

## 开关型 1-3/4-6 节锂电池充电管理芯片 HB6296

### 功能特性简述

- 适用于 1-3 节或 4-6 节锂离子/锂聚合物高效率同步 Buck 充电器
- 4.5V-40V 宽输入电压范围
- 10mΩ 输入限流和充电电流检测电阻
- 最大充电电流 8A
- 0.5% 的充电电压控制精度
- 可选择电池节数：  
HB6296A-1,2 或者 3 节  
HB6296B-4,5 或者 6 节
- 4% 的可编程充电电流控制精度
- 4% 的可编程输入电流控制精度
- 动态功率管理
- 可编程适配器欠压和过压控制
- 恒压充电电压值可通过外接电阻微调
- 智能电池检测
- 内置软启动
- 内置电压模补偿
- 输入电压前馈
- 开关频率 800KHz
- 100% 最大占空比
- LED 充电状态指示
- 电池短路检测, 保护
- 内置过温关断
- 电池充电过压保护
- Cycle-by-cycle 限流
- 外置电池温度检测
- 外置 ISET 脚充电使能
- 睡眠模式电池功耗小于 15uA
- 外置充电时间限制
- 工作环境温度范围: -20°C ~ 70°C
- TSSOP-24 或 QFN-24 封装

### 应用

- 手持设备
- PDVD, PDA 和智能手机
- 笔记本电脑
- 自充电电池组
- 独立充电器

### 概述

HB6296 为同步开关型高效锂离子/锂聚合物电池充电管理芯片, 非常适合于便携式设备的充电管理应用。

HB6296 集高精度电压和输入电流及充电电流调节器、预充、充电状态指示和充电截止等功能于一体, 采用 TSSOP-24 或者 QFN-24 封装。

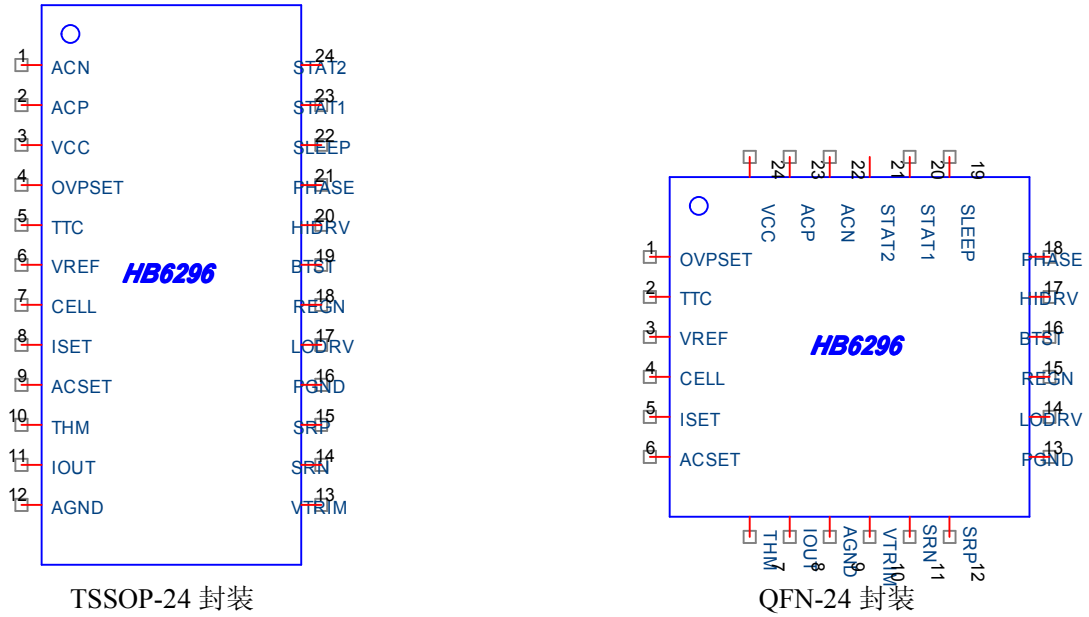
HB6296 对电池充电分为三个阶段: 预充 (Pre-charge)、恒流 (CC/Constant Current)、恒压 (CV/Constant Voltage) 过程, 恒流充电电流通过外部分压电阻决定, 恒压充电电压可通过外部电阻微调。

