

描述

TN4156 是一款完整的采用恒定电流/恒定电压的高压、大电流、单节锂离子电池线性充电 IC。最高耐压可达 28V，6.8V 自动过压保护，充电电流可达 1A。输入最低工作电压 3.75V，满足客户动态调整输入电压的需求，降低充电功耗，提高整体效率。

由于采用了内部 PMOS 架构，加上防反充电路，不需要外部隔离二极管。热反馈可对充电电流进行自动调节，可以在大功率应用或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。提供了 4V、4.1V、4.15V、4.2V、4.35V、4.4V、和 4.45V 七种浮充电压供客户选择，充电电流可通过一个电阻进行外部设置。当电池电压达到浮充电压时，充电电流逐渐下降，当充电电流降至设定值 1/10 时，**TN4156** 将自动终止充电过程。

当输入电压(交流适配器或 USB 电源)掉电时，**TN4156** 自动进入一个低电流状态，将电池漏电流降至 1 μ A 以下。

TN4156 的其他特点包括：热管理、欠压保护、自动再充电和两个用于指示充电和充电结束的 LED 状态引脚。

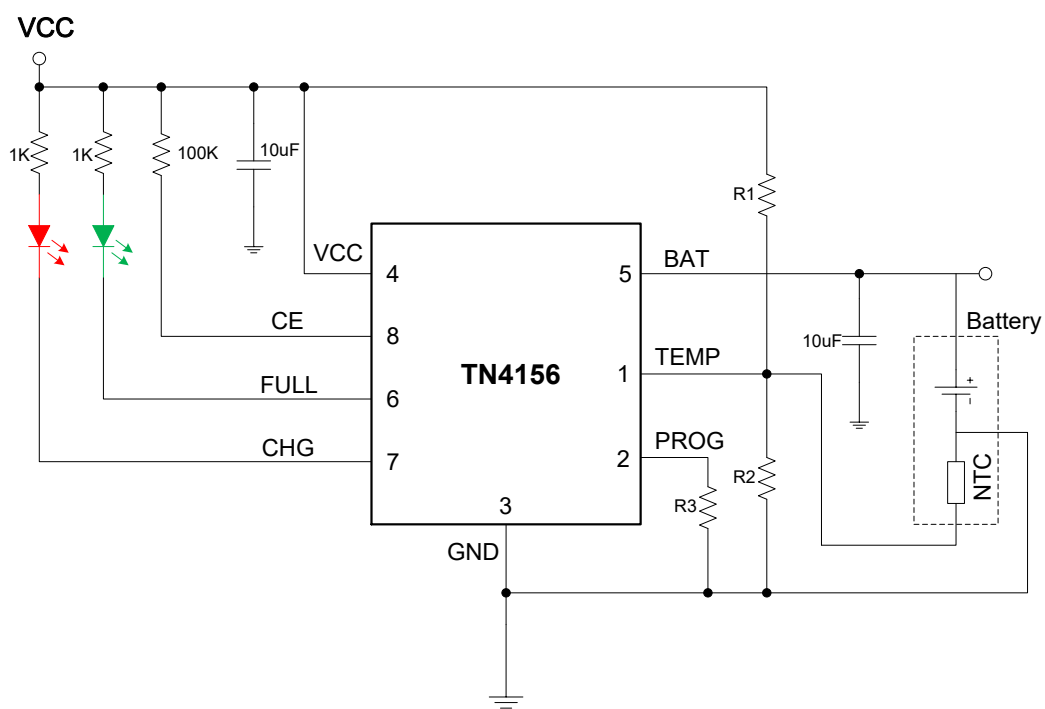
特性

- 最高输入电压可达 28V
- 最低工作电压 3.75V
- 6.8V 输入过压保护(OVP)
- 充电电流外部电阻可设置，最大可达 1A
- 电池端耐压 20V
- 无需防倒充 MOSFET、检测电阻器或隔离二极
- 恒流/恒压充电，具有充电速率最大化的热调节功能，芯片不会过热，同时充电电流最大
- 浮充电压精度达到 $\pm 1\%$
- 充电状态显示，故障状态显示
- 1C/10 充电终止，自动再充电
- 2.9V 涓流充电门限
- 软启动，限制浪涌电流
- 电池温度监测功能
- 采用 EOP-8 封装

应用领域

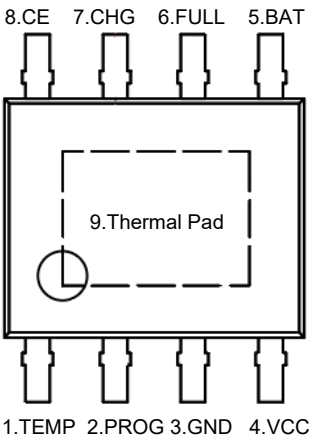
- 备用电源/移动电源
- 移动电话、PDA、GPS
- MP3、MP4 播放器
- 数码相机、电子词典
- 便捷式设备、各种充电器

