

特性

- 高达 **1.2A** 的可编程充电电流
- 无需 **MOSFET**、检测电阻器或隔离二极管
- 恒定电流/恒定电压操作，并具有可在无过热危险的情况下实现充电速率最大化的热调节功能
- 直接从 **USB** 端口给单节锂离子电池充电
- 用于电池电量检测的充电电流监控器输出
- 自动再充电
- **2.9V** 涓流充电
- 软启动限制了浪涌电流
- **C/10** 充电终止
- **ESOP8/EMSOP8/DFN2x2-8** 封装

简介

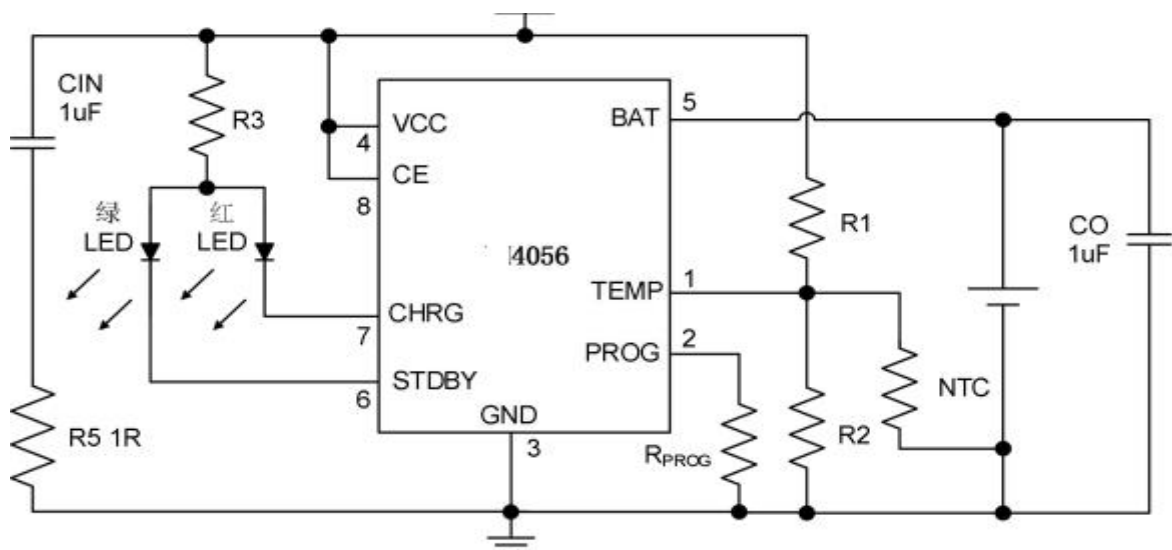
TP4056A是一款完整的采用恒定电流/恒定电压的单节锂电池线性充电器，具有高精度，高可靠性，过温保护，可以保护芯片和用户安全。

由于采用了内部 PMOSFET 架构，加上防倒充电路，所以不需要外部检测电阻和隔离二极管。热反馈（芯片内部温度）可对充电电流进行调节，以便在大功率操作或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。充电电压固定于 **4.2V**，而充电电流可通过一个电阻进行外部设置。当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值 **1/10** 时，TP4056A 将自动终止充电循环。

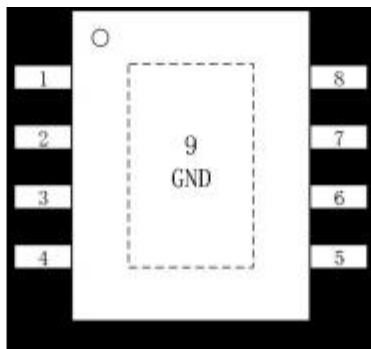
当输入电压（交流适配器或 USB 电源）被拿掉时，TP4056A 自动进入一个低电流状态，将电池漏电流降至 **2uA** 以下。也可将 TP4056A 置于停机模式，从而将供电电流降至 **45uA**。TP4056A 的其它特点包括充电电流监控器、欠压闭锁、自动再充电和一个用于指示充电结束和输入电压接入的状态引脚。