HB6296 的动态功率管理功能 (DPM/Dynamic Power Management) 在输入限流时自动减小充电电流, 防止适配器输入过载。

HB6296 集成电池温度检测, 过压及短路保护, 确保充电芯片安全工作。HB6296 集成智能电池检测功能及超时错误恢复功能, 方便用户使用。

管脚定义

HB6296 管脚分布

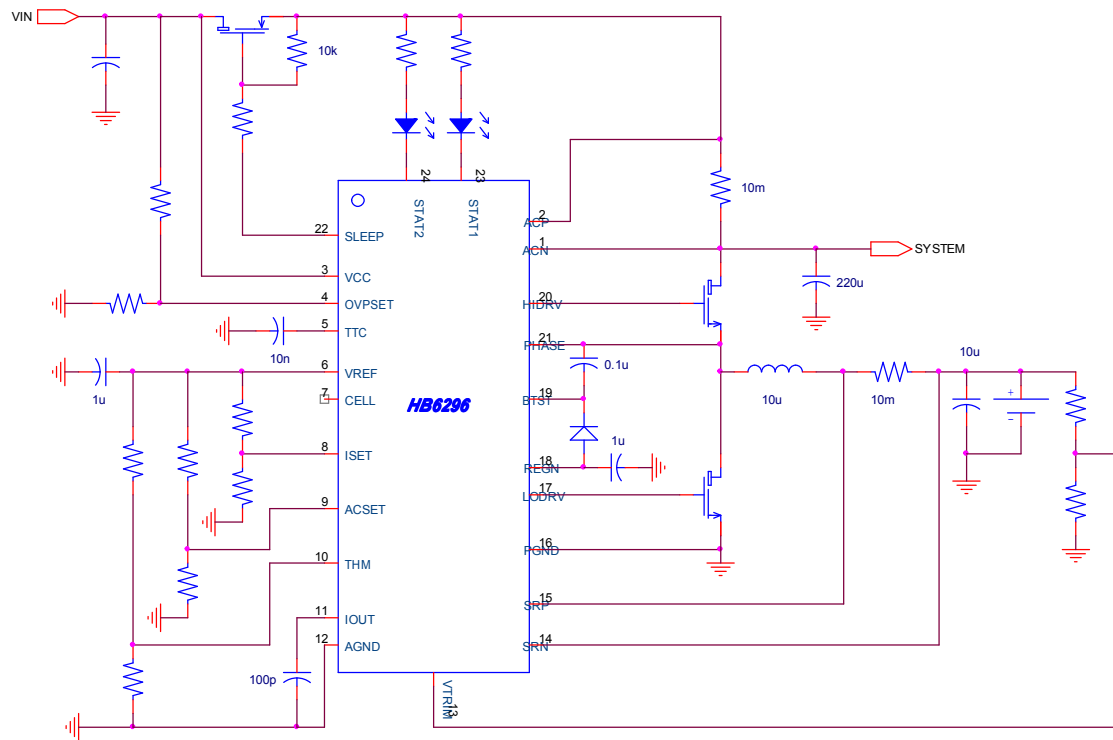


TSSOP-24 封装

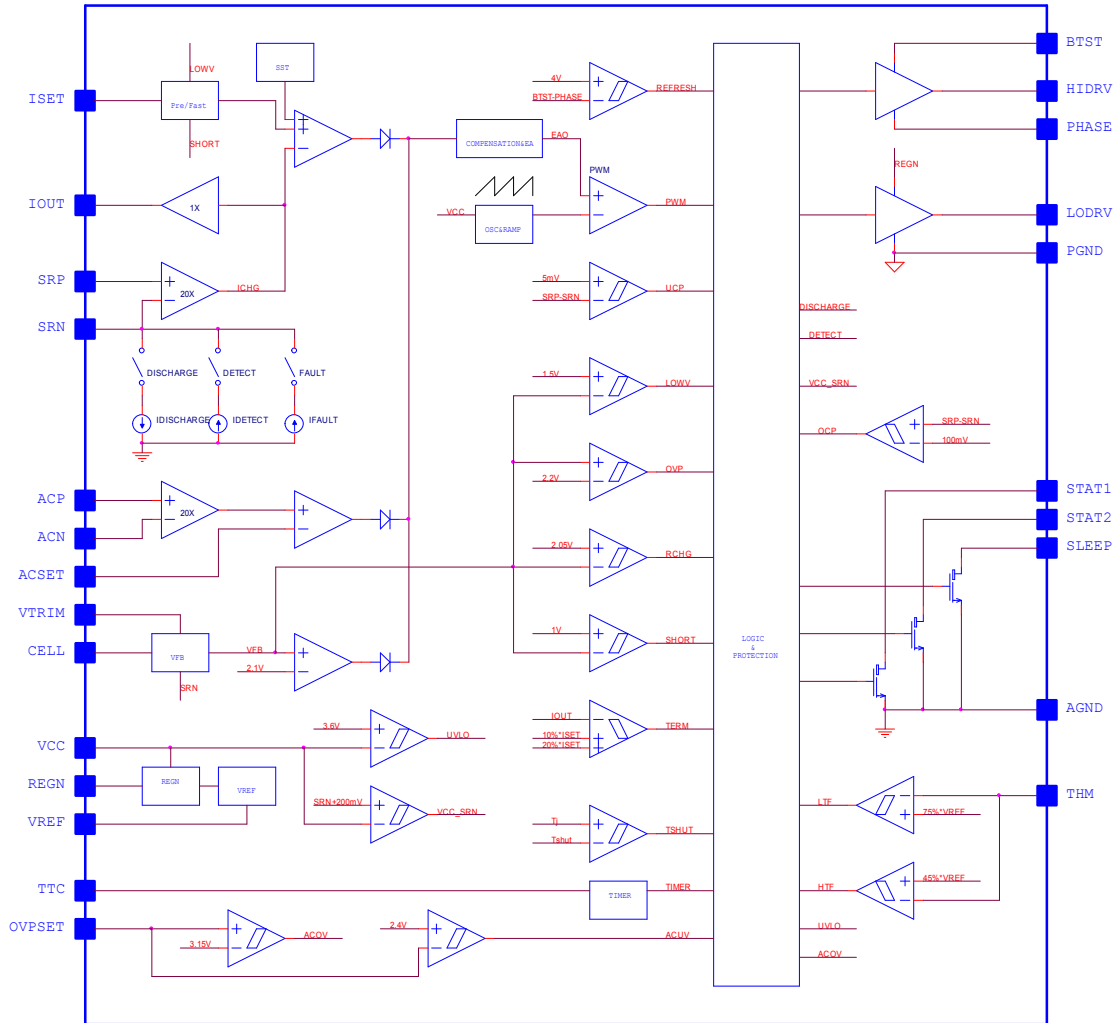
序号	符号	I/O	描述
1	ACN	I	输入电流检测负端输入
2	ACP	I	输入电流检测正端输入
3	VCC	-	电源输入
4	OVPSET	I	输入电压设置，外接 VCC 到地的分压电阻
5	TTC	-	振荡器外接电容，确定充电时间限制，当引脚接地，取消限制
6	VREF	O	3.3V 参考电压，外接滤波电容
7	CELL	I	电池节数选择： HB6296A-接地 1 节，浮空 2 节，接高 3 节，单节恒压 4.2V； HB6296B-接地 4 节，浮空 5 节，接高 6 节，单节恒压 4.2V
8	ISET	I	充电电流调整，外接分压电阻到 VREF 脚，当引脚接地，充电停止
9	ACSET	I	输入电流调整，外接分压电阻到 VREF 脚
10	THM	I	电池温度检测，外接热敏分压电阻到 VREF 脚
11	IOUT	O	充电电流输出
12	AGND	-	模拟地
13	VTRIM	I	外接电阻，与地或者与 SRN 脚之间，微调恒压值
14	SRN	I	充电电流检测负端输入&电池检测端
15	SRP	I	充电电流检测正端输入
16	PGND	-	功率地
17	LODRV	O	低位同步整流管驱动
18	REGN	-	5.4V 稳压输出电源，外接滤波电容
19	BTST	-	高位开关管驱动电源正端
20	HIDRV	O	高位开关管驱动
21	PHASE	-	高位开关管驱动电源负端

