

数据手册 DATASHEET

TP5020 (2.5A 降压同步开关型锂电池充电器) 32V 高压输入带 OVP 保护

概述

TP5020 是一款输入电源 32V 高耐压具备 OVP 保护功能完整的降压同步开关型单节锂电池充电管理芯片。其 ESOP-8L/DFN3*3-10L 的封装与简单的外围电路，使得 TP5020 非常适用于便携式设备的大电流充电管理应用。同时 TP5020 内置、输入欠压保护、输入过压保护、芯片过温保护、充电电池温度检测、BAT 端短路保护、充电安全定时时间、EN 使能端等功能。

TP5020 具有宽输入电压，对电池充电分为 0V 充电电流、涓流预充、恒流、恒压阶段，恒流充电电流都通过外部电阻调整，最大充电电流达 2.5A。TP5020 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。TP5020 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

- 输入最高 32V 电压，6.1V 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，输入过/欠压保护，充电安全时间保护
- 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、恒压充电，保护电池
- 采用 ESOP-8L/DFN3*3-10L 封装

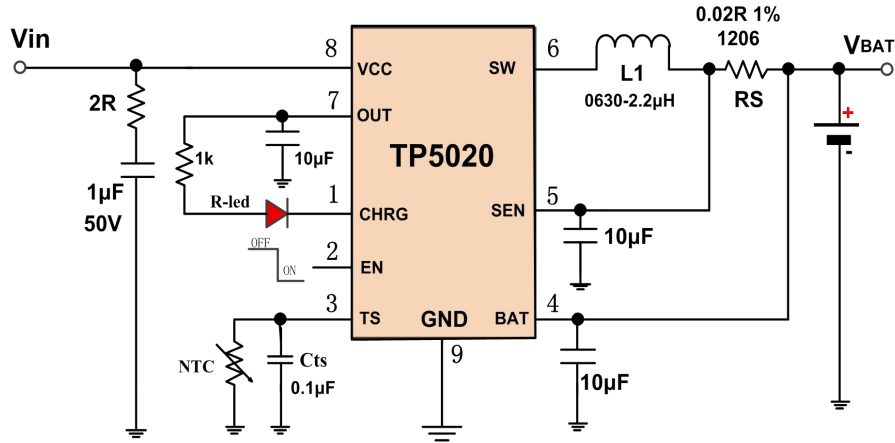
绝对最大额定值

- OUT / BAT / CHRG / SW / SEN / EN: -0.3V~9V
- VCC: -0.3V~32V
- BAT 短路持续时间：连续
- 最大结温：145℃
- 热阻，(ESOP-8L, θ_{JA}): 58℃/W
(DFN3*3-10L, θ_{JA}): 84℃/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

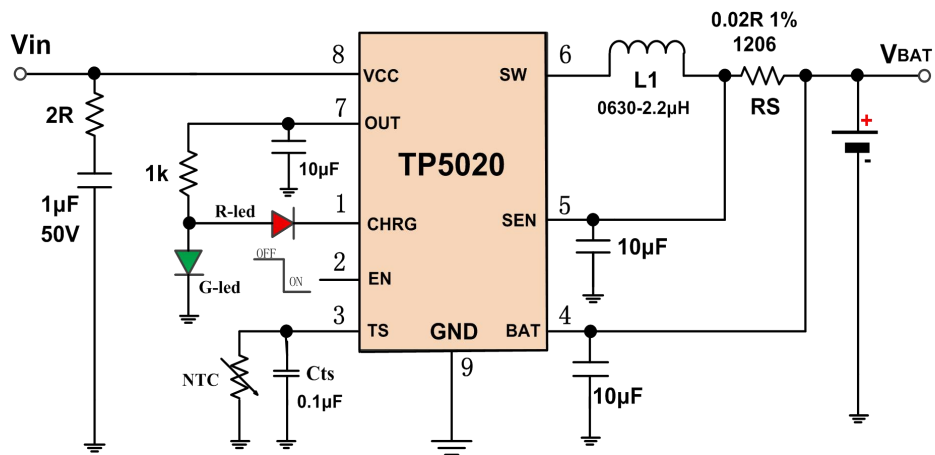
- 便携式设备、各种充电器
- 电子烟
- 平板电脑
- 矿灯、蓝牙音箱
- 电动工具