4056

典型应用



引脚信息



引脚说明

引脚名	引脚编号	说明
TEMP	1	电池温度检测输入端
PROG	2	恒流充电电流设置和充电电流监测端
GND	3	芯片地
VCC	4	电源输入引脚
BAT	5	充电电流输出引脚
STDBY	6	开漏输出的充电完成指示端
CHRG	7	开漏输出的充电状态指示端
CE	8	芯片使能引脚，高电平有效
Thermal PAD	9	散热片，连接到地

最大额定值

VCC-0.3V~7V
 PROG.....-0.3V~VCC+0.3V
 BAT.....-4.5V~VCC
 CHRG STDBY.....-0.3V~VCC
 工作温度(TOP)-40℃~+85℃
 存储温度(TSTG)-40℃~+125℃

工作范围

VCC-0.3V~7V

(1) IC 的工作范围超出最大额定值时，器件可能会有所损坏；IC 实际工作在最大额定值下或者其它任何的超过推荐操作条件下都是不建议的；IC 持续工作在最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。最大额定值只是耐压的额定值

电特性

(无特别说明, $V_{IN}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	VCC		4.0	5	6.0	V
输入电压电流	IQ	充电模式, $R_{PROG}=1.2k$		150	500	uA
		待机模式(充电终止)		45	100	uA
		停机模式(R_{PROG} 未连接, $V_{CC} < V_{BAT}$, or $V_{CC} < V_{UV}$)		45	100	uA
稳定输出(浮充) 电压	VFLOAT	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$, $I_{BAT} = 40mA$		4.2		V
BAT 引脚电流	IBAT	$R_{PROG} = 2.4k$, 电流模式	400	500	550	mA
		$R_{PROG} = 1.2k$, 电流模式	950	1000	1050	mA
		待机模式, $V_{BAT} = 4.2V$	0	-2.5	-6	uA
		停机模式, (R_{PROG} 未连接)		± 1	± 2	uA
		睡眠模式, $V_{CC} = 0V$		-1	-2	uA
涓流充电电流	ITRIKL	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$, $R_{PROG} = 1.2k$	180	200	220	mA
涓流充电阈值电压	VTRIKL	$R_{PROG} = 1.2k$, V_{BAT} 上升	2.7	2.9	3.0	V
涓流充电迟滞电压	VTRHYS	$R_{PROG} = 1.2k$	100	140	180	mV
VCC 欠压闭锁阈值电压	VUV	V_{CC} 从低到高	3.55	3.7	3.85	V
VCC 欠压闭锁迟滞电压	VUVHYS		150	200	300	mV
VCC-VBAT 闭锁门限电压	VASD	V_{CC} 从低到高	90	130	170	mV
		V_{CC} 从高到低	25	70	105	mV
C/10 终止电流门限	ITERM	$R_{PROG} = 2.4k$	65	75	85	mA
		$R_{PROG} = 1.2k$	130	150	170	mA
PROG 引脚电压	VPROG	$R_{PROG} = 1.2k$, 电流模式	0.9	1.0	1.1	V
CHRG 引脚输出低电压	VCHRG	$I_{CHRG} = 5mA$		0.1	0.3	V
STDBY 引脚输出低电压	VCHRG	$I_{STDBY} = 5mA$		0.1	0.3	V
再充电电池门限电压	ΔV_{RECHRG}	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$	100	150	200	mV
限定温度模式中的结温	TLIM	(芯片内部温度)		145		$^{\circ}C$
功率 FET 导通电阻	RON			600		m Ω
软启动时间	TSS	$I_{BAT} = 0$ to $I_{BAT} = 1000V/R_{PROG}$		20		uAs
再充电比较器滤波时间	TRECHARGE	V_{BAT} 高至低	0.8	1.8	4.0	ms
终止比较器滤波时间	TTERM	I_{BAT} 降至 $I_{CHG}/10$	0.8	1.8	4.0	ms
PROG 引脚上拉电流	IPROG			1.0		uA
TEMP 引脚高端翻转电压	VTEMP-H			80	82	%VCC
TEMP 引脚低端翻转电压	VTEMP-L		43	45		%VCC
EN 引脚输入高电平阈值	VENH		1.2			V
EN 脚输入低电平阈值	VENL				0.6	V