典型应用电路



引脚排列图

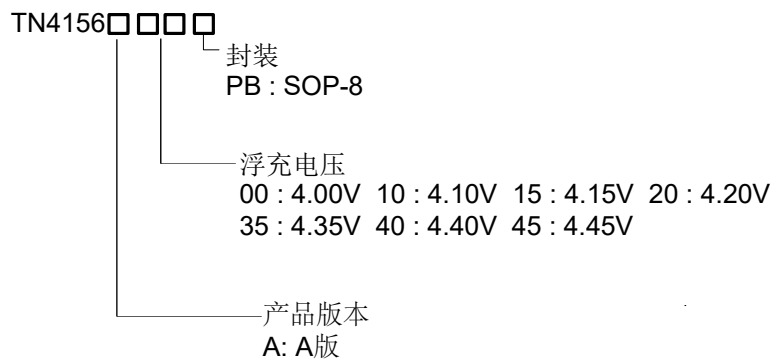
ESOP-8



引脚描述

引脚序号	引脚命名	功能描述
1	TEMP	电池温度检测引脚。外接电池 NTC 传感器输出，当 $T_{EMP}<45\%V_{CC}$ ， $T_{EMP}>80\%V_{CC}$ ，充电暂停；TEMP 接地，此功能被禁用，其他功能正常
2	PROG	恒流充电电流设置及充电电流监视端
3	GND	电源地
4	VCC	输入电压正输入端
5	BAT	电池正极连接端
6	FULL	充电完成指示端。当充电完成，该引脚被内部电路拉成低电平；其余状态，该引脚为高阻态
7	CHG	充电指示端。当充电进行时，该引脚被内部电路拉成低电平；其余状态，该引脚为高阻态
8	CE	芯片使能输入端。输入高电平时，芯片正常工作；输入低电平时，芯片停止工作；悬空时芯片为正常工作状态，但为使芯片稳定、可靠工作，建议使用 100 KΩ 电阻上拉至 VCC
9	Thermal Pad	散热焊盘必须连接到 GND，并焊接到大面积 PCB 敷铜上以实现最大散热

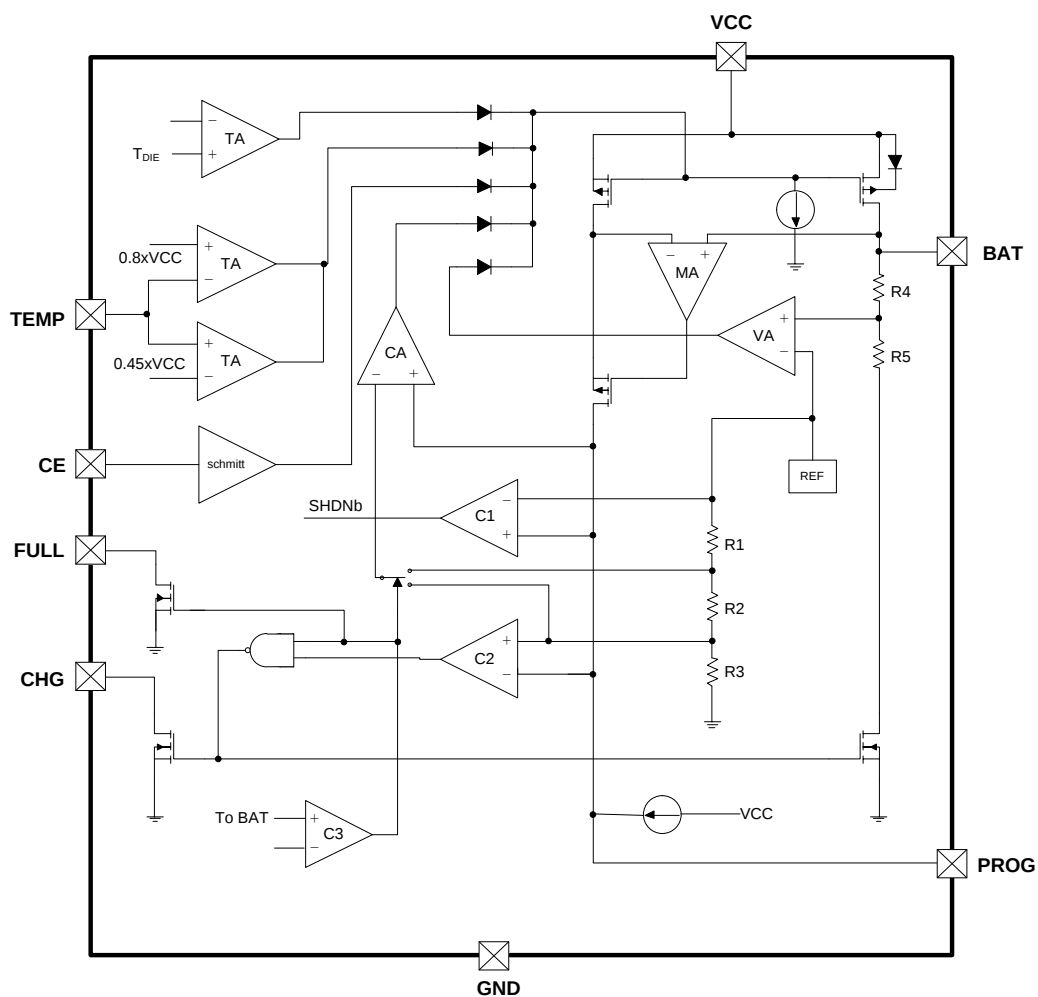
订购信息



型号	封装形式	卷盘(inch)	包装数量(PCS)	环保要求 ^{Note1}	MSL等级	印字
TN4156A00PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A10PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A15PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A20PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A35PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A40PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	
TN4156A45PB	ESOP-8	13	4000	RoHS & Green	MSL3	

Note1:
RoHS: TN将“RoHS”定义为所有10种RoHS物质都符合当前欧盟RoHS要求的半导体产品；
Green: TN将“Green”定义为无卤素和无镉。

