

#### 概述

TP4056是一款性能优异的单节锂离子电池恒流/恒压线性充电器。TP4056采用ES0P8封装配合较少的外围原件使其非常适用于便携式产品,并且适合给USB电源以及适配器电源供电。

基于特殊的内部MOSFET架构以及防倒充电路, TP4056不需要外接检测电阻和隔离二极管。当外部环境温度过高或者在大功率应用时, 热反馈可以调节充电电流以降低芯片温度。充电电压固定在4.2V, 而充电电流则可以通过一个电阻器进行外部设置。当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值的1/10. 芯片将终止充电循环。

当输入电压断开时,TP4056进入睡眠状态,电池漏电流将降到1uA以下。TP4056可以被设置于停机模式,此时芯片静态电流降至35uA。

TP4056还包括其他特性: 电池温度监测, 欠压锁定, 自动再充电和两个状态引脚以显示充电和充电终止。

#### 特性

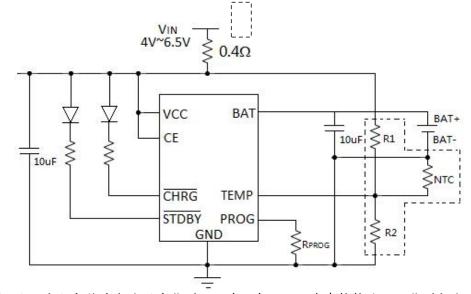
- ◆可编程充电电流1000mA
- ◆无需外接MOSFET. 检测电阻以及隔离二极管
- ◆用于单节锂电池、采用ESOP8封装的完整线性充电
- ◆恒定电流/恒定电压操作,并具有可在无过热危险器 下实现充电速率最大化的热调节功能。 的情况
- ◆精度达到±1%的4.2V预充电电压
- ◆用于电池电量检测的充电电流监控器输出
- ◆自动再充电
- ◆充电状态双输出、无电池和故障状态显示
- ◆C/10充电终止
- ◆停机模式下的静态电流为35uA
- ◆2.9V涓流充电
- ◆电池温度监测
- ◆软启动限制浪涌电流
- ◆BAT输入防反接保护
- ◆可 OV 激活

#### 应用范围

- ◆移动电话、PDA
- ◆MP3、MP4播放器
- ◆充电器
- ◆数码相机
- ◆电子词典
- ◆蓝牙、GPS导航仪
- ◆便携式设备

TP4056采用ES0P8封装



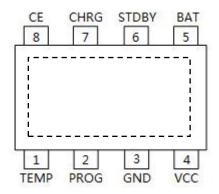


其中,虚线框出R1/R2/NTC电阻部份为电池温度监测,可选。也可TEMP脚直接接地,不监测电池温度。



### 管脚分布

#### ESOP8



### 管脚描述

管脚号	管脚名	描述
1	TEMP	电池温度检测输入
2	PROG	可编程恒流充电电流设置端
3	GND	地端
4	VCC	电源端
5	BAT	电池端
6	STDBY	电池充电完成指示端
7	CHRG	电池充电指示端
8	CE	芯片使能输入端



## 最大额定值 (注)

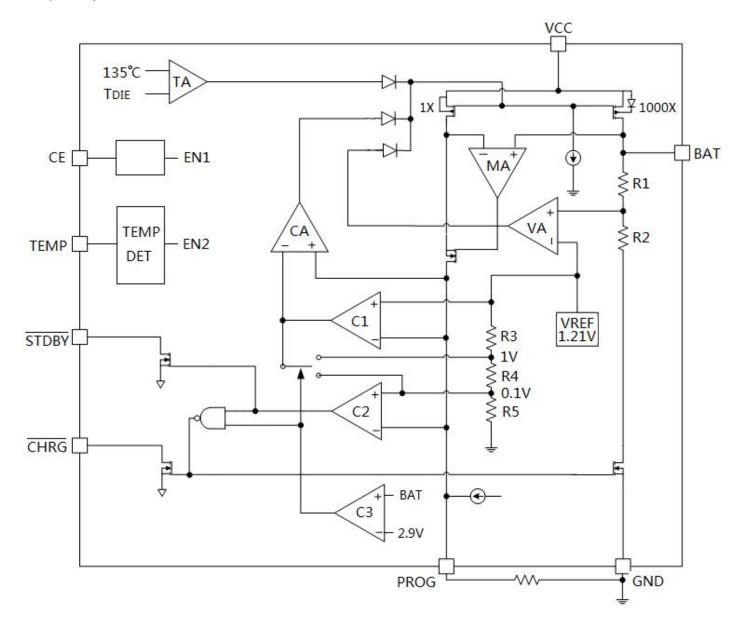
参数	范围	单位
VCC端电压	-0.3 to 6.5	V
PROG, BAT, CE, TEMP端电压	-0.3 to 6.5	V
CHRG端电压	-0.3 to 8	V
STDBY端电压	-0.3 to 8	V
BAT端电流	1	A
PROG端电流	2	mA
最大功耗	1500	mW
工作环境温度	-40 <sup>~</sup> 85	°C
最低/最高存储温度Tstg	-65 to 125	°C

