



描述

AT8833为玩具、打印机和其它电机一体化应用提供一种集成的双通道电机驱动方案。AT8833有两路H桥驱动器，可以驱动两个直流有刷电机，或者一个双极步进电机，或者螺线管及其它感性负载。

每一个H桥的功率输出级由N通道功率MOSFET组成，叫作H桥驱动器。每个桥包含整流电路和限流电路。

内部关断功能包含过流保护，短路保护，欠压锁定保护和过温保护，并提供一个故障检测输出管脚。

AT8833提供三种封装，一种是带有裸露焊盘的ETSSOP16封装，另两种是带裸焊盘的QFN16封装，尺寸为4*4和3*3，能有效改善散热性能，均是无铅产品，符合环保标准。

应用

- 锂电池供电玩具
- POS 打印机
- 安防相机
- 办公自动化设备
- 游戏机
- 机器人

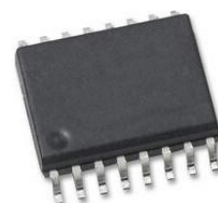
型号选择

| 订货型号 | 封装 | 包装信息 |
|----------|-----------|------------|
| AT8833CT | ETSSOP16 | 编带，3000颗/盘 |
| AT8833CQ | QFN4*4-16 | 编带，5000颗/盘 |
| AT8833CR | QFN3*3-16 | 编带，5000颗/盘 |

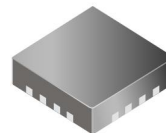
特点

- 双通道H桥电机驱动器
- 驱动两个直流有刷电机或者一个步进电机
- 低 $R_{DS(ON)}$ 电阻， $800m\Omega$ (HS+LS)
- 1.2A驱动输出
- 宽电压供电，2.7V-15V
- PWM控制接口
- 过温关断电路
- 短路保护
- 欠压锁定保护

封装形式

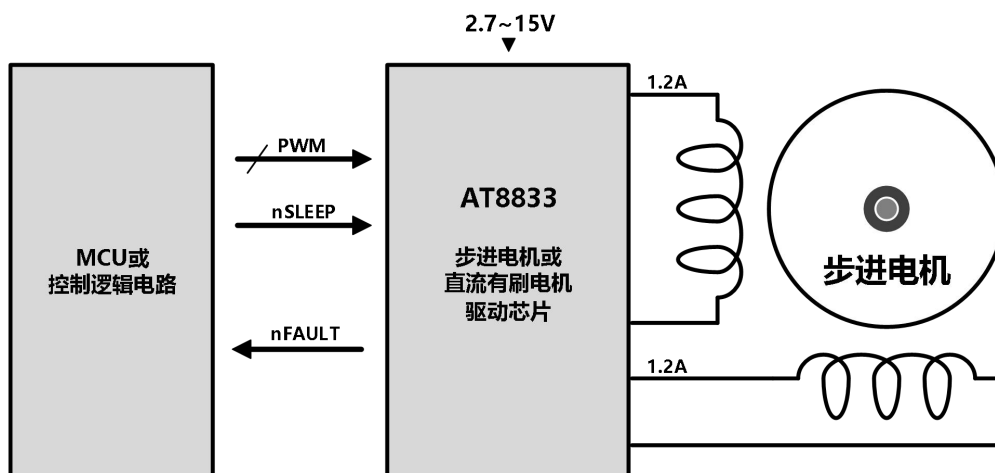


ETSSOP16



QFN16

典型应用原理图



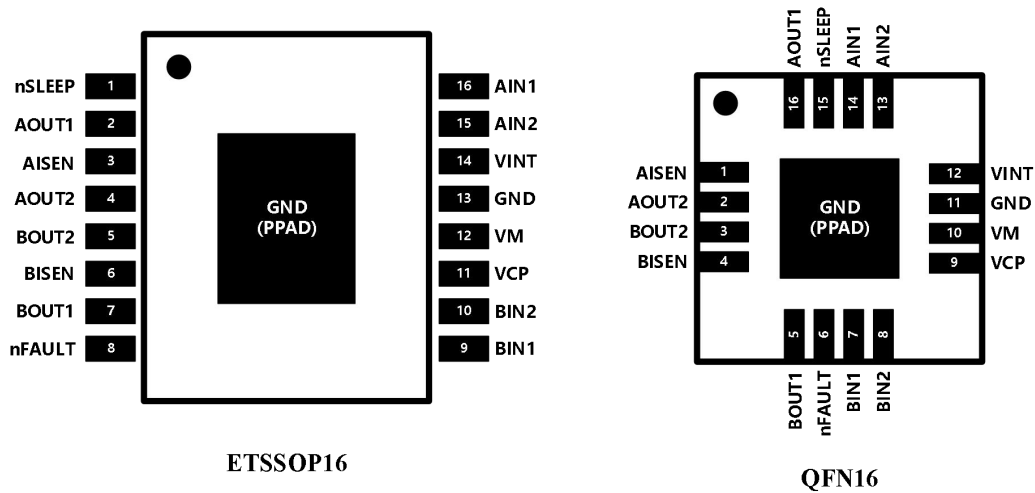


版本更新记录

| 日期 | 版本 | 内容 |
|---------|------|---------------|
| 2017.08 | V0.1 | 初稿拟定 |
| 2017.12 | V1.0 | 正式版本 |
| 2018.02 | V1.1 | 勘误 |
| 2020.03 | V1.2 | 增加包装信息 |
| 2020.07 | V1.3 | 增加VINT，VCP电压值 |
| 2021.05 | V1.4 | 参数修正 |