功能框图



绝对最大额定值 **Note2**
(T_A=25°C，除特殊注明以外。)

项目	符号	额定值	单位
输入电源电压	V _{CC}	-0.3 ~28	V
BAT 电压	V _{BAT}	-5 ~20	V
CHG/FULL/CE 电压	V _{PIN1}	-0.3 ~28	V
TEMP/PROG 电压	V _{PIN2}	-0.3 ~7	V
BAT 引脚电流	I _{BAT}	1200	mA
最大耗散功率	P _D	1.8	W
管芯至周围环境热阻	R _{θJA}	55	°C/W
环境温度	T _A	-40 ~ 85	°C
结温	T _J	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	T _{STG}	-55 ~ 150	°C
焊接温度和条件	T _L	260°C, 10s	--

Note2: 超过此限值会损坏芯片。长期工作在最大绝对值的条件下会降低芯片的使用寿命和可靠性。

推荐工作条件

项目	符号	最小值	最大值	单位
输入电压范围	V _{CC}	3.75	25	V
充电电流范围	I _{BAT}	100	1000	mA
工作环境温度	T _{OPR}	-40	85	°C
电流设定电阻范围	R _{PROG}	1	10	kΩ

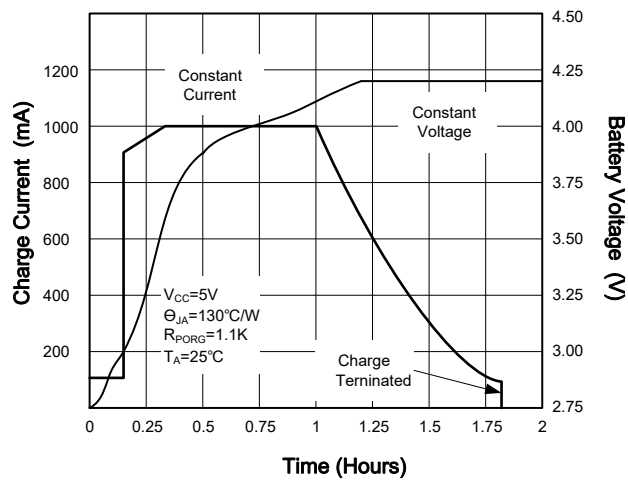
电气特性

(T_A=25°C, V_{CC}=5V, 除特殊注明以外。)