功能描述

TP4056A 是一款完整的单节锂离子电池采用恒定电流/恒定电压线性充电器。它能够提供高达 1.2A 的充电电流（借助一个热设计良好的 PCB 布局）。TP4056A 集成了一个内部 P 沟道功率 MOSFET 及热调节电路，无需隔离二极管或外部电流检测电阻。因此，基本充电器电路仅需两个外部元件。不仅如此，TP4056A 还可以接 USB 电源工作。

正常充电循环

当 VCC 引脚电压升至 UVLO 门限电平以上且在 PROG 引脚与地之间连接了一个精度为 1% 的设定电阻或当一个电池与充电器输出端相连时，一个充电循环开始。如果 BAT 引脚电平低于 2.9V，则充电器进入涓流充电模式。在该模式中，TP4056A 提供约 2/10 的设定充电电流，以便将电池电压提升到一个安全的电平，从而实现满电流充电。

当 BAT 引脚电压升至 2.9V 以上时，充电器进入恒流模式，此时向电池提供恒定的充电电流。当 BAT 引脚电压达到最终浮充电压（4.2V）时，TP4056A 进入恒压充电模式，且充电电流开始减小。当充电电流降至设定值的 1/10，充电循环结束。

充电电流设定

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。电池充电电流是 PROG 引脚输出电流的 1200 倍。设定电阻和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{PROG} = \frac{1200}{I_{CHG}} \quad \text{或} \quad I_{CHG} = \frac{1200}{R_{PROG}}$$

从 BAT 引脚输出的充电电流可通过监视 PROG 引脚电压随时确定，公式如下：

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG} \cdot 1200}{R_{PROG}}$$

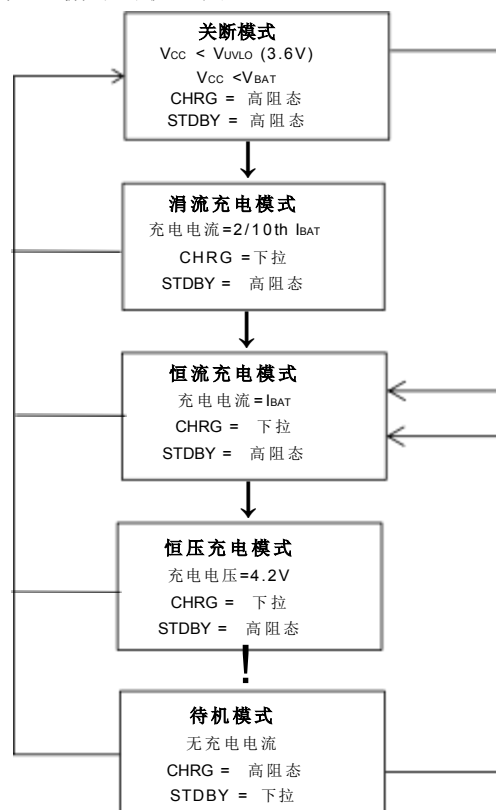
充电终止

当充电电流在达到最终浮充电压后降至设定

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 PROG 引脚进行监控来检测的。当 PROG 引脚电压降至 100mV 以下的时间超过 TTERM（一般为 1.8ms）时，充电被终止。充电电流被关断，TP4056A 进入待机模式，此时输入电源电流降至 45uA。