22	SLEEP	O	输入电压低于电池电压指示		
23	STAT1	O	(STAT1) 绿	(STAT2) 红	描述
24	STAT2	O	灭	灭	没有充电或无电池
			灭	亮	正在充电
			亮	灭	充电完成
			灭	0.5Hz 脉冲	故障状态 (超时和过压)
			灭	2Hz 脉冲	故障状态 (电池过温)

典型应用电路



模块功能框图



最大工作范围

		最小	最大	单位
电压范围	ACN, ACP, VCC, VTRIM, SRN, SRP, SLEEP, STAT2, STAT1	-0.3	44	V
	PHASE	-2	44	
	OVPSET, TTC, VREF, CELL, ISET, ACSET, THM, IOUT, LODRV, REGN	-0.3	6.5	
	BTST, HIDRV	-0.3	50	
	ACP-I, SRP-SRN	-0.4	0.4	
工作结温		-40	155	°C

推荐工作条件

		最小	最大	单位
电压范围	I, ACP, VCC, VTRIM, SRN, SRP, SLEEP, STAT2, STAT1	0	40	V
	PHASE	-2	40	
	OVPSET, TTC, VREF, CELL, ISET, ACSET, THM, IOUT, LODRV, REGN	0	6	
	BTST, HIDRV	0	46	
	ACP-I, SRP-SRN	-0.2	0.2	
工作结温		0	125	°C

电气参数

4.5V<VCC<40V, 0°C<T<sub>j</sub><125°C, 典型情况 Temp=25°C VCC=20V

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
输入电压						
VCC 供电电压	VCC		4.5		40	V
输入电流						
VCC 供电电流	I <sub>VCC</sub>	开关模式		15		mA
		静态模式		2.5		mA
电池 SLEEP 放电电流	I <sub>SLP</sub>	VCC<V <sub>SRN</sub> +200mV or UVLO		15		μA
恒压调整						
输出恒压 HB6296A	V <sub>OREG</sub>	1 节电池, CELL 接地		4.2		V
		2 节电池, CELL 浮空		8.4		
		3 节电池, CELL 接高		12.6		
输出恒压 HB6296B		4 节电池, CELL 接地		16.8		
		5 节电池, CELL 浮空		21		
		6 节电池, CELL 接高		25.2		
输出恒压精度			-0.5%		+0.5%	

<b>快充电流</b>						
快充电流设置系数	K <sub>ISET</sub>	检测电阻 R <sub>SENSE</sub> = 10mΩ , ISET 电压对应充电电流值		5		A/V
快充电流精度			-4%		+4%	
充电停止阈值	V <sub>ISET_CO</sub>	ISET 下降		50		mV
充电使能阈值	V <sub>ISET_CE</sub>	ISET 上升		100		mV
<b>输入限流</b>						
输入限流设置系数	K <sub>DPM</sub>	检测电阻 R <sub>AC</sub> = 10mΩ , ACSET 电压对应输入限流值		5		A/V
输入限流精度			-4%		+4%	
<b>预充电</b>						
预充电电流设置系数	K <sub>PRE</sub>	检测电阻 R <sub>SENSE</sub> = 10mΩ		20		A/V
预充电精度			-25%		+25%	
预充电转快充阈值电压	V <sub>LOWV</sub>	SRN 电压上升		3		V/CELL
转换延迟时间		电压上升和下降		30		ms
<b>充电截止</b>						
充电截止电流设置系数	K <sub>TERM</sub>	检测电阻 R <sub>SENSE</sub> = 10mΩ		50		A/V
截止电流精度			-25%		+25%	
延迟时间		电压上升和下降		30		ms
充电 TAPE 截止电流设置系数	K <sub>TAPE</sub>	检测电阻 R <sub>SENSE</sub> = 10mΩ		25		A/V
TAPE 电流精度			-25%		+25%	
TAPE 截止计时	T <sub>TAPE</sub>			1800		s
<b>再充电电压</b>						
再充电阈值电压	V <sub>RCH</sub>			4.1		V/CELL
延迟时间		电压上升和下降		30		ms
<b>STAT1, STAT2 和 SLEEP 驱动输出</b>						
低电平输出饱和和电流	I <sub>STAT</sub>	输出电压 0.5V		10		mA
<b>REGN 输出</b>						
REGN 输出电压	V <sub>REGN</sub>			5.4		V
REGN 输出限流	I <sub>REGN</sub>			50		mA
<b>VREF 输出</b>						
VREF 参考电压	V <sub>REF</sub>	I <sub>LOAD</sub> =0 到 1mA		3.3		V
VREF 精度			-1%		-1%	
<b>充电电流采样放大器 IOOUT 输出</b>						
IOOUT 输出电流	I <sub>IOOUT</sub>		0		1	mA