# ESD与Latch-up等级

人体模型ESD级别	4000V
机器模型ESD级别	400 V
Latch-up 级别	400mA



### 结构框图





### 电气特性

(如果没有特殊说明,环境温度= 25°C,输入电压=5V)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值.	最大值	单位
VCC	输入电源电压		4. 0		6. 5	V
ICC		充电模式(RPROG=12K) (1)		240	500	uA
	输入电源电流	待机模式 (充电终止)		50	100	uA
	初りてもがものに	停机模式(RPROG未连接, VCC <vbat, td="" vcc<vuvlo)<=""><td></td><td>35</td><td>70</td><td>uA</td></vbat,>		35	70	uA
VFLOAT	输出浮充电压	0°C≤T≤85°C	4. 158	4. 2	4. 242	٧
		恒流模式,RPROG=2.4K	465	500	535	mA
		恒流模式,RPROG=1.2K	930	1000	1070	mA
LDAT	DAT油ナカカケ	待机模式, VBAT=4. 2V	0	-2.5	-6	uA
IBAT	BAT端充电电流	停机模式		1	2	uA
		电池反接模式, VBAT=-4V		0. 7		mA
		睡眠模式,VCC=0V		0	1	uA
LTDUZ	ロケナカカケ	VBAT <vtrikl, rprog="2.4K&lt;/td"><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>mA</td></vtrikl,>	40	50	60	mA
ITRIKL	涓流充电电流	VBAT < VTRIKL, RPROG=1.2K	80	100	120	mA
VTRIKL	涓流充电门限电压	VBAT上升	2. 8	2. 9	3. 0	٧
VTRHYS	涓流充电迟滞电压	VBAT下降	60	80	100	mV
VUVL0	VCC欠压锁定电压	VCC上升	3. 7	3. 8	3. 93	٧
VUVHYS	VCC欠压锁定迟滞电压	VCC下降	150	200	300	mV
VMCD	王 山 星 歌 岡 仕 山 耳	VPROG上升	1. 15	1. 21	1. 30	V
VMSD	手动关断阈值电压	VPROG下降	0. 9	1.0	1.1	V
VASD VCC -VBAT	VOO VDATAKIDAD	VCC上升	70	100	140	mV
	VUU -VBAI 钡闭电压	VCC下降	5	30	50	mV
17FDW 0/40/6 1 + + 17 17	0/10/4 1.由法门阻(2)	RPROG=1. 2K	0. 085	0. 10	0. 115	mA/mA
ITERM	C/10终止电流门限(2)	RPR0G=2. 4K	0. 085	0. 10	0. 115	mA/mA
VPROG	PROG引脚电压	恒流模式, RPROG=1.2K	0. 93	1.0	1. 07	V
VCHRG	CHRG端输出低电平	I CHRG=5mA		0. 35	0.6	V
VSTDBY	STDBY端输出低电平	ISTDBY=5mA		0. 35	0.6	V
VTEMP_H	TEMP脚高端翻转电压			80	83	%VCC
VTEMP_L	TEMP脚低端翻转电压		42	45		%VCC
$\Delta$ VRECHG	再充电电池门限电压	VFLOAT-VRECHG		50	100	mV
tRECHG	再充电延时时间	VBAT由高到低	0.8	1.8	4	ms
tTERM	充电终止延时时间	IBAT降至ICHG/10以下	0. 63	1.4	3	ms
IPROG	PROG端上拉电流			2. 0		uA
VCEH	CE端"高"电平		1.3			V
VCEL	CE端"低"电平				0.7	٧