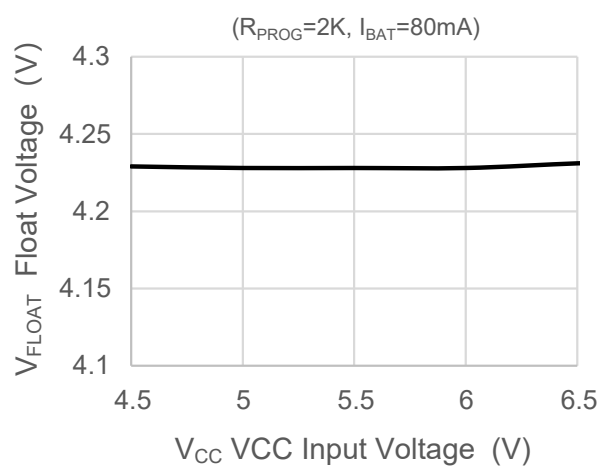
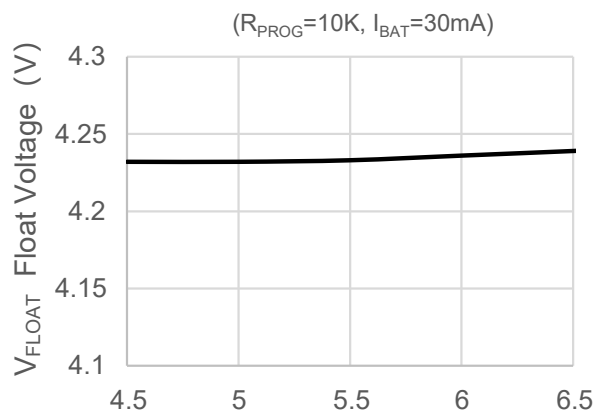
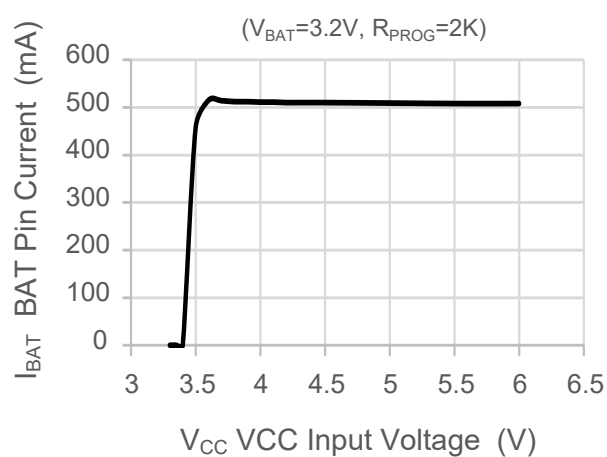
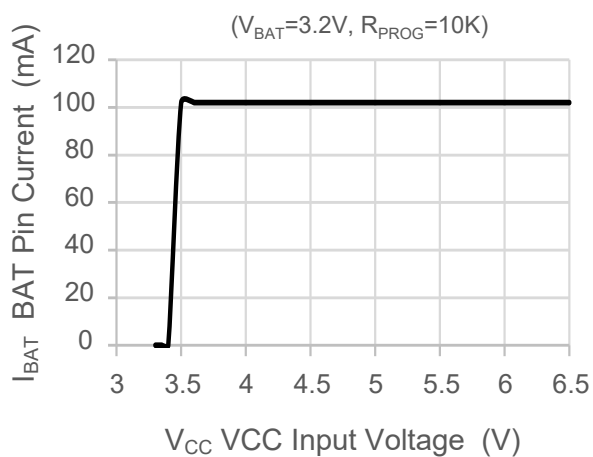
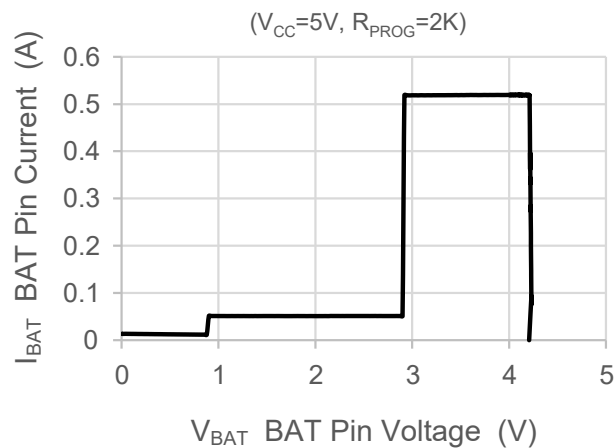
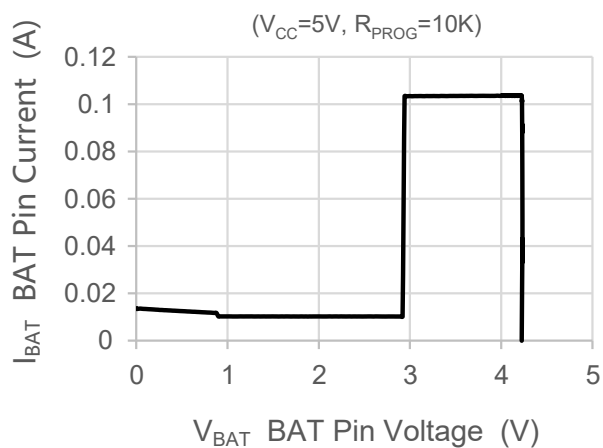
项目	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入电源电压	V _{CC}		3.75	5	25	V
输入电源电流	I _{CC}	充电模式, R _{PROG} = 10KΩ	--	100	--	mA
		待机模式(充电终止) V _{BAT} = 4.5V	--	155	--	μA
		OVP, V _{CC} = 7V	--	75	--	μA
		ASD, V _{CC} = V _{BAT} = 4V	--	110	--	μA
		OTP, V _{CC} = 5V	--	200	--	μA
		UVLO, V _{CC} = 3.3V	--	60	--	μA
		关机模式(CE=0)	--	4	--	μA
稳定输出（浮充）电压	V _{FLOAT}	I _{BAT} = 30mA, R _{PROG} = 10KΩ	3.96	4	4.04	V
			4.059	4.1	4.141	V
			4.108	4.15	4.191	V
			4.158	4.2	4.242	V
			4.306	4.35	4.394	V
			4.356	4.4	4.444	V
			4.405	4.45	4.495	V
BAT 引脚电流	I _{BAT}	充电模式, R _{PROG} = 2KΩ	--	500	--	mA
		充电模式, R _{PROG} = 1KΩ	--	1000	--	mA
		待机模式(充电终止) V _{BAT} = 4.5V	--	4	--	μA
		OVP, V _{CC} = 7V	--	0	1	μA
		ASD, V _{CC} = V _{BAT} = 4V	--	2	--	μA
		OTP, V _{CC} = 5V	--	10	--	μA
		UVLO, V _{CC} = 3.3V	--	0	1	μA
C/10 涓流充电电流	I _{TRIKL}	V _{BAT} < V _{TRIK} , R _{PROG} = 2KΩ	--	50	--	mA
涓流充电门限电压	V _{TRIKL}	R _{PROG} = 2KΩ, V _{BAT} 上升	--	2.9	--	V
涓流充电迟滞电压	V _{TRHYS}	R _{PROG} = 2K	--	100	--	mV
VCC 欠压保护门限	V _{UV}	从 V _{CC} 低至高	--	3.4	3.75	V
VCC 欠压保护迟滞	V _{UVHYS}		--	200	--	mV
VCC-VBAT 保护门限电压	V _{ASD}	V _{CC} 上升	--	300	--	mV
		V _{CC} 下降	--	150	--	mV
C/10 终止电流门限	I _{TERM}	R _{PROG} = 2K	--	50	--	mA
		R _{PROG} = 1K	--	100	--	mA
PROG 引脚电压	V _{PROG}	R _{PROG} = 2K, 电流模式	--	1.5	--	V
CHG 引脚输出低电压	V _{CHG}	I _{CHG} = 5mA	--	--	0.4	V
FULL 引脚输出低电平	V _{FULL}	I _{FULL} = 5mA	--	--	0.4	V
CE 引脚高端翻转电压	V _{CE_H}	CE 上升	1.5	--	--	V
CE 引脚低端翻转电压	V _{CE_L}	CE 下降	--	--	0.4	V