IOUT 充电电流 输出增益	A <sub>IOUT</sub>	V <sub>IOUT</sub> /(SRP-SRN)		20		V/V
C <sub>IOUT</sub> 电容	C <sub>IOUT</sub>	I <sub>LOAD</sub> =0 到 1mA			100	pF
<b>ACOV 和 ACUV</b>						
VCC 输入过压 压阈值	V <sub>ACOV</sub>	OVPSET 上升		3.15		V
VCC 输入欠压 阈值	V <sub>ACUV</sub>	OVPSET 下降		2.4		V
延迟时间		电压上升和下降沿		30		ms
<b>TTC 输入</b>						
TTC 系数	K <sub>TTC</sub>			4.66		H/10nF
C <sub>TTC</sub> 电容	C <sub>TTC</sub>			10		nF
时间使能阈值	V <sub>TTC_EN</sub>	V <sub>TTC</sub> 上升		500		mV
<b>电池温度检测</b>						
高温阈值	V <sub>THM-HOT</sub>	V <sub>THM</sub> 下降沿		45		%VREF
低温阈值	V <sub>THM-COLD</sub>	V <sub>THM</sub> 上升沿		75		%VREF
延迟时间		电压上升和下降沿		30		ms
温度使能阈值	V <sub>THM_EN</sub>	V <sub>THM</sub> 上升		500		mV
<b>UVLO 和睡眠模式</b>						
VCC 欠压锁定	V <sub>UVLO</sub>	VCC 上升		4		V
UVLO 迟滞	V <sub>HYS</sub>	VCC 下降		400		mV
睡眠模式	V <sub>SLPR</sub>	VCC-V <sub>SRN</sub> 上升		400		mV
	V <sub>SLPF</sub>	VCC-V <sub>SRN</sub> 下降		200		
<b>PWM 控制器</b>						
开关振荡频率	F <sub>OSC</sub>			800		kHz
最大占空比	D <sub>MAX</sub>			100		%
最小占空比	D <sub>MIN</sub>			0		%
<b>电池检测</b>						
超时错误检测 电流	I <sub>DETECT</sub>	V <sub>SRN</sub> <V <sub>RCH</sub>		5		mA
放电电流	I <sub>DISCHRG1</sub>			1		mA
放电时间	T <sub>DISCHRG1</sub>			1.2		s
唤醒电流	I <sub>WAKE</sub>			5		mA
唤醒时间	T <sub>WAKE</sub>			0.6		s
截止放电电流	I <sub>DISCHRG2</sub>	充 电 截 止 , V <sub>SRN</sub> =<V <sub>OREG</sub>		1		mA
截止放电时间	T <sub>DISCHRG2</sub>			300		ms
<b>保护</b>						
过压保护阈值	V <sub>OVP</sub>			105		%V <sub>OREG</sub>
Cycle-By-Cycle 过流	V <sub>OCP</sub>	SRP-SRN		100		mV
Cycle-By-Cycle 断续电流	V <sub>UCP</sub>	SRP-SRN		5		mV



短路 SRN 电压 阈值	V <sub>SHORT</sub>	SRN 下降		2		V/CELL
短路电流	I <sub>SHORT</sub>	V <sub>SRN</sub> ≤ V <sub>SHORT</sub> , 检测 电阻 R <sub>SENSE</sub> = 10mΩ , ISET = 0.8V		400		mA
内置温度保护 阈值	T <sub>TEMP</sub>			160		°C
温度迟滞	T <sub>HYS</sub>			20		
<b>HIDRV 和 LODRV 驱动输出</b>						
上升时间	T <sub>R</sub>	C <sub>GATE</sub> = 2nF, 10% to 90%		50		ns
下降时间	T <sub>F</sub>	C <sub>GATE</sub> = 2nF, 90% to 10%		20		
死区时间	T <sub>DEAD</sub>	HIDRV 和 LODRV 开 关切换时		30		ns
BTST 激活脉冲 阈值	V <sub>REFRESH</sub>	V <sub>BTST</sub> - V <sub>PH</sub> 激活下管脉 冲		4		V
Refresh 脉冲宽 度	T <sub>REFRESH</sub>			40		ns