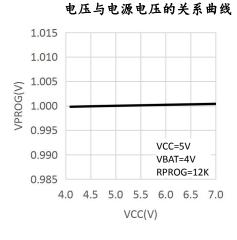
注释(1): 这时处于充电状态, ICC= IVCC- IBAT

(2): 这里 C/10终止电流门限指的是终止电流与恒流充电电流的比值

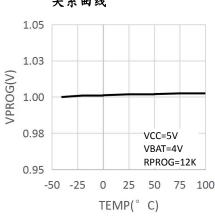


### 典型性能曲线

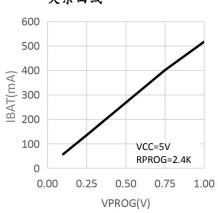
恒定电流模式下PROG引脚



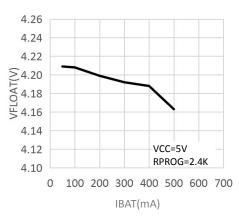
PROG引脚电压与温度的 关系曲线



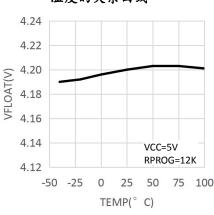
充电电流与PROG引脚电压的 关系曲线



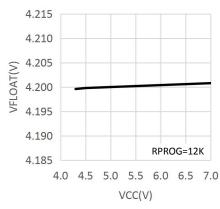
稳定输出 (浮充) 电压与 充电电流的关系曲线



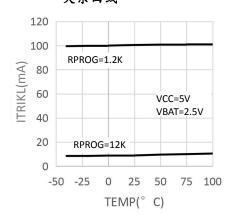
稳定输出 (浮充) 电压与 温度的关系曲线



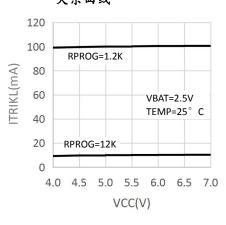
稳定输出(浮充)电压与 电源电压的关系曲线



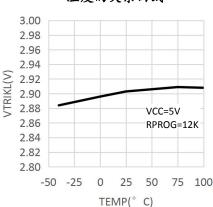
涓流充电电流与温度的 关系曲线



涓流充电电流与电源电压的 关系曲线



涓流充电门限电压与 温度的关系曲线

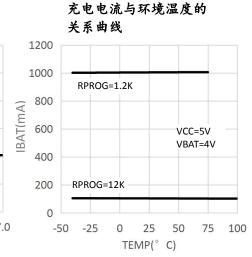




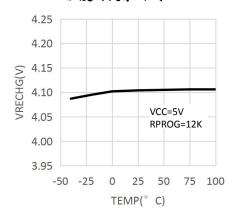
### 典型性能曲线

充电电流与电池电压的 关系曲线 1200 VCC=5V 1000 RPROG=1.5K TA=0° C 800 IBAT(mA) TA=50° C 600 TA=25° C 400 200 0 3.3 3.6 3.9 4.2 4.5 3.0 VBAT(V)

充电电流与电源电压的 关系曲线 1200 1000 RPROG=1.2K 800 IBAT(mA) 600 400 RPROG=3K VBAT=4V 200 TEMP=25° C 0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 4.0 VCC(V)



再充电电池门限电压与 温度的关系曲线





#### 使用说明

TP4056是一款专门为锂离子电池设计的线性充电器,利用芯片内部的功率MOSFET对电池进行恒流/恒压充电。充电电流可以由外部电阻编程决定,最大充电电流可以达到1000mA。TP4056拥有两个漏极开路输出的状态指示输出端,充电状态指示端CHRG和电池充电完成指示输出端STDBY。芯片内部的功率管电路在芯片的结温超过135℃时自动降低充电电流,这个功能可以使用户最大限度利用芯片充电,不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

#### ●工作原理

当输入电压大于UVLO检测阈值和芯片使能输入端CE接高电平时,TP4056开始对电池充电。如果电池电压低于2.9V,充电器用小电流对电池进行预充电。当电池电压超过2.9V时,充电器采用恒流模式对电池充电,充电电流由PROG端和GND端之间的电阻决定。当电池电压接近4.2V时,充电电流逐渐减小,TP4056进入恒压充电模式。当充电电流减小到充电结束阈值时,充电周期结束。

充电结束阈值是恒流充电电流的1/10。当电池电压降到再充电阈值以下时,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BAT端调制电压的精度在1%以内,满足锂离子和锂聚合物电池的要求。当输入电压掉电或者输入电压低于电池电压时,充电器进入停机模式,电池端消耗的电流小于2uA,从而增加待机时间。

如果将使能输入端CE接低电平、充电器停止充电。

#### ●充电电流的设定

充电电流是采用一个连接在PROG引脚与地之间的电阻器来设定的。根据需要的充电电流来确定电阻器阻值,设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算:

$$R_{PROG} = \frac{1200}{I_{RAT}}$$
 (误差±10%)

RPROG与充电电流的关系确定可参考下表:

RPROG (K)	I BAT (mA)	
1. 2	1000	
2. 4	500	
3. 0	400	
4. 0	300	
6. 0	200	
12. 0	100	



#### ●充电终止

当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值的1/10,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PROG端进行监控来检测的。当PROG端电压降至100mV以下的时间超过1.8ms时,充电终止,TP4056进入待机模式,此时的输入电源电流降至约50uA。

充电时,BAT端上的瞬变负载会使PROG端电压在DC充电电流降至设定值的1/10之间短暂地降至100mV以下,比较器的1.8ms延时时间确保了这种性质的瞬变负载不会导致充电循环过早终止。一旦平均充电电流降至设定值的1/10以下,TP4056集中式充电循环并停止通过BAT端提供任何电流。在这种状态下,BAT端上所有负载都必须由电池供电。