管脚定义

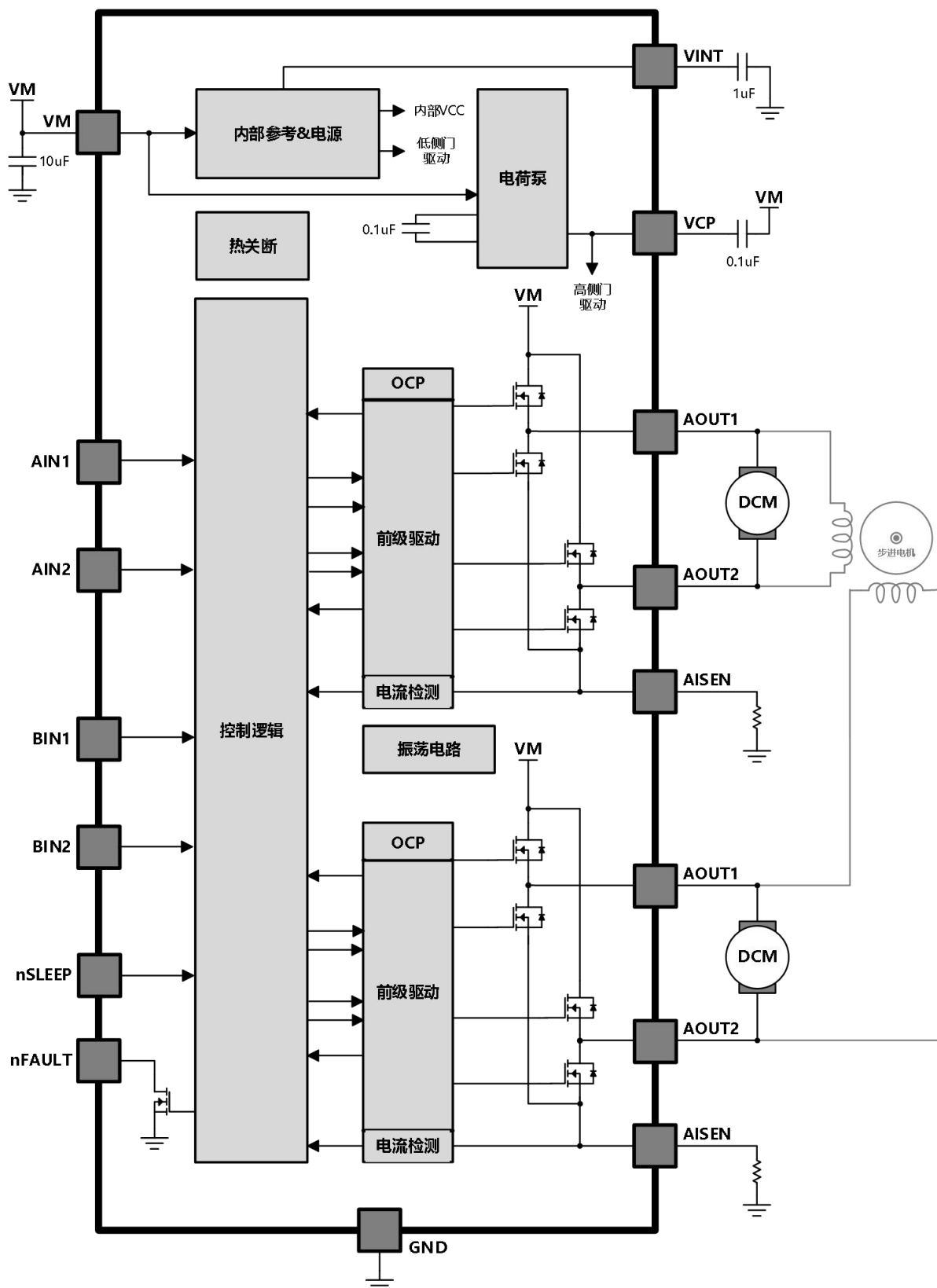


管脚列表

| 名称 | 管脚编号 | | 管脚描述 | 外部元件或连接 |
|--------|--------|-----|----------|------------------------------|
| | ETSSOP | QFN | | |
| 电源与地 | | | | |
| GND | 13 | 11 | 器件地 | 所有地管脚和裸焊盘需连到系统地 |
| PPAD | - | - | | |
| VM | 12 | 10 | 器件电源 | 电机电源，做好滤波，最小10uF电容到地 |
| VINT | 14 | 12 | 内部整流 | 接一个1uF电容到地 |
| VCP | 11 | 9 | 高侧栅极驱动储能 | 接一个0.1uF电容到VM |
| 控制输入 | | | | |
| AIN1 | 16 | 14 | H桥A输入1 | 逻辑输入，控制AOUT1，内部下拉 |
| AIN2 | 15 | 13 | H桥A输入2 | 逻辑输入，控制AOUT2，内部下拉 |
| BIN1 | 9 | 7 | H桥B输入1 | 逻辑输入，控制BOUT1，内部下拉 |
| BIN2 | 10 | 8 | H桥B输入2 | 逻辑输入，控制BOUT2，内部下拉 |
| nSLEEP | 1 | 15 | 休眠模式输入 | 高电平时芯片正常工作；低电平时芯片进入休眠低功耗模式 |
| 状态输出 | | | | |
| nFAULT | 8 | 6 | 错误输出 | 当出现过温或过流时，输出低电平，开漏输出，使用需外部上拉 |
| 输出 | | | | |
| AISEN | 3 | 1 | A组检流 | A组检流，接检流电阻到地；若不使用检流，直接接地 |
| BISEN | 6 | 4 | B组检流 | B组检流，接检流电阻到地；若不使用检流，直接接地 |
| AOUT1 | 2 | 16 | H桥A输出1 | 接电机A组线圈 |
| AOUT2 | 4 | 2 | H桥A输出2 | |
| BOUT1 | 7 | 5 | H桥B输出1 | 接电机B组线圈 |
| BOUT2 | 5 | 3 | H桥B输出2 | |



功能模块框图



电路工作极限 at $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 范围 | 单位 |
|----------|---------------------|------|-------------|----|
| 负载电压 | VM | | -0.3 – 18 | V |
| 最大输出电流 | I _{OUT} | | ±1.2 | A |
| 瞬间峰值电流 | I _{PEAK} | 内部限制 | >2 | A |
| 逻辑输入电压 | V _{IN} | | -0.7 to 7 | V |
| Sense 电压 | V _{SENSE} | | -0.3 to 0.5 | V |
| 工作温度 | T _A | | -40 to 85 | °C |
| 最大结温 | T _{J(max)} | | 150 | °C |
| 存储温度 | T _{stg} | | -55 to 150 | °C |

热阻特性 at $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

| 热计量 | ETSSOP | QFN | 单位 |
|-------------------------------|--------|--------|------|
| | 16PINS | 16PINS | |
| θ_{JA} - 硅核到环境的热阻系数(*) | 44.5 | 39 | °C/W |

(*)自然对流条件下硅核到环境的热阻系数是通过在 JESD51-7 中所指定的 JEDEC 标准高 K 值电路板上进行实际测试获得，环境条件如 JESD51-2a 中所述。

推荐工作条件 at $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

| 参数 | 符号 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|-----------------|------------------|-----|----|------|----|
| 负载供电电压范围 | VM | 2.7 | - | 15 | V |
| 逻辑输入电压范围 | V _{IN} | 0 | - | 5.25 | V |
| 单路 H 桥 RMS 输出电流 | I _{OUT} | 0 | - | 1.0 | A |