典型波形

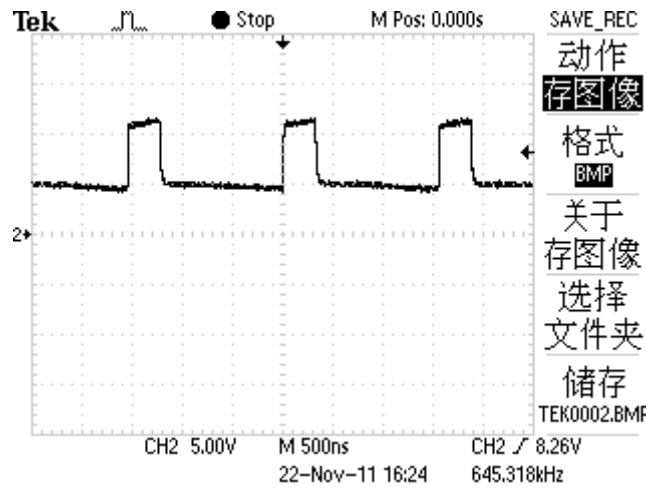


图 1 快冲模式开关驱动波形

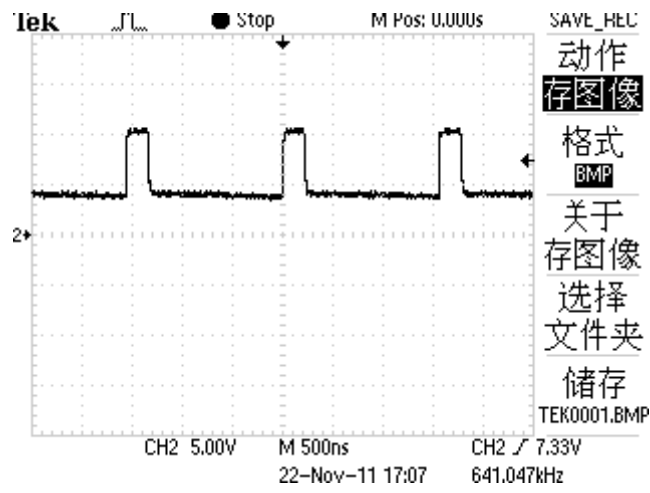
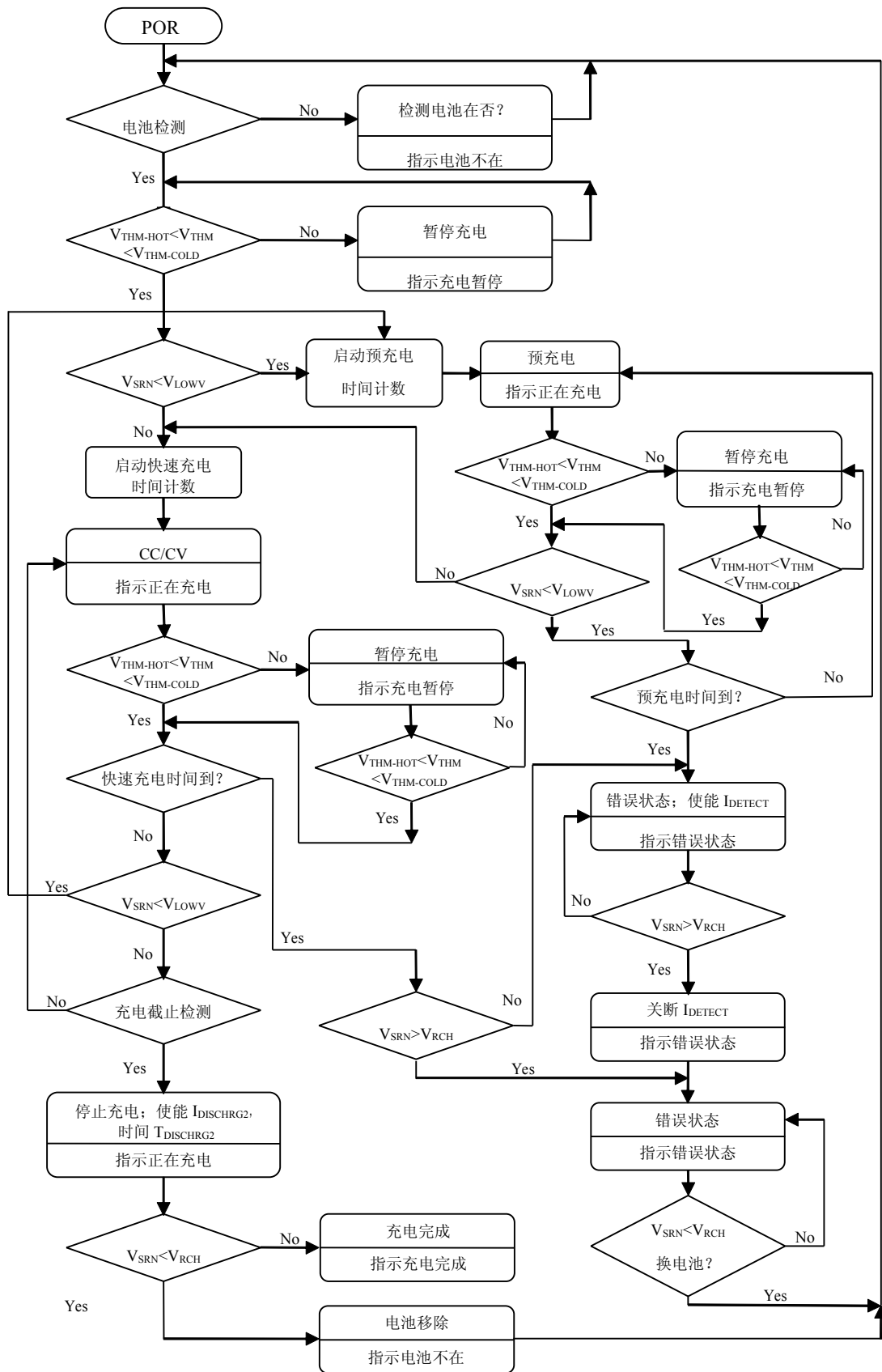