典型应用



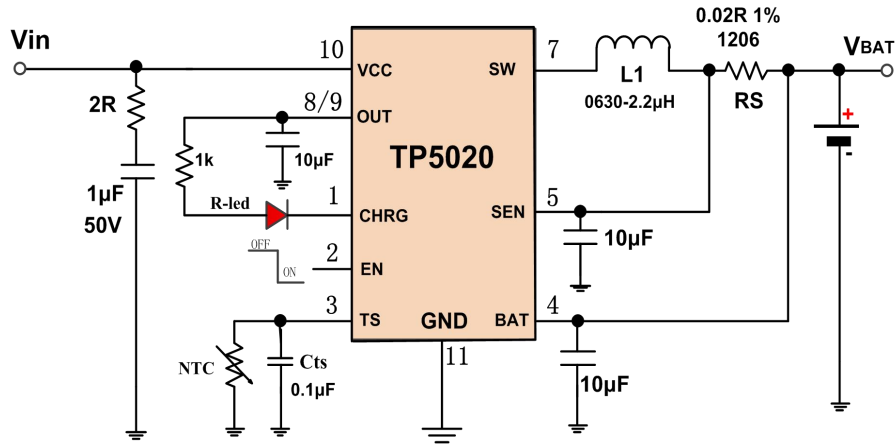
应用 1: TP5020 (ESOP-8L) 单灯2.5A 充电应用示意图

注: 如不使用 TS 功能, 该引脚悬空。



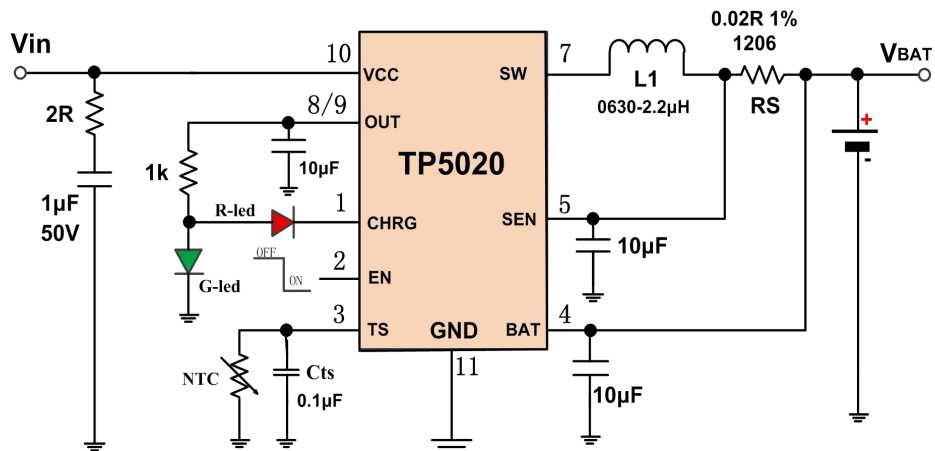
应用 2: TP5020 (ESOP-8L) 双灯 2.5A 充电应用示意图

注: 如不使用 TS 功能, 该引脚悬空。



应用 3： TP5020（DFN3*3-10L） 单灯2.5A 充电应用示意图

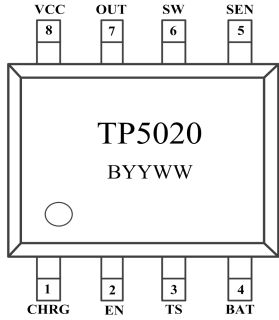
注：如不使用 TS 功能，该引脚悬空。

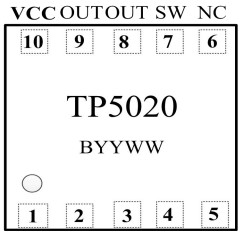


应用 4： TP5020（DFN3*3-10L） 双灯 2.5A 充电应用示意图