电气特性 at $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_M = 8\text{V}$

| 参数 | | 测试条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|------------------|----------------|--|--------|--------|--------|---------------|
| 电源供电 | | | | | | |
| I_{VM} | VM 静态电流 | $xIN1 = 0\text{V}$, $xIN2 = 0\text{V}$ | - | - | 3.5 | mA |
| I_{VMQ} | VM 休眠电流 | | - | - | 10 | μA |
| V_{UVLO} | VM 欠压阈值 | VM 下降 | - | - | 2.5 | V |
| V_{HYS} | VM 欠压迟滞 | | - | 200 | - | mV |
| V_{VINT} | VINT 电压 | | 3.0 | 3.2 | 3.4 | V |
| V_{VCP} | VCP 电压 | | VM+4.0 | VM+5.0 | VM+5.5 | V |
| 逻辑输入 | | | | | | |
| V_{IL} | 逻辑输入低电平 | nSLEEP | - | - | 0.5 | V |
| | | 其他管脚 | - | - | 0.7 | |
| V_{IH} | 逻辑输入高电平 | nSLEEP | 2.5 | - | - | V |
| | | 其他管脚 | 2 | - | - | |
| V_{HYS} | 逻辑输入迟滞 | | - | 0.3 | - | V |
| R_{PD} | 输入内部下拉电阻 | nSLEEP | - | 500 | - | $k\Omega$ |
| | | 其他管脚 | - | 100 | - | |
| I_{IL} | 输入低电平电流 | $V_{IN} = 0\text{V}$ | - | - | 1 | μA |
| I_{IH} | 输入高电平电流 | $V_{IN} = 3.3\text{V}$, nSLEEP | - | 6.6 | 13 | μA |
| | | $V_{IN} = 3.3\text{V}$, 其他管脚 | - | 16.5 | 33 | |
| t_{DEG} | 防抖动时间 | | - | 450 | - | ns |
| nFAULT 输出 (开漏输出) | | | | | | |
| V_{OL} | 输出低电平 | $I_O = 5\text{mA}$ | - | - | 0.5 | V |
| I_{OH} | 关断漏电流 | $V_O = 3.3\text{V}$ | - | - | 1 | μA |
| H 桥 FETS | | | | | | |
| $R_{DS(ON)}$ | H 桥高侧 FET 导通电阻 | $V_M = 5\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$ | - | 400 | - | $m\Omega$ |
| | | $V_M = 2.7\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$ | - | 450 | - | |
| | H 桥低侧 FET 导通电阻 | $V_M = 5\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$ | - | 400 | - | |
| | | $V_M = 2.7\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$ | - | 450 | - | |



| | | | | | | |
|-------------|----------------|--|-----|-----|-----|--------------------|
| I_{OFF} | 关断漏电流 | $V_M = 5\text{ V}, V_{OUT} = 0\text{ V}$ | -1 | - | 1 | μA |
| 电机驱动 | | | | | | |
| f_{PWM} | 电流控制 PWM 频率 | 内部 PWM 频率 | - | 50 | - | kHz |
| t_R | 输出上升时间 | 16Ω to GND, 10% to 90% | - | 240 | - | ns |
| t_F | 输出下降时间 | 16Ω to V_M , 10% to 90% | - | 200 | - | ns |
| t_{PROP} | INx to OUTx 延迟 | | - | 0.5 | - | μs |
| t_{DEAD} | 死区时间 | | - | 200 | - | ns |
| 保护电路 | | | | | | |
| I_{OCP} | 过流保护阈值 | | 2.2 | - | 3 | A |
| t_{DEG} | 过流延迟时间 | | - | 1.5 | - | μs |
| t_{OCP} | 过流保护重启时间 | | - | 1.9 | - | ms |
| t_{TSD} | 过温阈值 | 结温 | 150 | 160 | 180 | $^{\circ}\text{C}$ |
| 电流控制 | | | | | | |
| V_{TRIP} | xISEN 采样电压 | | 160 | 200 | 240 | mV |
| t_{BLANK} | blanking 时间 | | - | 2.4 | - | μs |
| 休眠模式 | | | | | | |
| t_{WAKE} | 开启延迟时间 | nSLEEP 升高到 H 桥开启 | - | 0.2 | 1 | ms |

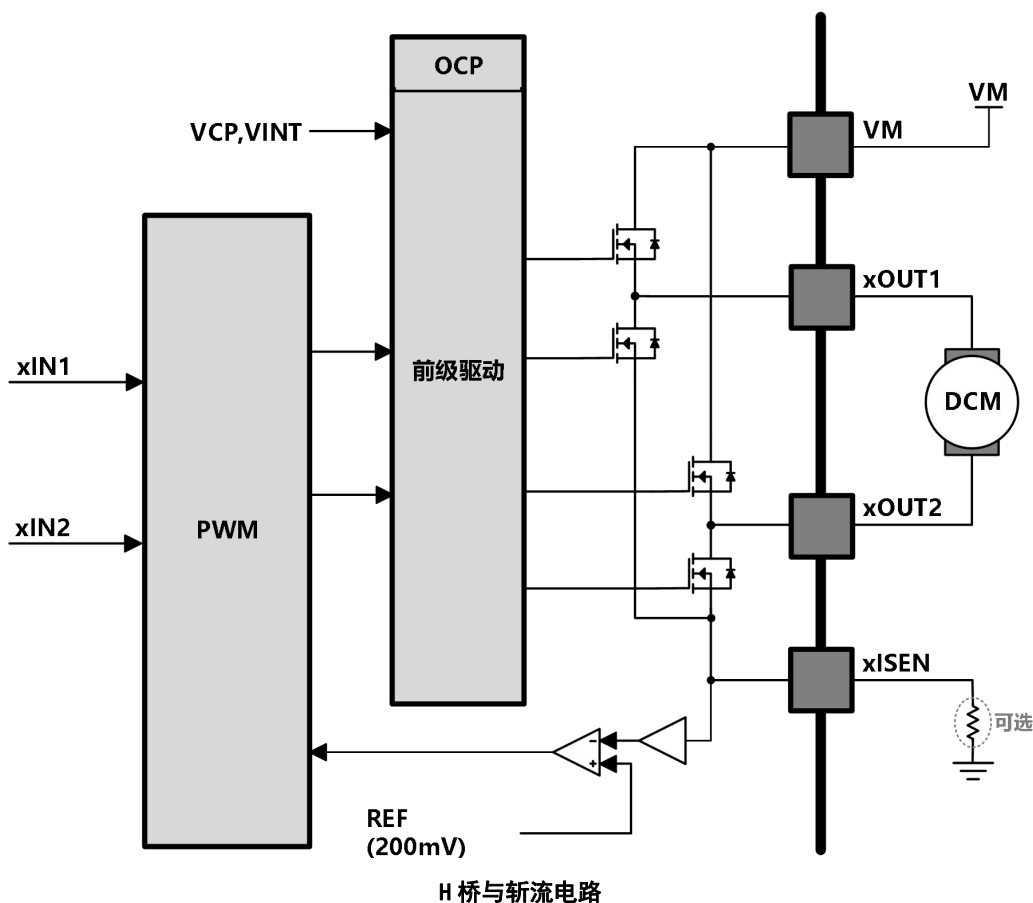


模块功能描述

AT8833 为有刷直流电机或者步进电机提供一种集成的驱动方案。芯片内部集成双通道 H 桥和整流电路。AT8833 的供电范围为 2.7V 到 15V，并提供 1.2A 连续输出，通过简单的 PWM 接口控制，内部整流电路的周期时间为 25us。AT8833 还包含一个低功耗休眠模式，不驱动电机的时候节省功耗。