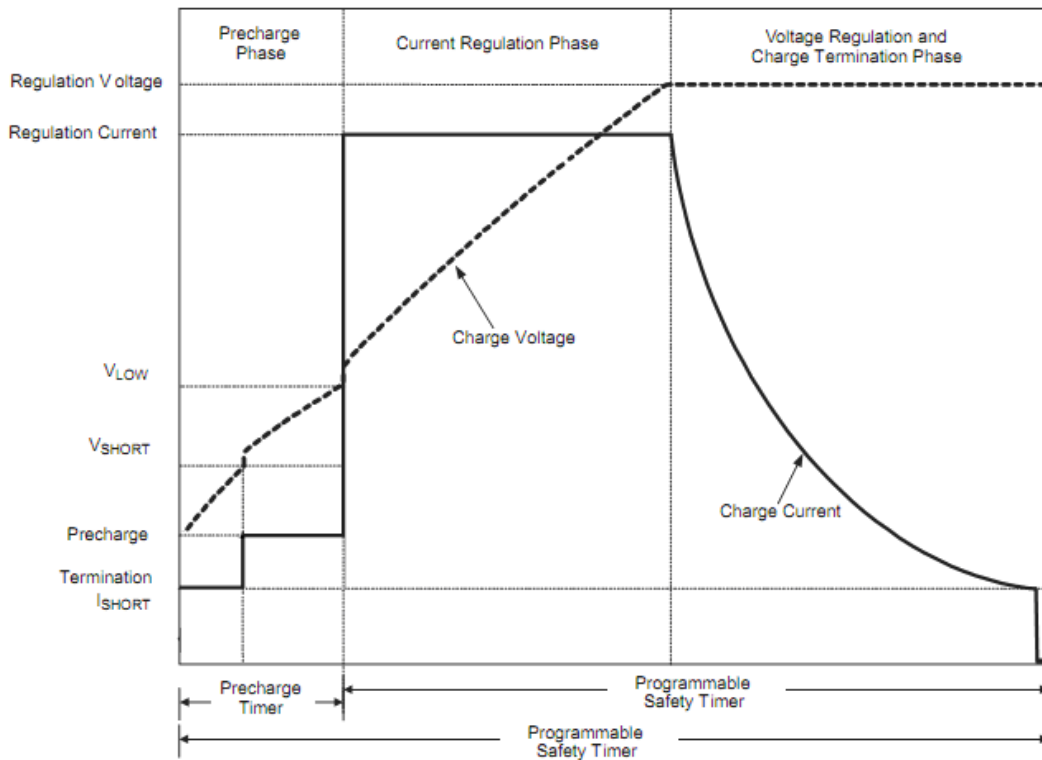
图 2 恒压模式开关驱动波形

工作流程图



## 功能描述

### 充电流程



电池电压检测 SRN 和 GND 脚之间的压差。

当 SRN 脚电压低于  $2V/CELL$  时进入短路电流检测模式；当 SRN 脚电压大于  $2V/CELL$  且低于  $3V/CELL$  时进入预充电模式；当 SRN 脚电压大于  $3V/CELL$  且低于  $4.2V/CELL$  时进入快速充电模式；当 SRN 脚电压等于  $4.2V/CELL$  时进入恒压充电模式。

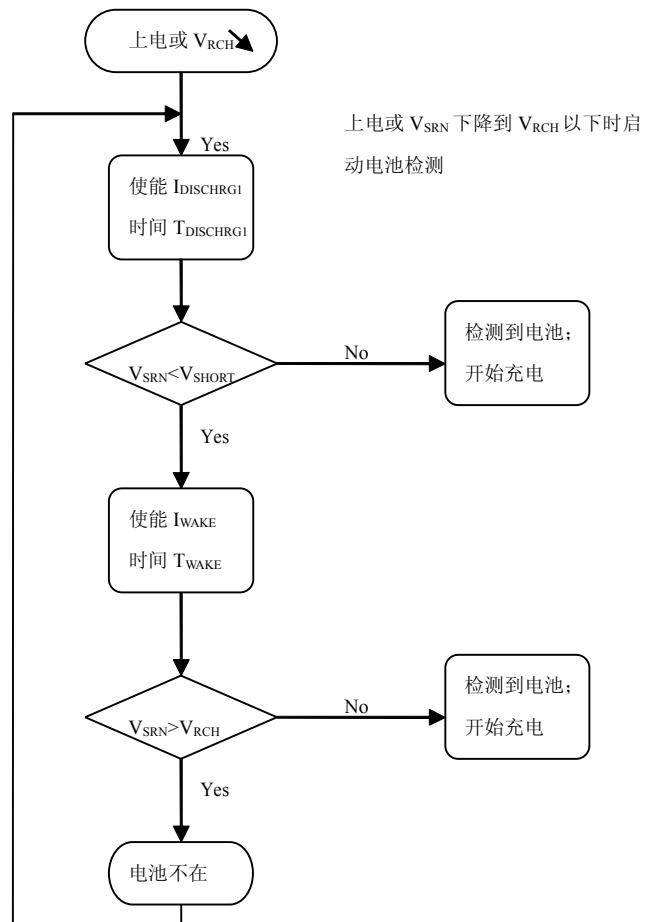
充电完成后，如果 SRN 脚电压于电流泄露下降到  $4.1V/CELL$  以下时，进入再充电周期。

### 电池节数选择

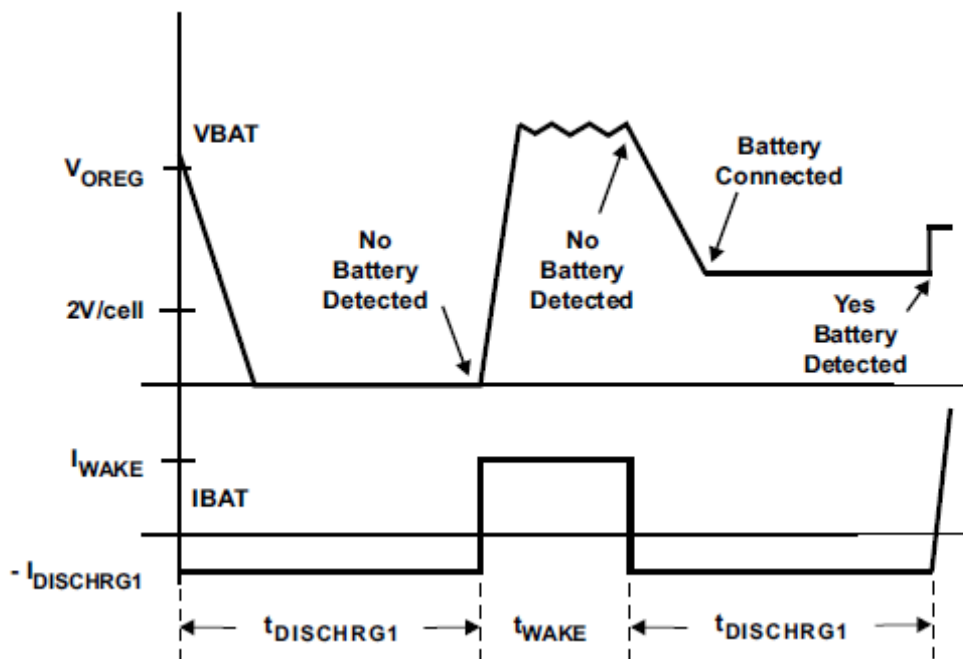
HB6296 系列通过 CELL 脚的设置选择 SRN 脚的电池节数，电池恒压值为  $4.2V/CELL$ ，如下表所示。

CELL 脚	HB6296A	HB6296B
GND	1	4
浮空	2	5
REGN	3	6

电池检测



对于电池不在的情形，SRN 脚的电压会在 0 和  $V_{OVp}$  之间不断翻转直到新电池插入。



### 睡眠模式

移除输入电源进入睡眠模式。当 VCC 电压低于 UVLO 阈值, 或 VCC 低于  $V_{SRN}+200mV$ , 或 OVPSET (由 VCC 和 GND 的分压电阻得到) 的电压低于 0.5V 或高于 1.6V 时, HB6296 进入睡眠模式, 电池放电电流达到最小。