（注：C/10 终止在涓流充电和热限制模式中失效）。充电时，BAT 引脚上的瞬变负载会使 PROG 引脚电压在 DC 充电电流降至设定值的 1/10 之前短暂地降至 100mV 以下。终止比较器上的 1.8ms 滤波时间（TTERM）确保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，TP4056A 即终止充电循环并停止通过 BAT 引脚提供任何电流。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，TP4056A 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到 4.05V 的再充电电压门限（VRECHRG）以下，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。当在待机模式中进行充电循环的手动再启动时，必须先断开输入电压然后再重新接入输入电压，或者通过控制 PROG 引脚来关断充电器然后再启动。如下图所示出了一个典型充电循环的状态图。



功能描述

充电状态指示

TP4056A集成两个开漏输出的状态指示引脚 CHRG 和 STDBY。当 TP4056A处于充电状态时，CHRG 输出下拉，其它状态 CHRG 输出高阻态。充电完成时，STDBY 输出下拉。当电池温度异常时，CHRG 和 STDBY 都输出高阻态。

将 TEMP 引脚接地可以关闭电池温度监测功能。如果 BAT 引脚接一个 10uF 电容并且电池不连接，绿色 LED 与红色 LED 将以 1-4S 的周期闪烁。

充电器状态	红色 LED CHRG	绿色 LED STDBY
充电	亮	灭
充电终止	灭	亮
欠压闭锁，电池温度异常或电池未连接（TEMP 引脚使用时）	灭	灭
BAT 引脚接 10uF 电容且电池未连接(TEMP=GND)	绿色 LED 与红色 LED 将以 1-4S 的周期闪烁	

热限制（芯片内部温度）

如果芯片温度升高到预设值 145℃，内部热反馈回路将减小充电电流。该功能可防止

TP4056A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 TP4056A 的风险。在保证充电器将在最坏情况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。

欠压闭锁（UVLO）

一个内部欠压闭锁电路对输入电压进行监控，并在 VCC 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。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。

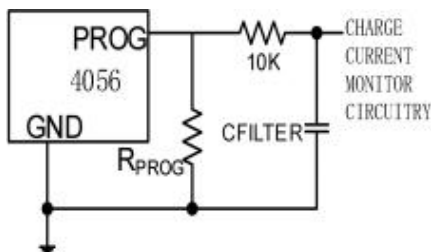


图 1 隔离 PROG 引脚上的容性负载和滤波器

自动再充电

一旦充电循环被终止，TP4056A立即采用一个具有 1.8ms 滤波时间的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至 4.05V（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，CHRG 引脚输出进入一个强下拉状态。

稳定性考虑

只要电池与充电器的输出端相连，恒定电压模式反馈回路就能够在未采用一个外部电容的情况下保持稳定。在没有接电池时，为了减小纹波电压，建议采用一个输出电容。当采用大数值的低 ESR 陶瓷电容时，建议增加一个与电容串联的 1Ω电阻。如果使用钽电容，则不需要串联电阻。

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，RPROG 选择高达 20k 时充电器可以稳定。然而 PROG 节点的额外电容会减小设定电阻的最大容许阻值。PROG 引脚上的极点频率应保持在 100kHz 以上。因此，如果 PROG 引脚存在一个容性负载，CPROG，则可采用下式来计算 RPROG 的最大电阻值：

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

用户更感兴趣的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 1 所示）。在 PROG 引脚和滤波电容之间增设了一个 10k 的电阻以确保稳定性。