PWM 电机驱动器

AT8833 包含两路 H 桥驱动电路，使用 PWM 调节电流。下图显示电路的功能模块：



H 桥与衰减模式控制逻辑

输入管脚 AIN1 和 AIN2 控制着输出管脚 AOUT1 和 AOUT2 的状态。类似的，输入管脚 BIN1 和 BIN2 控制着输出管脚 BOUT1 和 BOUT2 的状态。下表显示了彼此间的逻辑关系。

| xIN1 | xIN2 | xOUT1 | xOUT2 | 功能 |
|------|------|-------|-------|----------|
| 0 | 0 | Z | Z | 滑行 / 快衰减 |
| 0 | 1 | L | H | 反转 |
| 1 | 0 | H | L | 正转 |
| 1 | 1 | L | L | 刹车/ 慢衰减 |

H 桥控制逻辑

逻辑输入也可以使用 PWM 控制来达到调速功能。当用 PWM 波控制一个线圈时，当驱动电流中断，由于电机的电感特性要求电机线圈续流。为了操作让电机线圈续流，H 桥可以工作在两种不同的状态，快衰减或慢衰减。在快衰减模式中，H 桥关断，续流电流流经体二极管；在慢衰减模式中，电机的线圈两端是短路的。

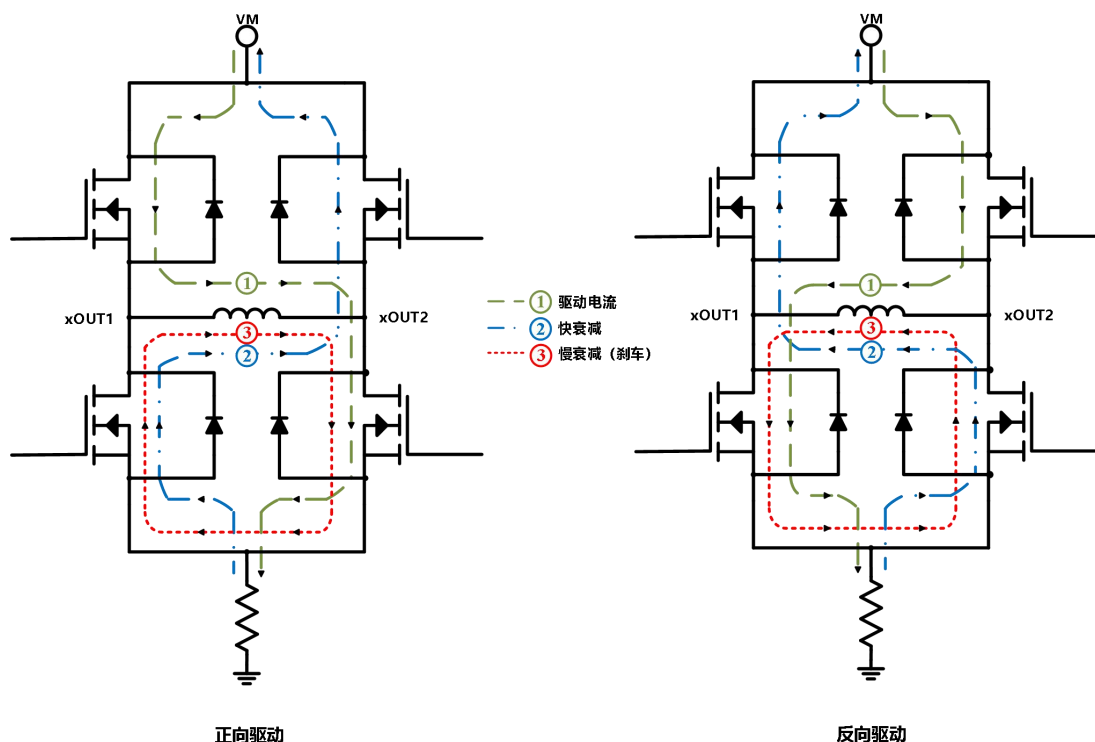


当 PWM 控制用于快衰减模式中，PWM 信号控制一个 xIN 管脚，而另一个管脚维持低电平；当用于慢衰减中，其中一个管脚维持高电平。

| xIN1 | xIN2 | 功能 |
|------|------|-------------|
| PWM | 0 | 正转 PWM, 快衰减 |
| 1 | PWM | 正转 PWM, 慢衰减 |
| 0 | PWM | 反转 PWM, 快衰减 |
| PWM | 1 | 反转 PWM, 慢衰减 |

PWM 控制电机速度

下图显示了在不同驱动和衰减模式下的电流路径。



驱动与衰减模式图

电流整流

流过电机线圈的电流是通过固定频率的 PWM 整流器或者电流斩波来调节的。在驱动直流电机时，整流器用于限制电机启动电流和堵转电流。在驱动步进电机时，整流功能始终存在，并且可以改变电流来做细分步进。

当一个 H 桥被使能，流过电机线圈的电流上升，上升速率由直流电压 VM 和电机线圈的电感值决定。当电流达到斩波阈值，输出 H 桥关断，电流衰减直到下一个 PWM 周期开始。注意，在 H 桥使能给电机线圈充电的那一刻，xISEN 管脚上的电压是被忽略的，经过一个固定延迟的消隐时间后，电流检测电路才起作用。这个消隐时间一般固定在 2.4us。

PWM 斩波电流是由比较器设定，xISEN 管脚外接检流电阻上的电压和一个参考电压比较。这个参考电压 V_{TRIP} 一般固定是 200mV。以下公式计算斩波电流：

$$I_{CHOP} = 200\text{mV} / R_{SX}$$

举例：假如使用了一个 1Ω 的电阻，这时目标电流为 200mA。

注意：假如不需要限流功能，xISEN 管脚需直接接地。



nSLEEP 输入逻辑

当驱动 nSLEEP 管脚为低电平时，会使芯片进入低功耗休眠模式。在这个状态下，H 桥关断，电荷泵停止工作，内部所有逻辑复位，内部所有时钟停止计数。所有输入信号被忽略直到 nSLEEP 管脚被拉高。当休眠模式解除后，需要一些时间（一般 1ms）延时，芯片才会正常工作。为了简化板级设计，nSLEEP 管脚可以上拉到 VM。在这种情况下，推荐使用一个上拉电阻，当 VM 大于 5.8V 时，这个电阻限制输入电流。nSLEEP 管脚内部下拉 500k Ω 电阻到地，同时内部还有一个 5.8V 的齐纳钳位二极管。当电流过大时，可能会损坏内部输入结构。因此，推荐上拉电阻阻值一般在 20k Ω 到 75k Ω 之间。