#### ●充电状态指示

TP4056有两个漏极开路状态指示输出端CHRG和STDBY。当充电器处于充电状态时,CHRG被拉到低电平,在其他状态CHRG为高阻态;当电池充电结束后,STDBY被拉到低电平,在其他状态STDBY为高阻态。

当电池没有接到充电器时,CHRG闪烁表示没有安装电池。

充电状态	CHRG	STDBY
正在充电	亮	灭
充电完成	灭	亮
欠压,电池温度过高,过低 等故障状态,或无电池接入(TEMP使用)	灭	灭
BAT端连接1uF电容,无电池	闪烁(频率约20Hz)	亮

#### •热限制

如果芯片温度升至135°C以上时,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TP4056过热,并允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而减小损坏TP4056的风险。

#### ●电池温度检测

为了防止温度过高或者过低对电池造成的损害,TP4056内部集成有电池温度监测电路。电池温度监测是通过测量TEMP管脚的电压实现的,TEMP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,如典型应用图例所示。如果TEMP管脚的电压小于输入电压的45%或者大于输入电压的80%,意味着电池温度过低或过高,则充电被暂停。

如果TEMP脚直接接GND、那么电池温度检测功能取消、其他充电功能正常。



#### 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, RTH为其在温度TH时的阻值,则RTL>RTH,那么,在温度TL时,第一管脚TEMP端的电压为:

$$V_{TEMPL} = \frac{R2 \parallel R_{TL}}{R1 + R2 \parallel R_{TL}} \times VIN$$

在温度TH时,第一管脚TEMP端的电压为:

$$V_{TEMPH} = \frac{R2 \parallel R_{TH}}{R1 + R2 \parallel R_{TH}} \times VIN$$

然后,由
$$V_{TEMPL} = V_{HIGH} = K_2 \times V_{CC}(K_2 = 0.8)$$

$$V_{TEMPH} = V_{LOW} = K_1 \times V_{CC}(K_1 = 0.45)$$

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源电压VCC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。

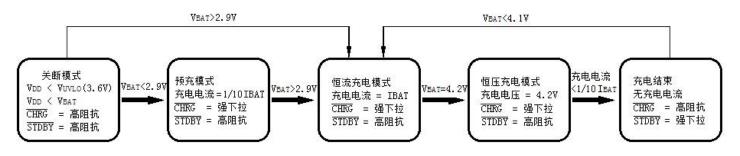
#### ●欠压锁闭

TP4056拥有一个内部欠压锁定电路对输入电压进行监控,在VCC升至欠压锁定门限电压之前使芯片保持在停机工作模式。当VCC电压升高至3.8V之后,芯片退出UVLO,开始正常工作。VCC下降时的UVLO迟滞电压为200mV。



#### ●自动充电循环

电池电压达到浮充电压,充电循环被终止之后,TP4056立即对BAT端电压进行监控。当BAT端电压低于4.1V时,充电循环重新开始。确保了电池被维持在一个接近满电的状态,同时免除了进行周期性充电循环启动的需要。



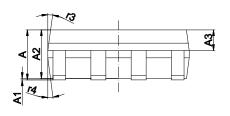
一个典型充电循环的状态图

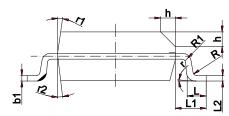
#### ●电池反接保护功能

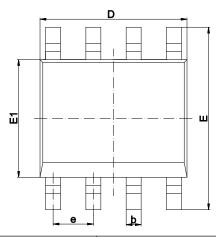
TP4056具备锂电池反接保护功能,当电池正负极反接于TP4056电压输出BAT引脚,TP4056会停机显示故障状态,无充电电流。充电指示管脚处于高阻态,RLED灭,此时反接的电池漏电电流小于1mA。将反接的电池正确接入,TP4056自动开始充电循环。

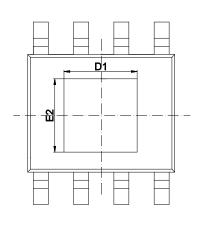


## 封装说明: ESOP8









SYMBOL	MIN	NOM	MAX
Α	1.35	1.55	1.70
A1	0	0.10	0.15
A2	1.25	1.40	1.65
A3	0.50	0.60	0.70
b	0.38	-	0.51
b1	0.37	0.42	0.47
D	4.80	4.90	5.00
D1	3.10	3.30	3.50
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
E2	2.20	2.40	2.60
е	1.17	1.27	1.37
L	0.45	0.60	0.80
L1	1.04REF		
L2	0.25BSC		
R	0.07	-	-
R1	0.07	-	-
h	0.30	0.40	0.50
r	0°	-	8°
r1	15°	17°	19°
r2	11°	13°	15°
r3	15°	17°	19°
r4	11°	13°	15°