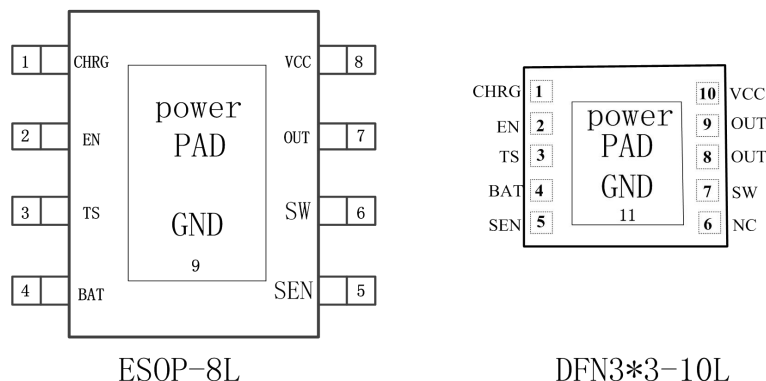
注：如不使用 TS 功能，该引脚悬空。

封装/订购信息

 ESOP-8L 封装 (底部散热片为 GND)	订单型号
	TP5020-42-ESOP8 TP5020-435-ESOP8
	器件标记: TP5020 BYYWW
	印章说明: TP5020 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

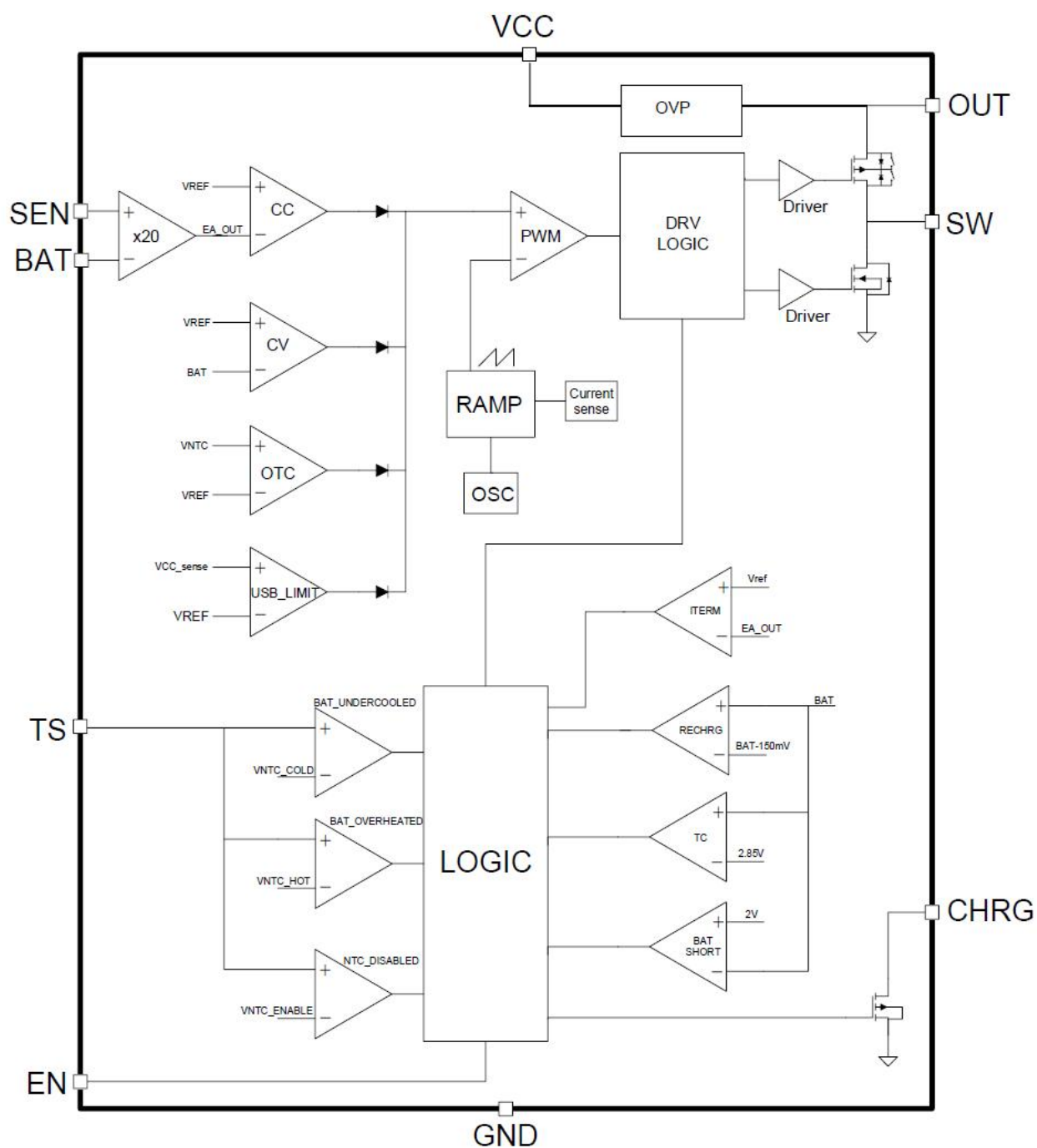
 DFN3*3-10L 封装 (底部散热片为 GND)	订单型号
	TP5020-42-DFN33 TP5020-435-DFN33
	器件标记: TP5020 BYYWW
	印章说明: TP5020 BYYWW B:输出电压, B=4.2V, A=4.35V YYWW 是生产批号, 可变 YY 为年份 WW 为周数