项目	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
TEMP 引脚高端翻转电压	V_{TEMP_H}		--	80	--	% V_{CC}
TEMP 引脚低端翻转电压	V_{TEMP_L}		--	45	--	% V_{CC}
再充电电池门限电压	ΔV_{RECHRG}	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$	--	130	--	mV
限定温度模式中的结温	T_{LIM}		--	120	--	°C
输入过压保护 (上升)	OVP		--	6.8	--	V
迟滞			--	200	--	mV
过温保护	OTP		--	150	--	°C
再充电比较器滤波时间	$t_{RECHARGE}$	V_{BAT} 高至低	--	1	--	ms
终止比较器滤波时间	t_{TERM}	I_{BAT} 降至 $I_{CHG}/10$ 以下	--	1	--	ms
软启动时间	t_{SS}		--	120	--	μs

典型完整充电曲线



典型曲线图



应用说明

TN4156 是专门为一节锂离子或锂聚合物电池而设计的线性充电器电路，利用芯片内部的功率晶体管对电池进行恒流和恒压充电。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 1A。TN4156 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 CHG 和充满状态指示输出端 FULL，FULL 同时还具有故障状态指示功能。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过 TLIM 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带载能力，不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。

当输入电压大于电源低电压检测阈值时， TN4156开始对电池充电，CHG 管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于 VTRIKL，充电器用小电流对电池进行预充电。当电池电压超过 VTRIKL 时，充电器采用恒流模式对电池充电，充电电流由 PROG 管脚和 GND 之间的电阻 RPROG 确定。当电池电压接近 VFLOAT 电压时，充电电流逐渐减小，TN4156 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，CHG 端输出高阻态，FULL 端输出低电位。

充电电流结束阈值是恒流充电电流的 10%。当电池电压降到再充电电压阈值以下时，自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，确保电池端调制电压的精度在 1%以内，满足了锂离子电池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，充电器进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于 1uA，从而增加了待机时间。如果将使能输入端 CE 接低电平，充电器停止充电。

输入过压保护

TN4156 输入电压可达 28V，当内部输入过压检测电路监测到输入电压高压 6.8V 时，会立即关闭电路，防止高压损伤；当电压低于 6.8V 时会再打开电路继续充电。

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来设定的。设定电阻和充电电流采用下列公式来计算：根据需要的充电电流来确定电阻阻值。

$$R_{PROG} = \frac{1000}{I_{BAT}}$$

客户应用中，可根据需求选取合适大小的 RPROG RPROG 与充电电流的关系确定可参考下表：

RPROG (K)	IBAT (mA)
28	40
18.6	60
9.3	120
4.6	240
3.73	300
2.8	400
1.86	600
1.55	720
1.25	800
1.11	900
1.0	1000

充电状态指示器(CHG 和 FULL)

状态指示功能请参考下表:

引脚	状态	FULL	CHG	描述
VCC	$V_{CC} < V_{UVLO}$	灭	灭	故障
	$V_{CC} < V_{ASD}$	灭	灭	故障
	$V_{ASD} \leq V_{CC} < OVP$	灭	亮	充电
	$V_{CC} \geq OVP$	灭	灭	故障
	V_{CC} 悬空	灭	灭	不充电
VBAT	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$	灭	亮	充电
	$V_{BAT} \geq V_{TRIKL}$	灭	亮	充电
	$V_{BAT} > V_{ASD}$	灭	灭	故障
	BAT 短路	灭	亮	充电
	BAT 悬空	闪	闪	无电池
IBAT	$I_{BAT} = 0$	亮	灭	充电结束
	$0 < I_{BAT} < 1/10C$	闪	闪	无电池
	$I_{BAT} > 1/10C$	灭	亮	充电
PROG	PROG 先开路, 然后 V_{CC} 上电	灭	灭	故障
	PROG 充电过程中开路	灭	亮	故障
	PROG 先短路然后 V_{CC} 上电	灭	灭	故障
	PROG 充电过程中短路	微亮	亮	故障
CE	$CE = 0$	灭	灭	不充电

TN4156 有两个漏极开路状态指示输出端, CHG 和 FULL。如果接 LED 灯, 低电平的时候灯会亮, 高阻态时灯会灭。在 TEMP 端口典型接法使用时, 电池温度监测生效。当电池没有接到充电器时, CHG 输出脉冲信号表示没有安装电池; 当电池的温度处于正常温度范围之外, CHG 和 FULL 管脚都输出高阻态。

在 TEMP 端接 GND 时, 电池温度监测不生效。当电池没有接到充电器时, CHG 输出脉冲信号表示没有安装电池。

当电池连接端 BAT 管脚的外接电容为 10uF 时 CHG 闪烁频率约 1-4 秒, 当不用状态指示功能时, 将不用的状态指示输出端接到地。

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 时, 充电循环被终止。当 PROG 引脚电压降至 150mV (typ.) 以下的时间超过 TTERM 时, 充电被终止, TN4156 进入待机模式, 此时输入电流降至 155uA (typ.)。

芯片设计了防止负载瞬间跳变造成的误关断功能。终止比较器上的 1ms 滤波时间 (TTERM) 确保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, TN4156 即终止充电循环, 不再输出电流到 BAT 上。在这种状态下, BAT 引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

在待机模式中, TN4156 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到 VRECHRG 的再充电门限以下, 则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。(图 1 给出了一个典型充电循环的状态图)。