类型等多种因素。功耗与芯片结温可根据以下公式计算：

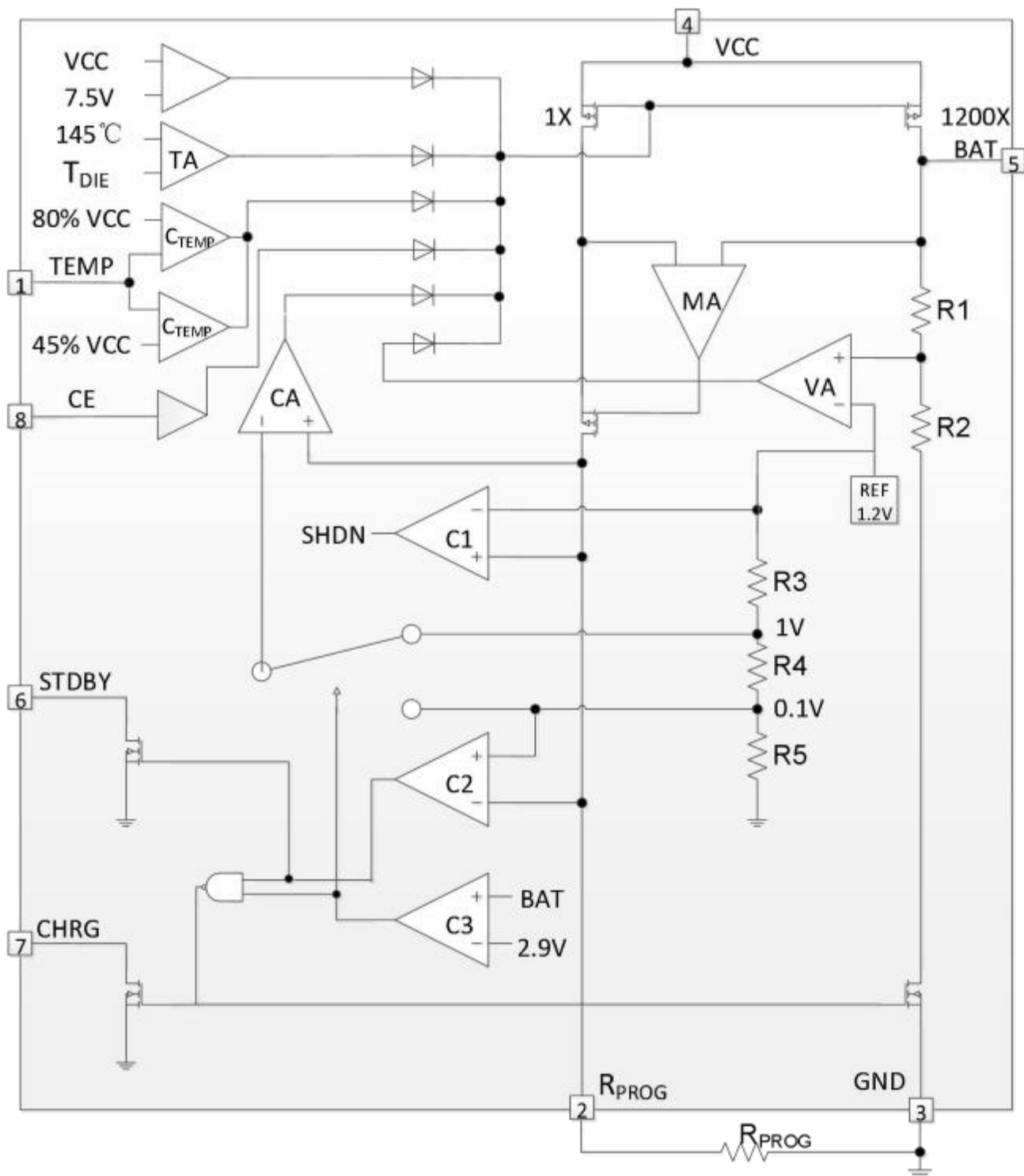
$$PD = R_{DS(ON)} \times I_{OUT2}$$

根据 PD 结温可由以下公式求得：

$$T_J = PD \times \theta_{JA} + T_A$$

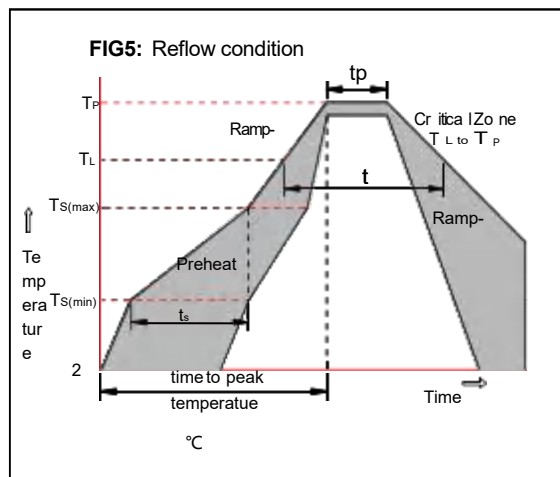
其中：T_J 是芯片结温，T_A 是环境温度，θ_{JA} 是封装热阻

电路内部结构图



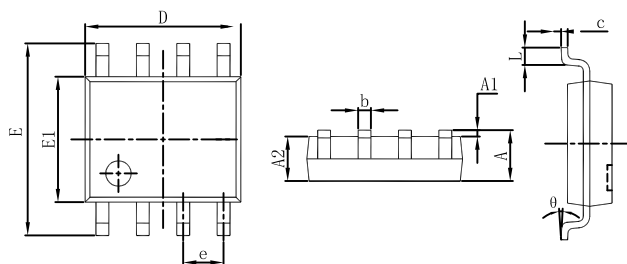
Soldering parameters

Reflow Condition		Pb-Free assembly (see as below)
Pre Heat	-Temperature Min ($T_{s(min)}$)	+150°C
	-Temperature Max($T_{s(max)}$)	+200°C
	-Time (Min to Max) (ts)	60-180 secs.
Average ramp up rate (Liquid us Temp (T_L) to peak)		3°C/sec. Max
$T_{s(max)}$ to T_L - Ramp-up Rate		3°C/sec. Max
Reflow	-Temperature(T_L)(Liquid us)	+217°C
	-Temperature(t_L)	60-150 secs.
Peak Temp (T_P)		+260(+0/-5)°C