引脚功能



引脚名称	功能描述		
	ESOP-8L	DFN3*3-10L	
CHRG	1	1	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	2	2	芯片始能输入端。高输入电平（1.5V 以上）将使 TP5020 处于停机状态；低输入电平（0.5V 以下）使 TP5020 处于正常工作状态。EN 管脚可以被 TTL 电平或者 CMOS 电平驱动。如不需外部控制优先接地。
TS	3	3	电池温度检测输入端。不用此功能时，该引脚需要悬空。
BAT	4	4	电池电压检测端。将电池的正端连接到此管脚，并通过一个 10μF 的电容进行滤波。
SEN	5	5	输出充电电流检测的正极输入端。并通过一个 10μF 的电容进行滤波，内部采样基准电压为 50mV。 设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算： $R = \frac{0.05V}{I_{BAT}}$ （电流单位 A，电阻单位 Ω）
SW	6	7	内置功率开关管输出端。SW 为 TP5020 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。
OUT	7	8, 9	内部电压正输出端。此管脚为内部 OVP 输出端，外接一个至少 10UF 瓷片电容或电解电容，供充电电路使用。
VCC	8	10	输入电压正输入端。此管脚的输入最高电压可达 32V。
Power PAD	9	11	电源地。与其它器件地集中连接减小内阻并且多放过孔散热用。
NC	/	6	内部无连接端。可悬空或接地。

TP5020 功能方框图



TP5020 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	$R_S=0.05\Omega$	●		5.0	6.0	V
V_{ADPT}	VIN 自适应工作电压	$R_S=0.05\Omega$	●	4.35	4.45	4.55	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	$R_S=0.05\Omega$		1.4	1.5	1.6	MHz
V_{SEN}	恒流采样电压	$R_S=0.05\Omega$		45.5	50	55	mV
D_{MAX}	最大占空比	$R_S=0.05\Omega$				100%	
D_{MIN}	最小占空比	$R_S=0.05\Omega$			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	$R_S=0.05\Omega$ $2.2\text{V} > V_{BAT} < 3\text{V}$		70	100	130	mV
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁门限	从 V_{IN} 低至至高	●	2.5		3.6	V
V_{UVHYS}	V_{IN} 欠压闭锁迟滞	$R_S=0.05\Omega$	●		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	$R_S=0.05\Omega$	●	50	100	150	mA
V_{CHRG}	$\overline{CHRG}$ 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	$V_{FLOAL}-V_{RECHRG}$		100	150	200	mV
T_{MAXCH}	充电安全计时器	$R_S=0.05\Omega$		9.0	10.0	11.0	H
V_{CE-H}	高电平（停机）	$R_S=0.05\Omega$		1.0	1.5		V
V_{CE-L}	低电平（正常工作）	$R_S=0.05\Omega$			0.5	1.0	V
V_{SCP}	电池短路检测电压	$R_S=0.05\Omega$		0		2.2	V
I_{SHORT}	电池短路充电电流	$R_S=0.05\Omega$		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	$R_S=0.05\Omega$			70		$\text{m}\Omega$
R_{ON-L}	功率 FET“导通”电阻	$R_S=0.05\Omega$			70		$\text{m}\Omega$
t_{ss}	软启动时间	$R_S=0.05\Omega$			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	对应 NTC 电阻为: 4K Ω			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	对应 NTC 电阻为: 30K Ω			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	℃
OVP 电路							
Input Voltage	输入电压范围				5.0	32.0	V
UVLO	输入欠压保护	R _S =0.1Ω			2.9		V
OVP	输入过压保护	R _S =0.1Ω		5.8	6.1	6.4	V
Ron	功率 FET“导通”电阻	R _S =0.1Ω			50		mΩ
IOUT	输出最大工作电流				3.0	3.5	A