热限制

如果管芯温度升至预设值 TLIM 以上时, 则内部热反馈环路将减小设定的充电电流。该功能可防止PJ4156 过热, 并允许用户提高给定电路板的带载能力而不会损坏TN4156。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。

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，TN4156 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，如典型应用电路所示。

TN4156 将 TEMP 管脚的电压同芯片内部的两个阈值 VLOW 和 VHIGH 相比较，以确认电池的温度是否超出正常范围。在 TN4156 内部，VLOW 被固定在 $45\% \times VCC$ (K1)，VHIGH 被固定在 $80\% \times VCC$ (K2)。如果 TEMP 管脚的电压 $V_{TEMP} < V_{LOW}$ 或者 $V_{TEMP} > V_{HIGH}$ ，则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停；如果 TEMP 管脚的电压 V_{TEMP} 在 VLOW 和 VHIGH 之间，充电周期则继续。

如果将 TEMP 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

如 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 $T_L \sim T_H$ ，（其中 $T_L < T_H$ ）；电池中使用的是负温度系数的热敏电阻（NTC）， R_{TL} 为其在温度 T_L 时的阻值， R_{TH} 为其在温度 T_H 时的阻值，则 $R_{TL} > R_{TH}$ ，那么，在温度 T_L 时，第一管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{TEMPL} = \frac{R_2 || R_{TL}}{R_1 + R_2 || R_{TL}} \times VIN$$

在温度 T_H 时，第一管脚 TEMP 端的电压为：

$$V_{TEMPH} = \frac{R_2 || R_{TH}}{R_1 + R_2 || R_{TH}} \times VIN$$

然后，由 $V_{TEMPL} = V_{HIGH} = K_2 \times VCC$ ($K_2 = 0.8$)； $V_{TEMPH} = V_{LOW} = K_1 \times VCC$ ($K_1 = 0.45$) 则可解得：

$$R_1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TL} - R_{TH}) K_1 K_2}$$

$$R_2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TL} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TH} (K_2 - K_1 K_2)}$$

同理，如果电池内部是正温度系数（PTC）的热敏电阻，则 $R_{TL} < R_{TH}$ ，我们可以计算得到：

$$R_1 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TH} - R_{TL}) K_1 K_2}$$

$$R_2 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TH} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TL} (K_2 - K_1 K_2)}$$

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。

TN4156 TEMP 电阻计算举

例：已知：

TS1(K1)	0.45	内部设置
TS1(K1)	0.8	内部设置

输入 NTC 电阻值
(查表 muRata NCP15XH103F03RC)

RTL	37073	-7°C
RTH	4161	50°C
R25°C	10000	

输出计算结果

R1	4556.87
R2	35857.2

欠压保护

内部欠压保护电路对输入电压进行监控，并在 VCC 升至欠压保护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。如果 UVLO 比较器发生跳变，则在 VCC 升至比电池电压高 100mV 之前充电器将不会退出停机模式。

自动再充电

一旦充电循环被终止, PJ4156 立即采用一个具有 tRECHARGE 滤波时间的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压下降约ΔVRECHRG（大致对应于电池容量的 80%至 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，并免除了进行周期性充电循环启动的需要。在再充电循环过程中， CHG 引脚输出进入一个强下拉状态。

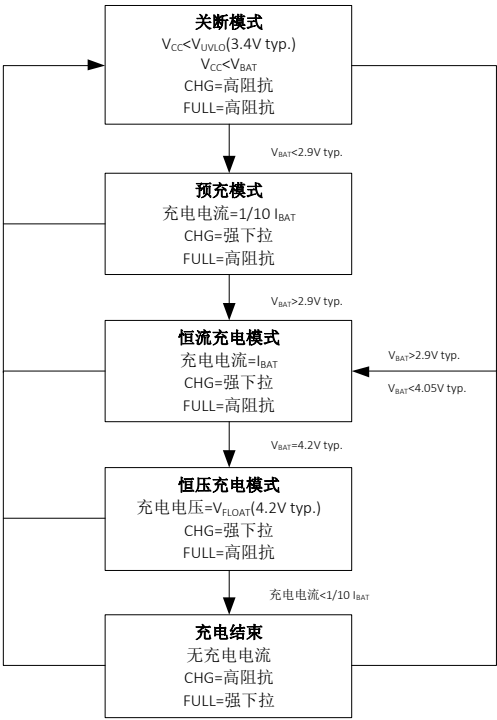


图 1：一个典型充电循环的状态图

稳定性的考虑

一在恒定电流模式中，位于反馈环路中的是 **PROG** 引脚，而不是电池。恒定电流模式的稳定性受 **PROG** 引脚阻抗的影响。当 **PROG** 引脚上没有附加电容会减小设定电阻的最大容许阻值。当 **PROG** 引脚上没有附加电容会减小设定电阻的最大容许阻值，**R_{PROG}** 的最大电阻值可通过下式来计算：

$$R_{\text{PROG}} \leq \frac{1}{2\pi \times 10^5 \times C_{\text{PROG}}}$$

对用户来说，他们更感兴趣的可能是充电电流，而不是瞬态电流。例如，如果一个运行在低电流模式的开关电源与电池并联，则从 **BAT** 引脚流出的平均电流通常比瞬态电流脉冲更加重要。在这种场合，可在 **PROG** 引脚上采用一个简单的 **RC** 滤波器来测量平均的电池电流（如图 2 所示）。在 **PROG** 引脚和滤波电容器之间增设了一个 **10k** 电阻以确保稳性。