保护电路

AT8833 有过流保护，过温保护和欠压保护。

过流保护 (OCP)

在每一个 FET 上有一个限流电路，此电路检测流过 FET 的电流。如果此电流超过过流阈值且维持时间超过 OCP 屏蔽时间，H 桥内所有 FET 输出关断，nFAULT 管脚输出低电平。经过一个 OCP 重启时间（tOCP），驱动器会被重新使能，同时 nFAULT 管脚输出高电平。如果这个故障条件仍然存在，上述这个现象重复出现。如果此故障条件消失了，芯片恢复正常工作。注意，只有被检测到过流的 H 桥会关断，而其余 H 桥仍是正常工作的。

H 桥上管和下管的过流如对地短路，对 VM 短路，和输出之间短路，都会触发过流保护。注意，过流保护不使用用于 PWM 电流控制的电流检测电路，所以过流保护功能和 xISEN 电阻无关。

过温保护 (TSD)

如果结温超过安全阈值，H 桥的所有 FET 被关断，nFAULT 管脚输出低电平。一旦结温降到一个安全水平，芯片所有功能会自动恢复正常。

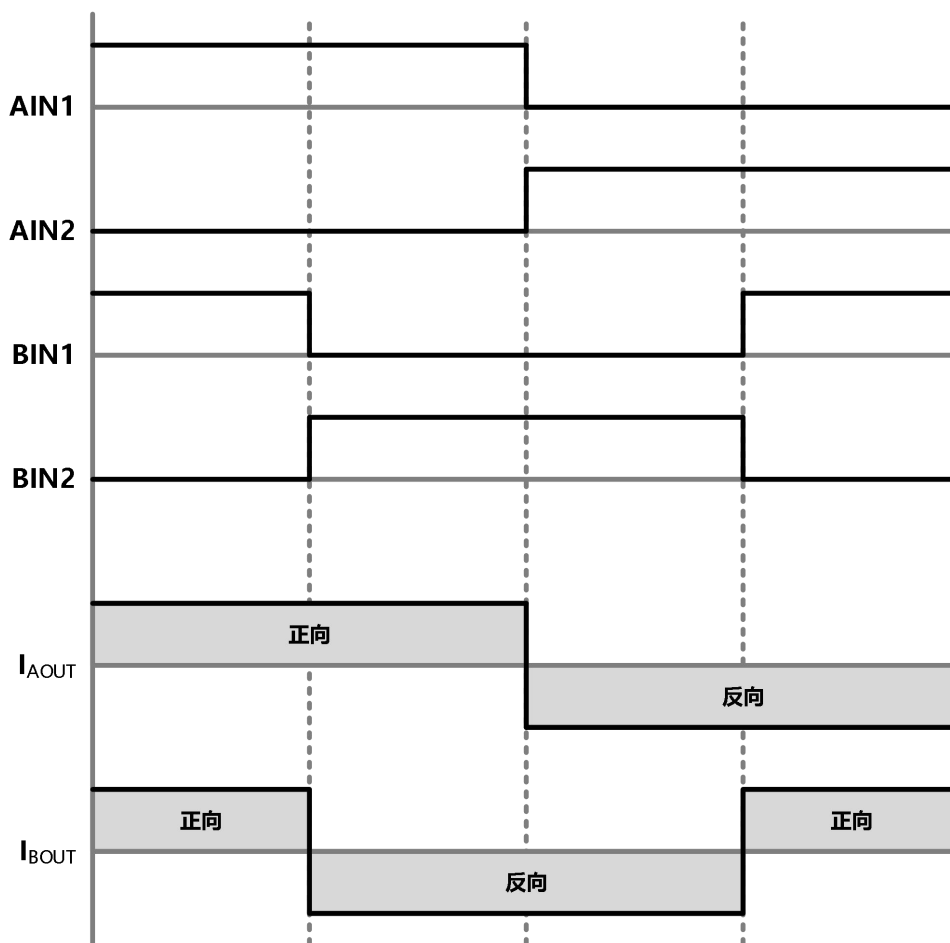
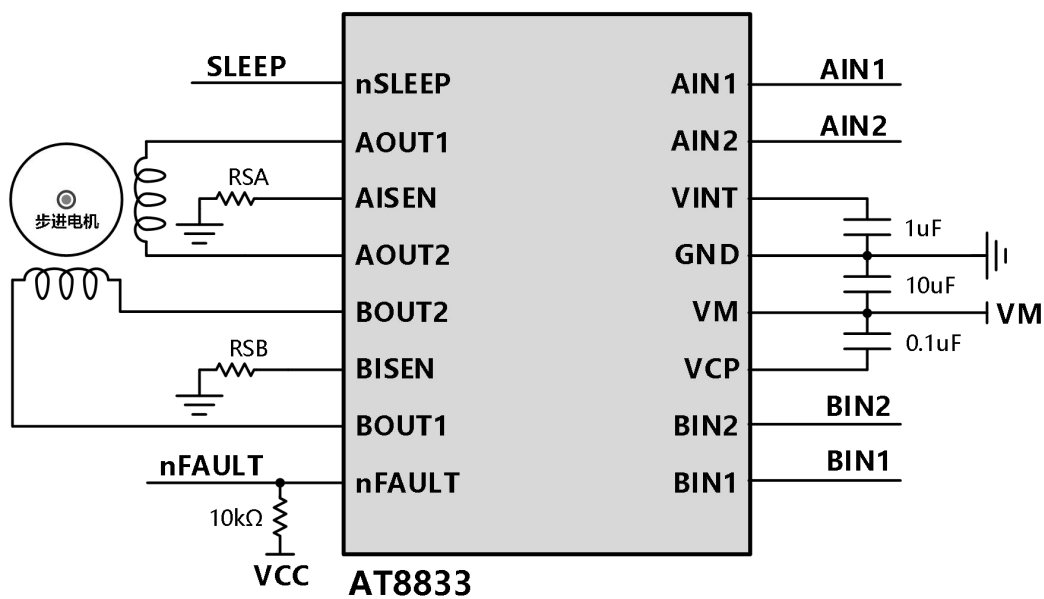
欠压锁定保护(UVLO)