### 输入限流设定

AC 输入电流限流值  $I_{DPM}$  由下式计算可得:

$$I_{DPM} = \frac{V_{ACSET}}{20 \times R_{AC}}$$

其中,  $V_{ACSET}$  是 ACSET 脚的输入电压, 由 VREF 脚和地之间的分压电阻得到。R<sub>AC</sub> 为外部电流检测电阻, 一般取 10mΩ。

### 充电电流设定

电池恒流充电电流值  $I_{CHARGE}$  由下式计算可得:

$$I_{CHARGE} = \frac{V_{ISET}}{20 \times R_{SNS}}$$

其中,  $V_{ISET}$  是 ISET 脚的输入电压, 由 VREF 脚和地之间的分压电阻得到。R<sub>SNS</sub> 为外部电流检测电阻, 一般取 10mΩ。当 ISET 脚小于 50mV 时, 充电停止; ISET 脚大于 100mV 时, 充电使能。

在恒流充电电流确定之后, 短路检测电流为 10% \*  $I_{CHARGE}$ , 预充电电流为 25% \*  $I_{CHARGE}$ , 而充电截止电流为 10% \*  $I_{CHARGE}$ 。

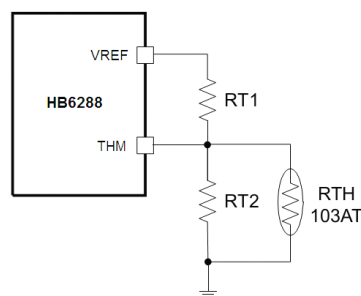
### 充电截止

在恒压阶段, 充电电流在 R<sub>SNS</sub> 电阻两端的压降低于快充电流的 10% 时, HB6296 内部产生 EOC 信号, 充电截止。

同时, 当充电电流在 R<sub>SNS</sub> 电阻两端的压降快充电流的 20% 时, 芯片内部会产生一个 TAPE 信号, 如果在半个小时后充电电流仍然没有下降到  $V_{ITERM}$ , 充电截至。

### 电池温度检测

HB6296 由 THM 脚检测电池温度, 由 VREF 与地之间的 NTC 热敏电阻分压得到。当 THM 脚电压在高温时低于  $V_{REF} * 45\%$  或者低温时高于  $V_{REF} * 75\%$ , HB6296 将暂停充电并且内部时钟计时暂停。当 THM 检测电压回复正常范围, 继续充电并计时。THM 热敏电阻应该紧邻电池包装放置。



取消电池温度检测功能, 只需要将 THM 脚接地即可。

### 充电时间限制

HB6296 对预充电和总充电时间进行可编程限制，总充电时间限制：

$$T_{CHARGE} = C_{TTC} \times K_{TTC}$$

其中， $C_{TTC}$  为引脚 TTC 外接电容值， $K_{TTC}$  为系数。

预充电时间为总充电时间的 1/8，如果发生充电超时，芯片进入 FAULT 状态，管脚 2 输出脉冲指示。

取消充电时间限制功能，只需要将 TTC 脚接地即可。

### 充电状态指示

开漏输出脚 STAT1（绿灯）和 STAT2（红灯）指示如下表。

STAT1（绿灯）	STAT2（红灯）	指示状态
灭	灭	没有充电,无电池或睡眠模式
灭	亮	正在充电
亮	灭	充电完成
灭	0.5Hz 脉冲	故障状态（超时或过压）
灭	2Hz 脉冲	故障状态（充电暂停）

### 超时错误恢复

由工作流程图所示，HB6296 提供充电超时错误（包括预充电超时和总充电时间超时）的恢复机制。总结如下：

情况 1： $V_{SRN}$  电压大于再充电阈值电压并发生超时错误。

恢复机制：由于电池对负载放电，自放电或者是电池移除，使得电池检测电压降到再充电阈值电压以下，此时，HB6296 清除错误状态，并进入无电池检测过程。此外，上电复位可以清除这种超时错误状态。

情况 2： $V_{SRN}$  电压低于再充电阈值电压并发生超时错误。

恢复机制：发生这种情况时，HB6296 使能一个  $I_{DETECT}$  电流。这个小电流可用来检测电池在不在。只要电池电压低于再充电电压，该电流一直保持。如果电池电压高于再充电电压，那么 HB6296 取消  $I_{DETECT}$  电流，并执行情况 1 的恢复机制。就是一旦电池电压又低于再充电阈值电压时，HB6296 清除超时错误，并进入无电池检测过程。上电复位也可以清除这种超时错误状态。

### 电池过电压保护

HB6296 内置过电压保护功能。当电池电压过高时，比如说电池突然移除时产生的过电压，该功能可以保护器件本身和其他元器件。当检测到过电压时，该功能立即关闭充电器的 HIDRV 和 LODRV，并指示错误。当电池电压低于再充电阈值电压时，该错误解除。

### Cycle-By-Cycle 限流保护

HB6296 内置过 Cycle-By-Cycle 限流保护功能。当检测到 SRP 和 SRN 检测电阻两端的压降大于 100mV 时，立即关闭 PWM，直到下一周期 SRP 和 SRN 检测电阻两端的压降小于限流值。

**DCM 断续工作模式**

在正常充电模式下，当检测到 SRP 和 SRN 检测电阻两端的压降低于 2mV 时，LODRV 关断同步整流管，防止电感电流倒灌，系统进入断续工作模式（DCM）；当 SRN 电压低于 3V/CELL 时，LODRV 保持关断，系统进入断续工作模式。

**Refresh 脉冲**

当 BTST 与 PHASE 脚之间的压差低于 4V 时，HIDRV 关断，LODRV 会开启 40n 秒，PHASE 脚下拉，外部自举电容充电。

**内置过温保护**

当 HB6296 内部结温超过 160℃ 时，充电停止，降低芯片功耗；当内部结温降至 140℃ 时，充电重新启动。

**恒压输出的微调**

测出 SRN 脚恒压输出的电压值  $V_{CV}$ ，把  $V_{CV}$  向上微调，将微调电阻  $R_{TRIM}$  接在 VTRIM 脚与地之间；把  $V_{CV}$  向下微调，将微调电阻  $R_{TRIM}$  接在 VTRIM 脚与 SRN 脚之间。电阻  $R_{TRIM}$  阻值大小公式为：