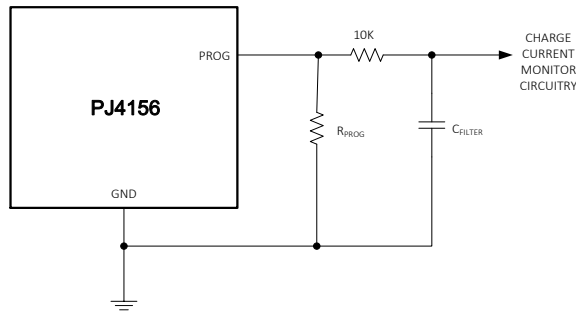


图 2：隔离 **PROG** 引脚上的容性负载和滤波电路

热设计

由于电路封装的外形尺寸很小，因此，需要采用一个热设计精良的 **PCB** 布局以最大程度地增加可使用的充电电流，这一点非常重要。用于耗散 **IC** 所产生的的热量散通路从芯片至引线框架，并通过底部的散热片到达 **PCB** 铜箔，**PCB** 铜箔可作为辅助散热器。与散热片相连的铜箔面积应尽可能地大，并向外延伸至较大面积的铜箔，以便将热量散播到周围环境中。放置到中间层或背部铜箔层的通孔在改善充电器的总体热性能方面也是颇有用途的。当进行 **PCB** 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。

充电电流软启动

TN4156 设计了用于在充电循环开始时最大限度地减小涌入电流的软启动电路。当一个充电循环被启动时，充电电流将在 **20μs** 左右的时间里从 **0** 上升至满幅度值。在启动过程中，这能够起到最大限度地减小电源上的瞬变电流负载的作用。

电池反接保护

TN4156 设计了电池反接保护电路，可以有效防止生产组装过程中因电池反接造成的芯片损坏。

反向极性输入电压保护

在有些应用中，需要在 **VCC** 上进行反向极性电压保护。如果电源电压足够高，则可采用一个串联隔离二极管。在其他必须保持低压降的场合，可以采用一个 **P** 沟道 **MOSFET**（如图 3 所示）。

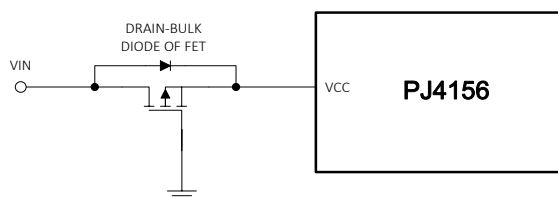


图 3：低损耗输入反向极性保护

USB 和交流适配器电源

TN4156 允许从一个交流适配器或一个 USB 端口进行充电。图 4 示出了如何将交流适配器与 USB 电源输入加以组合的一个实例。一个 P 沟道 MOSFET (MP1) 被用于防止交流适配器接入时信号反向传入 USB 端口，而一个肖特基二极管 (D1) 则被用于防止 USB 功率在经过 1K 下拉电阻时产生损耗。

一般来说，交流适配器能够提供比电流限值为 500mA 的 USB 端口大得多的电流。因此，当交流适配器接入时，可采用一个 N 沟道 MOSFET (MN1) 和一个附加的 10K 设定电阻来把充电电流增加至 600mA。