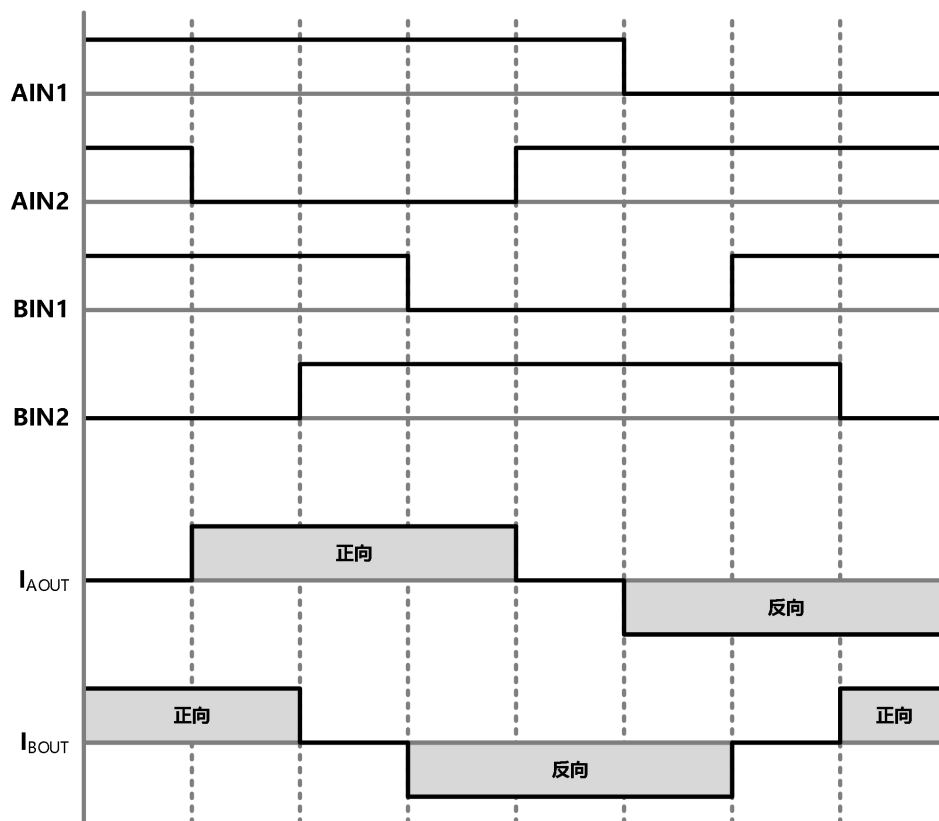
在任何时候，如果 VM 管脚上的电压降低到低于欠压锁定阈值，内部所有电路关断，内部逻辑复位。当 VM 上的电压上升到 UVLO 以上，所有功能恢复正常。



电路应用信息

双极步进电机模式





半步控制时序



版图注意事项

PCB 板上应覆设大块的散热片，地线的连接应有很宽的地线覆线。为了优化电路的电特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在散热片上。

对电极电源 VM，应该连接不小于 10uF 的电解电容对地耦合，电容应尽可能的靠近器件摆放。

为了避免因高速 dv/dt 变换引起的电容耦合问题，驱动电路输出端电路覆线应远离逻辑控制输入端的覆线。逻辑控制端的引线应采用低阻抗的走线以降低热阻引起的噪声。

地线设置

芯片所有的地线都应连接在一起，且连线还应改尽可能的短。一个位于器件下的星状发散的地线覆设，将是一个优化的设计。

在覆设的地线下方增加一个铜散热片会更好的优化电路性能。

电流取样设置

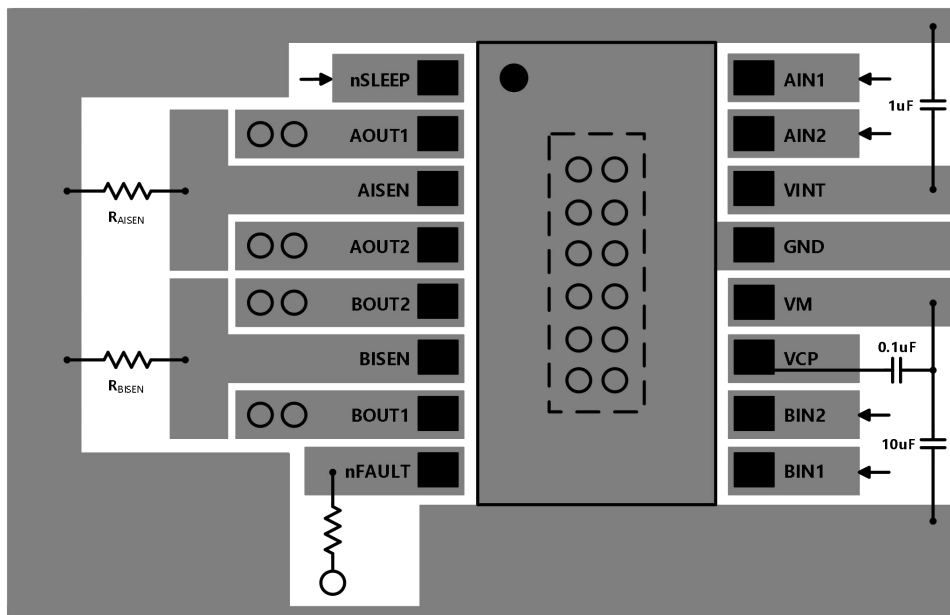
为了减小因为地线上的寄生电阻引起的误差，马达电流的取样电阻 R_S 接地的地线要单独设置，减小其他因素引起的误差。单独的地线最终要连接到星状分布的地线总线上，该连线要尽可能的短，对小阻值的 R_S ，由于 R_S 上的压降 $V = I \times R_S$ 为 0.2V，PCB 上的连线压降与 0.2V 的电压将显得不可忽视，这一点要考虑进去。

PCB 尽量避免使用测试转接插座，测试插座的连接电阻可能会改变 R_S 的大小，对电路造成误差。 R_S 值的选择遵循下列公式：

$$R_S = 0.2 / I_{TRIPmax}$$

热保护

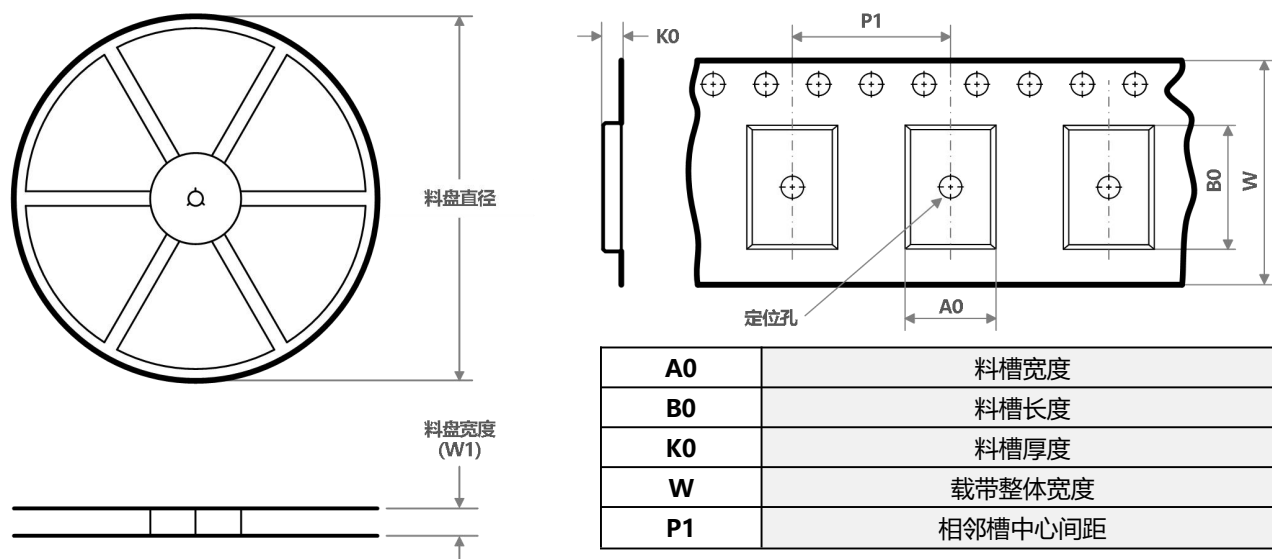
当内部电路结温超过 160°C 时，过温保护电路开始工作，关断内部所有电路，直到温度降低 45°C 才恢复正常工作状态。