工作原理

TP5020 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 2.5A，不需要另加防倒灌二极管。TP5020 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，TP5020 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涓流预充电，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，TP5020 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。

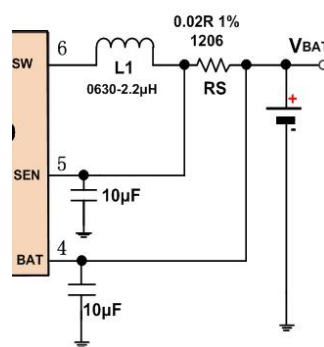


图 5 电池的充电电流设置 设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

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

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。

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

表 2: R_s 及其对应的恒流充电电流

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, TP5020 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, TP5020 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

TP5020 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。

充电状态/条件	红灯CHRG
正在充电状态	亮
电池充满状态	灭
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
VIN OVP过压/VIN欠压	灭

表 3: 充电指示状态

芯片内部热限制

如果芯片温度试图升至约 145℃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 TP5020 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 TP5020 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

TP5020 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(0V 充电),充电电流固定输出 50mA。

电源自适应

V_{in} 掉电降至 4.45V 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。

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 ESOP/DFN 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。

输入电源电压 OVP

TP5020 具有输入电源电压 OVP 的功能,在 V_{cc} 输入电压达到 6.1V 时,芯片进入 OVP 保护,此时芯片停机, V_{cc} 输入电流降低到 100 μ A 以下;当电源电压降低到 5.8 时,芯片重新进入工作状态。

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 1uH-4.7uH，推荐使用推荐 2.2uH。

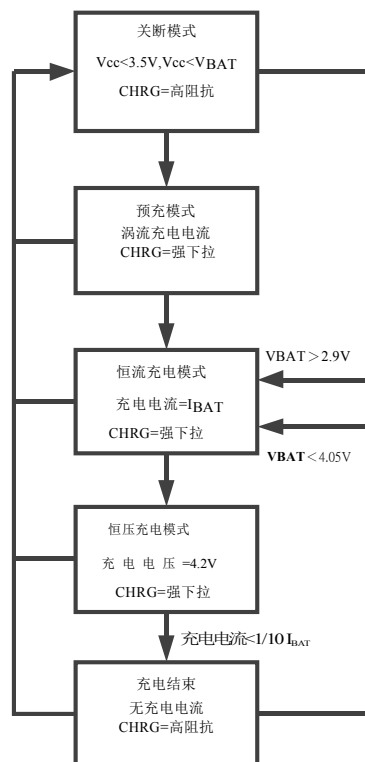
电感额定电流选用充电电流 1.5-3 倍以上，内阻较小的功率电感，推荐使用一体成型电感，型号 0630-2.2uH。

VCC 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）有可能产生高的电压瞬态信号，将 2Ω 电阻与 1uF 陶瓷电容器串联将最大限度地减少启动电压瞬变。