- a. HB6296A, CELL 接地

$$R_{TRIM} = \left( \frac{V_{CV}}{4.2 - V_{CV}} \right) \times R$$

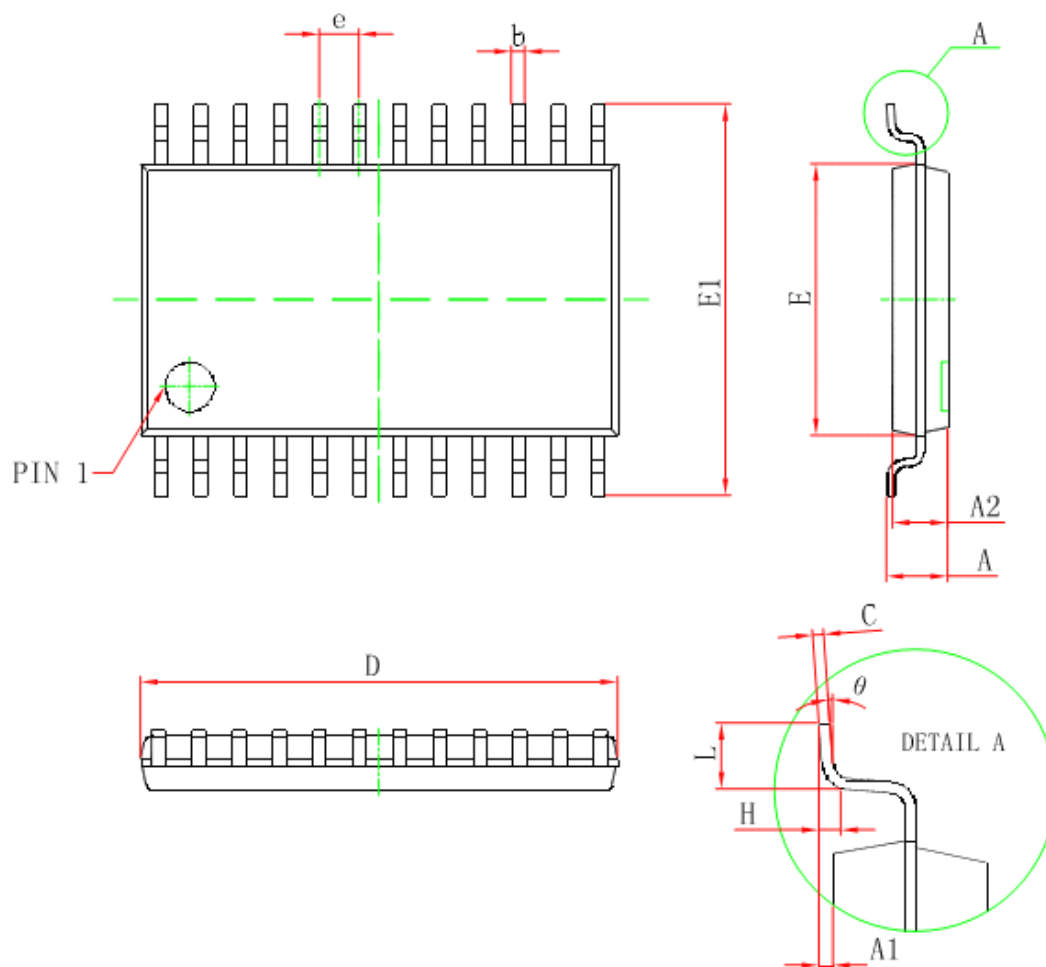
- b. HB6296B, CELL 接地

$$R_{TRIM} = \left( \frac{V_{CV}}{16.8 - V_{CV}} \right) \times 2R$$

其中  $R=20k\Omega$ 。

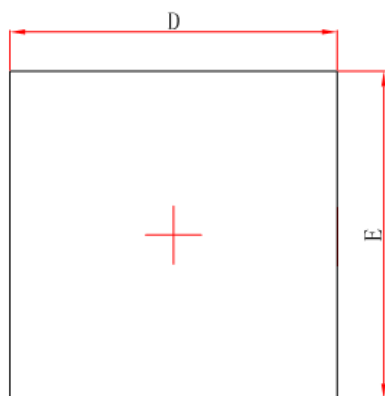


封装和包装尺寸

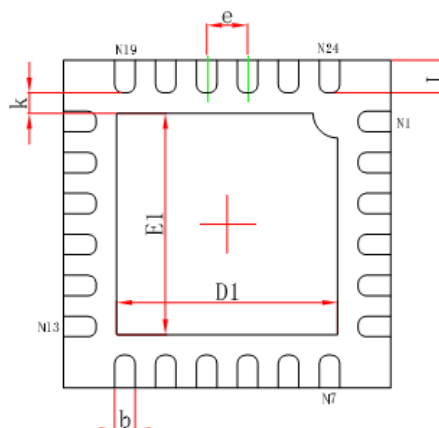


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	7.700	7.900	0.303	0.311
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
A		1.200		0.047
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026 (BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
theta	1°	7°	1°	7°

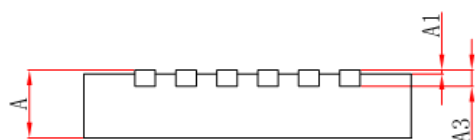
TSSOP-24 封装



Top View



Bottom View



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.900	4.100	0.154	0.161
E	3.900	4.100	0.154	0.161
D1	2.600	2.800	0.102	0.110
E1	2.600	2.800	0.102	0.110
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.180	0.300	0.007	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.300	0.500	0.012	0.020

QFN-24 封装