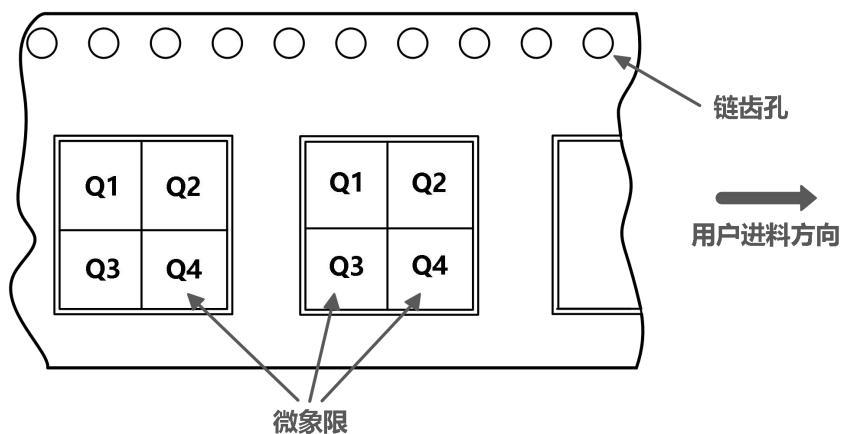
典型 PCB 布局图



编带料盘信息



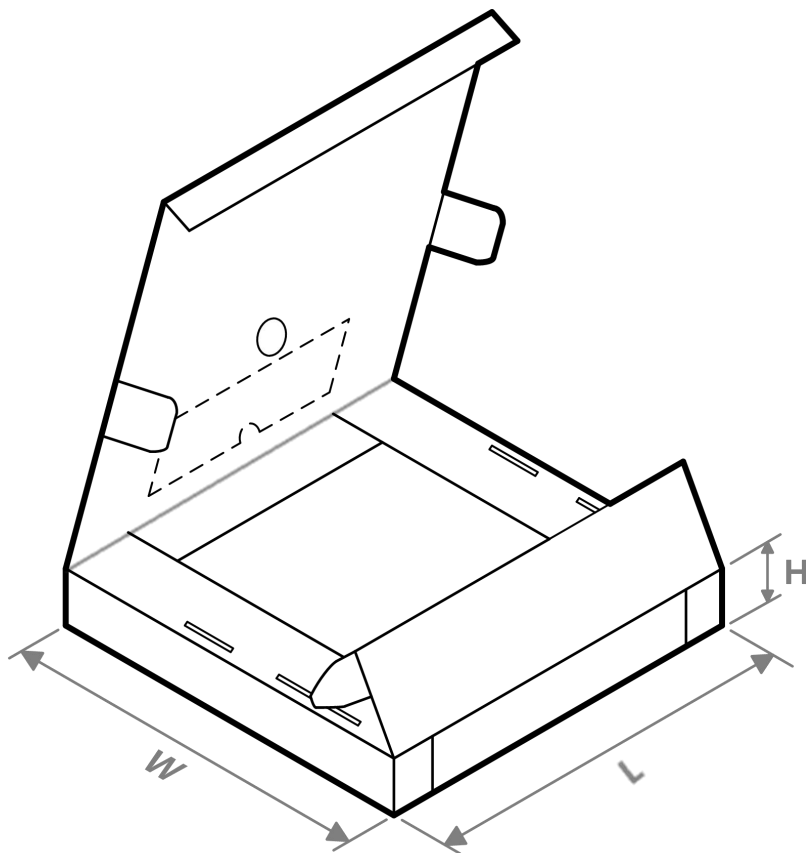
编带 PIN1 方位象限分配



| 器件 | 封装类型 | 封装标识 | 管脚数 | SPQ | 料盘直径 (mm) | 料盘宽度 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 象限 |
|----------|--------|------|-----|------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| AT8833CT | ETSSOP | CT | 16 | 3000 | 330 | 12 | 7.50 | 6.00 | 1.50 | 8 | 12 | Q1 |
| AT8833CQ | QFN | CQ | 16 | 5000 | 330 | 12 | 4.45 | 4.45 | 1.2 | 8 | 12 | Q2 |
| AT8833CR | QFN | CR | 16 | 5000 | 330 | 12 | 3.3 | 3.3 | 1.05 | 8 | 12 | Q2 |



编带料盘包装尺寸

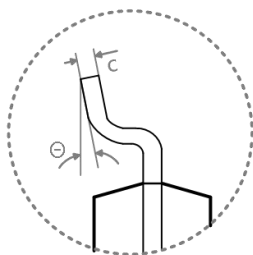
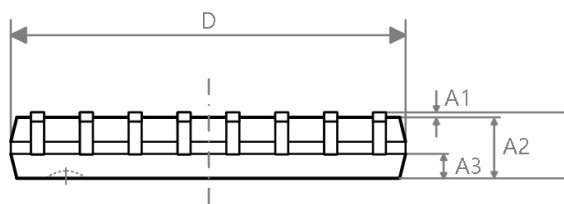
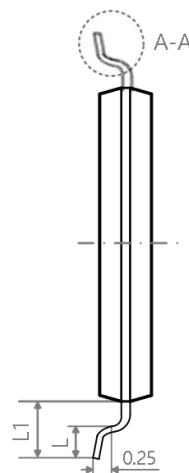
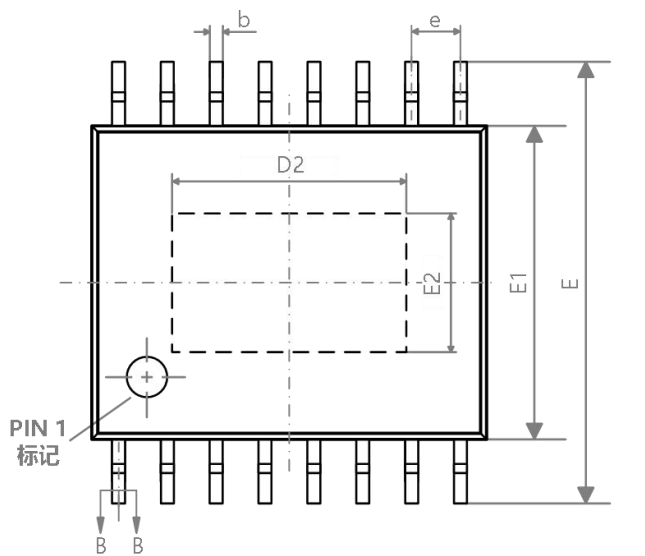
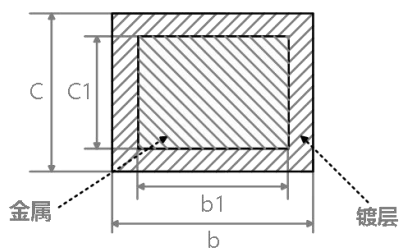