自动再启动

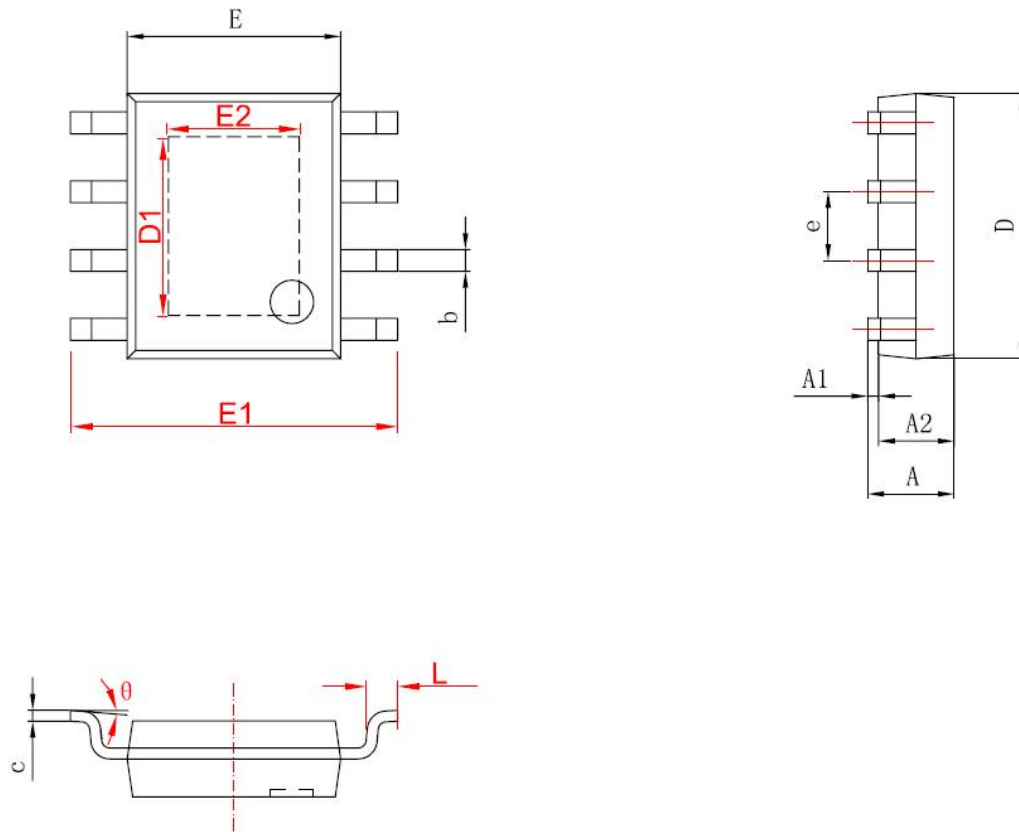
一旦充电循环被终止，TP5020 立即采用一个具有 40ms 滤波时间($T_{RECHARGE}$)的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至电池 4.05V 以下时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持在（或接近）一个满充电状态。在再充电循环过程中，CHRG 引脚输出重新进入一个强下拉状态。



典型充电循环的状态图

封装描述

ESOP-8L

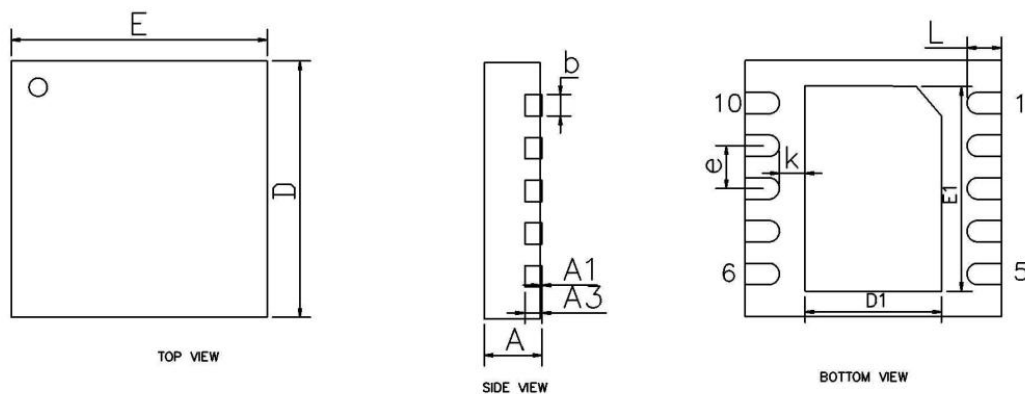


字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	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

DFN3*3-10L

DFN3*3-10L (P0. 5T0. 60/0. 65/0. 70)



PACKAGE TYPE			
SYMBOLS	MIN	NOM	MAX
A	0.60	0.65	0.70
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.203REF		
b	0.20	0.25	0.30
D	2.90	3.00	3.10
E	2.90	3.00	3.10
e	0.50 TYP		
L	0.324	0.40	0.476
K	0.20	-	-
E1	2.3	2.4	2.5
D1	1.5	1.6	1.7

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。

TP5020 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，TP5020 应用 VCC、OUT、SEN、BAT、TS 端需分别对地接电容，(电容参数参考典型应用)，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、OUT、SEN、BAT、TS 端可使用 X5R 或 X7R 级别的瓷片电容或电解电容。
- 3、电感请选用电流能力足够的功率电感，电感额定电流大于设定电池的 1.5-3 倍。
- 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、使用芯片在正常工作中，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 (TP5020 双灯2.5A 充电应用示意图)