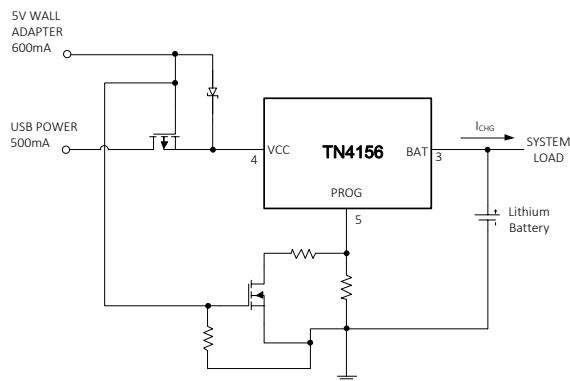
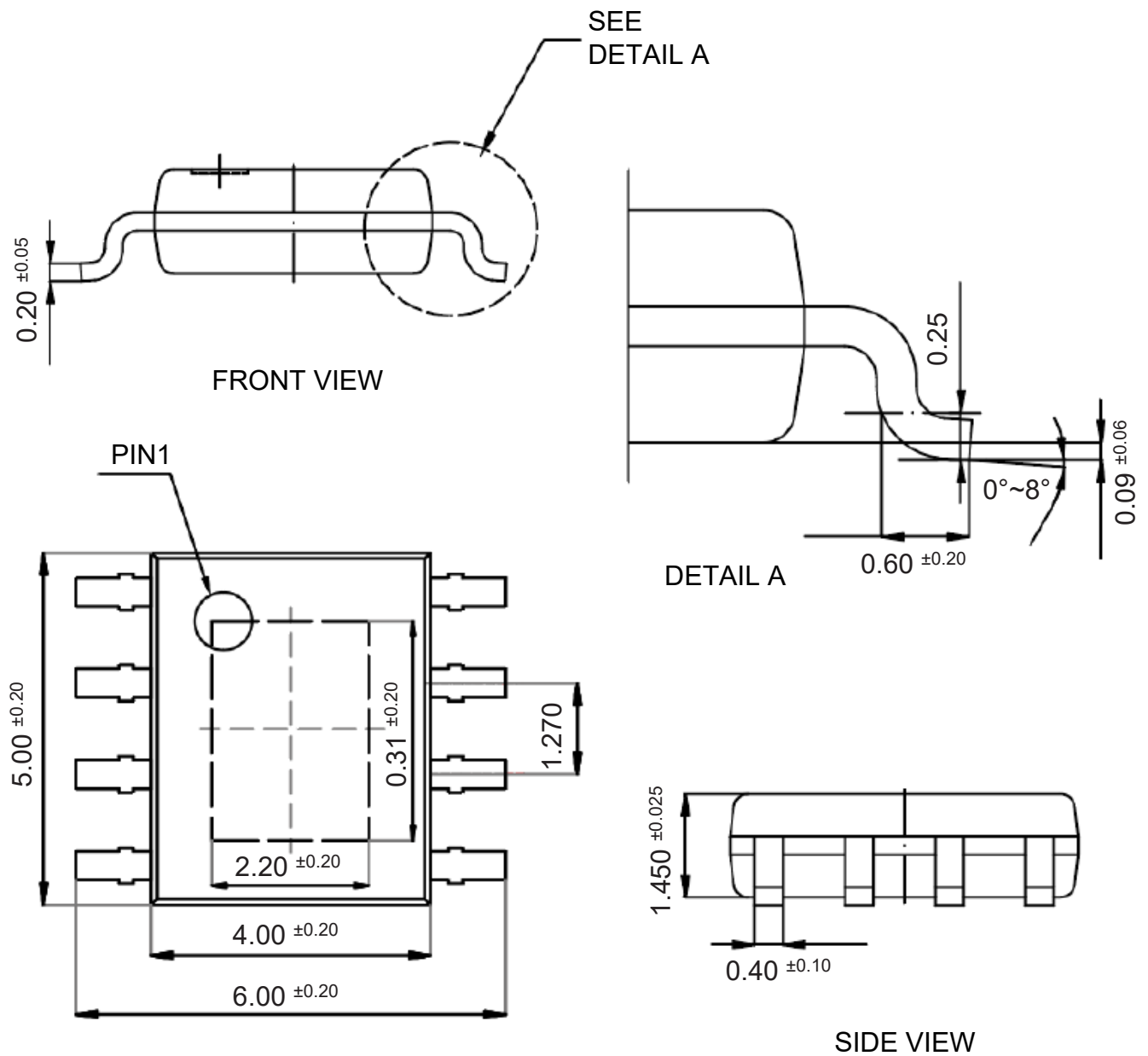


图 4：交流适配器与 USB 电源的组合

Package Outline

ESOP-8

Dimensions in mm



Contact Information

TANI website: <http://www.tanisemi.com> Email: tani@tanisemi.com

For additional information, please contact your local Sales Representative.

® is registered trademarks of TANI Corporation.

Product Specification Statement

The product specification aims to provide users with a reference regarding various product parameters, performance, and usage. It presents certain aspects of the product's performance in graphical form and is intended solely for users to select product and make product comparisons, enabling users to better understand and evaluate the characteristics and advantages of the product. It does not constitute any commitment, warranty, or guarantee.

The product parameters described in the product specification are numerical values, characteristics, and functions obtained through actual testing or theoretical calculations of the product in an independent or ideal state. Due to the complexity of product applications and variations in test conditions and equipment, there may be slight fluctuations in parameter test values. TANI shall not guarantee that the actual performance of the product when installed in the customer's system or equipment will be entirely consistent with the product specification, especially concerning dynamic parameters. It is recommended that users consult with professionals for product selection and system design. Users should also thoroughly validate and assess whether the actual parameters and performance when installed in their respective systems or equipment meet their requirements or expectations.

Additionally, users should exercise caution in verifying product compatibility issues, and TANI assumes no responsibility for the application of the product. TANI strives to provide accurate and up-to-date information to the best of our ability. However, due to technical, human, or other reasons, TANI cannot guarantee that the information provided in the product specification is entirely accurate and error-free. TANI shall not be held responsible for any losses or damages resulting from the use or reliance on any information in these product specifications.

TANI reserves the right to revise or update the product specification and the products at any time without prior notice, and the user's continued use of the product specification is considered an acceptance of these revisions and updates. Prior to purchasing and using the product, users should verify the above information with TANI to ensure that the product specification is the most current, effective, and complete. If users are particularly concerned about product parameters, please consult TANI in detail or request relevant product test reports. Any data not explicitly mentioned in the product specification shall be subject to separate agreement.

Users are advised to pay attention to the parameter limit values specified in the product specification and maintain a certain margin in design or application to ensure that the product does not exceed the parameter limit values defined in the product specification. This precaution should be taken to avoid exceeding one or more of the limit values, which may result in permanent irreversible damage to the product, ultimately affecting the quality and reliability of the system or equipment.

The design of the product is intended to meet civilian needs and is not guaranteed for use in harsh environments or precision equipment. It is not recommended for use in systems or equipment such as medical devices, aircraft, nuclear power, and similar systems, where failures in these systems or equipment could reasonably be expected to result in personal injury. TANI shall assume no responsibility for any consequences resulting from such usage.

Users should also comply with relevant laws, regulations, policies, and standards when using the product specification. Users are responsible for the risks and liabilities arising from the use of the product specification and must ensure that it is not used for illegal purposes. Additionally, users should respect the intellectual property rights related to the product specification and refrain from infringing upon any third-party legal rights. TANI shall assume no responsibility for any disputes or controversies arising from the above-mentioned issues in any form.