Time within 5°C of actual Peak Temp (t_P)		30 secs. Max
Ramp-down Rate		6°C/sec. Max
Time 25°C to Peak Temp (T_P)		8 min. Max
Do not exceed		+260°C



Package Dimensions & Suggested Pad Layout

ESOP-8

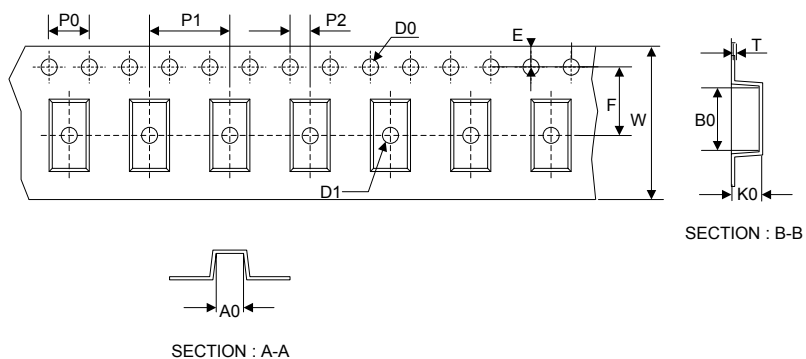


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.800	5.000	0.189	0.197
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

Dimensions in millimeters

Tape & reel specification

Tape



Symbol	Dimension (mm)
P0	4.00±0.20
P1	8.00±0.20
P2	2.00±0.20
D0	1.60±0.20
D1	1.60±0.20
E	1.75±0.15
F	5.50±0.20
W	11.80±0.20
A0	7.50±0.20
B0	5.60±0.20
K0	2.15±0.20
T	0.23±0.20
D2	330.0±5.0
D3	73Min.
D4	13.5±2.5
W1	16.0±3.0
Quantity: 4000PCS	

13" Reel

