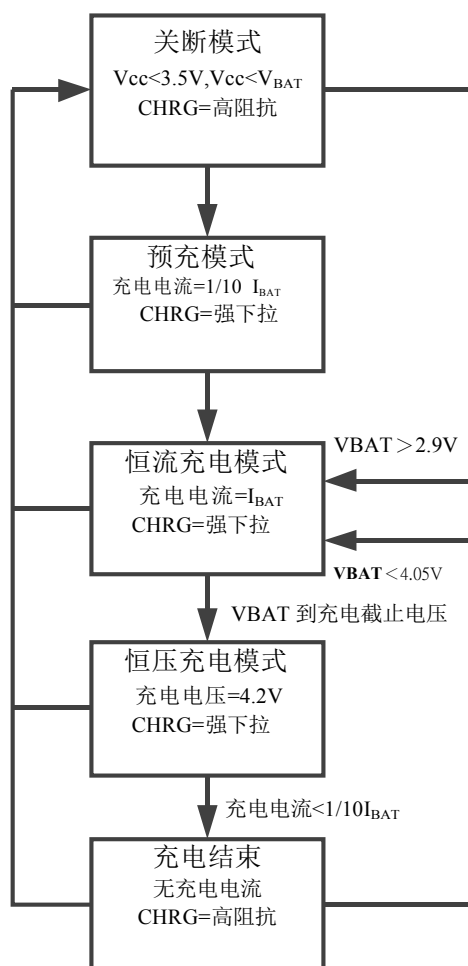


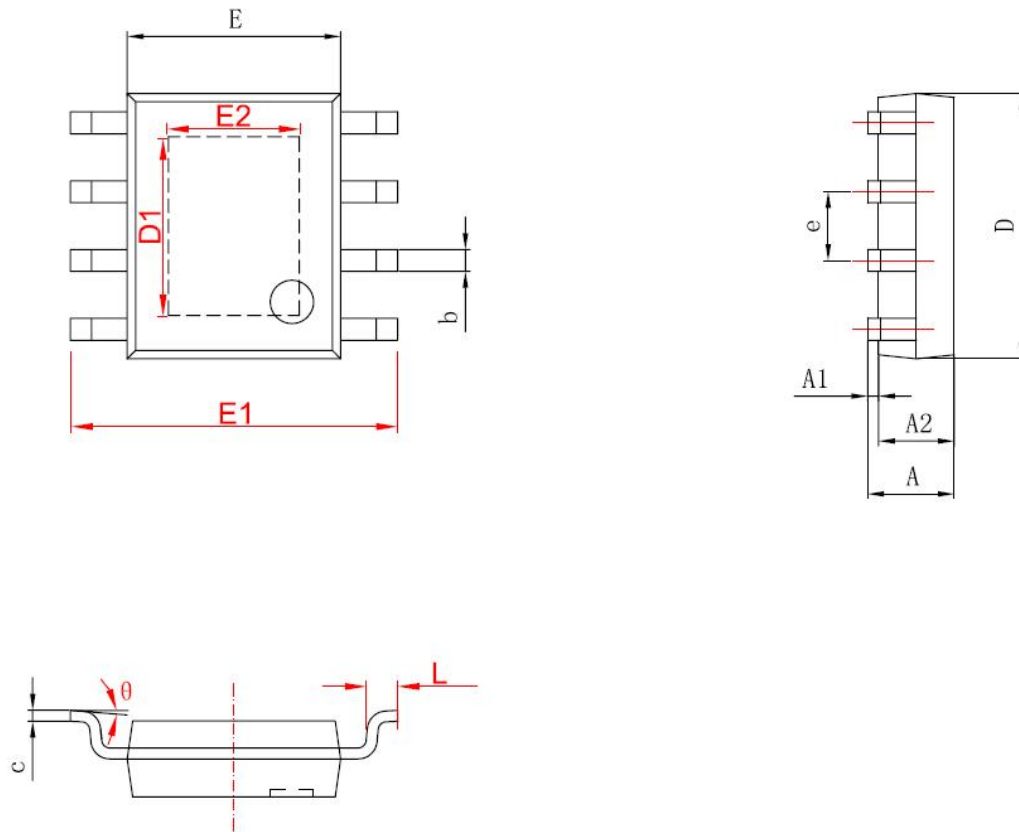
图 4： 一个典型充电循环的状态图

Vin 旁路电容器

输入旁路可以使用多种类型的电容器。然而，在采用多层陶瓷电容器时必须谨慎。由于有些类型的陶瓷电容器具有自谐振和高 Q 值的特点，因此，在某些启动条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生较高的电压瞬态信号损坏充电芯片，建议 Vin 端采用高品质 X7R 瓷片电容或电解电容。

封装描述

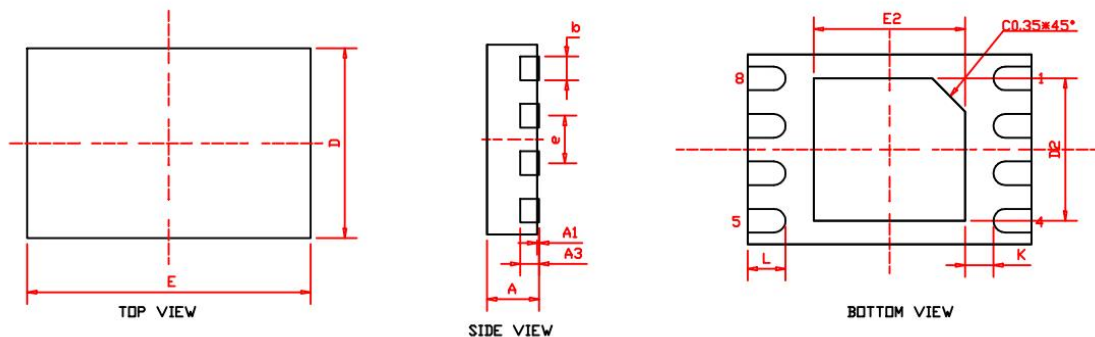
ESOP-8L



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°

封装描述

DFN2*3-8L



PACKAGE TYPE

SYMBOLS	MIN	NOM	MAX
A	0.60	0.65	0.70
A1	0.000	0.02	0.050
A3	0.20 REF		
b	0.20	0.25	0.30
D	1.924	2.0	2.076
E	2.924	3.0	3.076
e	0.50 TYP		
L	0.324	0.40	0.476
K	0.20	-	-
E2	1.50	1.60	1.65
D2	1.40	1.50	1.55

使用测试说明:

- 1、正确连接电源和电池，即可充电，充电中红灯亮，充电结束红灯灭。
- 2、考虑到电流表内阻，不建议在测试最终充电完毕电池电压模式中串联电流表。内阻会引起关断后电池的实际电压低于芯片本身关断电压。
- 3、如需更换芯片，建议使用热风枪等焊接设备。

TP5010 应用注意事项

- 1、为保证各种情况下可靠使用，防止尖峰和毛刺电压引起的芯片损坏，TP5010 应用 VCC、SEN、BAT 端需分别对地接电容（电容参数如典型应用），所有电容位置须靠近芯片引脚放置，不宜过远（电容离芯片引脚<3mm 为佳）。
- 2、VCC 端使用 X7R 电容；SEN、BAT 端可使用 X5R 或 X7R 级别的陶瓷电容。
- 3、电感请选用电流能力足够的功率电感，电感额定电流为设定电池的 1.5-3 倍以上。
- 4、对于 VCC 及 SW 通过电流回路的走线应比普通信号线更宽,降低 EMI 干扰。
- 5、使用芯片在大电流工作中，应考虑芯片底部散热片 EPAD 与 PCB 中的地良好连接并多放过孔，保证良好散热。

原理图及PCB走线参考图