| 器件 | 封装类型 | 封装标识 | 管脚数 | SPQ | 长度(mm) | 宽度(mm) | 高度(mm) |
|----------|--------|------|-----|------|--------|--------|--------|
| AT8833CT | ETSSOP | CT | 16 | 3000 | 360 | 360 | 65 |
| AT8833CQ | QFN | CQ | 16 | 5000 | 365 | 365 | 70 |
| AT8833CR | QFN | CR | 16 | 5000 | 360 | 360 | 65 |



封装信息

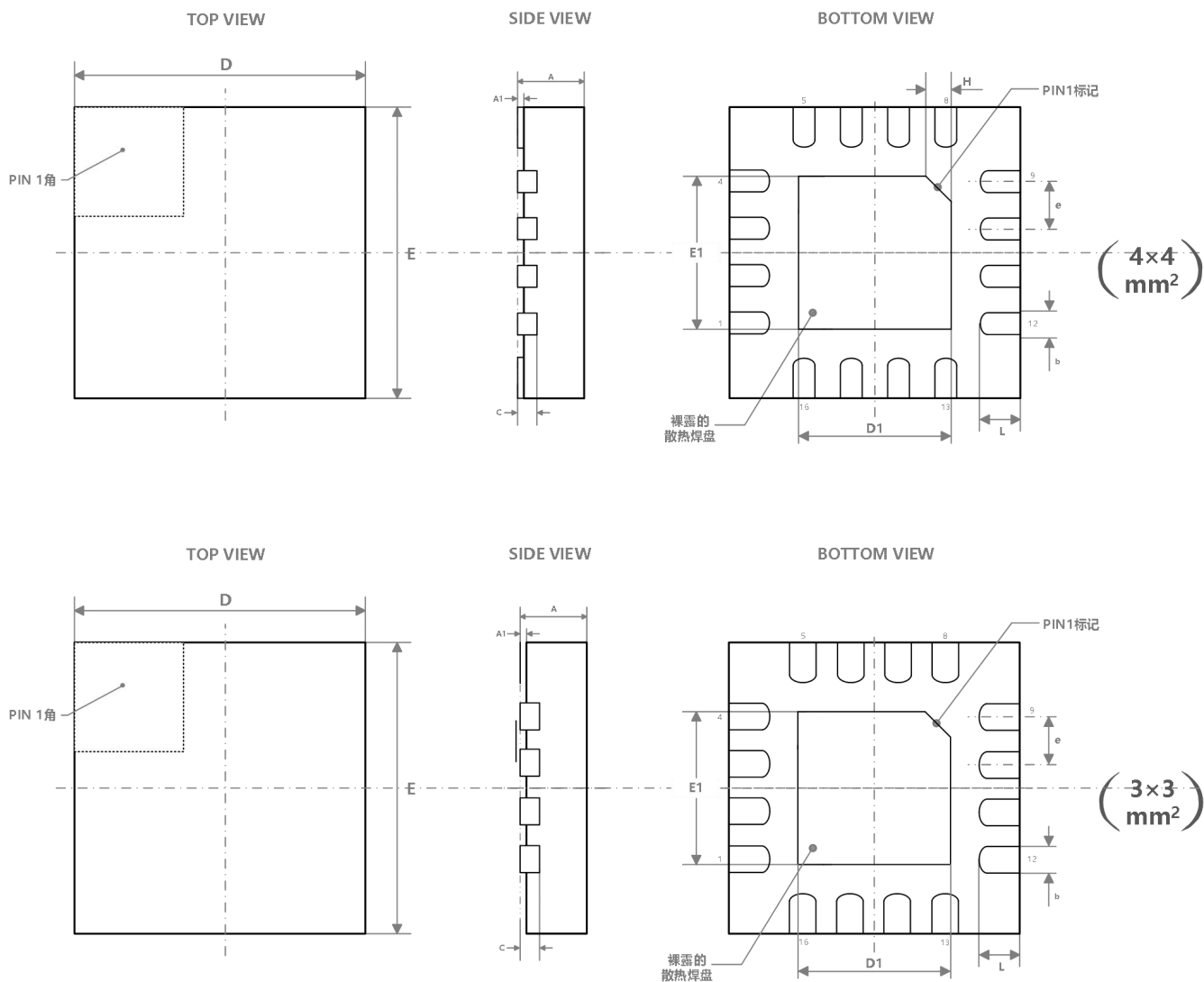
ETSSOP16

SECTION
A-ASECTION
B-B

| 符号 | 毫米(mm) | | |
|----|---------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | - | - | 1.20 |
| A1 | 0.90 | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.39 | 0.44 | 0.49 |
| b | 0.20 | - | 0.30 |
| b1 | 0.19 | 0.22 | 0.25 |
| c | 0.13 | - | 0.19 |
| c1 | 0.12 | 0.13 | 0.14 |
| D | 4.86 | 4.96 | 5.06 |
| D2 | 2.90 | 3.00 | 3.10 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.60 |
| E1 | 4.30 | 4.40 | 4.50 |
| E2 | 2.20 | 2.30 | 2.40 |
| e | 0.65BSC | | |
| L | 0.45 | - | 0.75 |
| L1 | 1.00BSC | | |
| θ | 0 | - | 8° |



QFN16



| 符号 | QFN16(4*4mm) | | QFN16(3*3mm) | |
|----|--------------|------|--------------|------|
| | 毫米(mm) | | 毫米(mm) | |
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| D | 3.90 | 4.10 | 2.90 | 3.10 |
| D1 | 2.10 | 2.30 | 1.55 | 1.75 |
| E | 3.90 | 4.10 | 2.90 | 3.10 |
| b | 0.25 | 0.35 | 0.18 | 0.30 |
| c | 0.18 | 0.25 | 0.18 | 0.25 |
| E1 | 2.10 | 2.30 | 1.55 | 1.75 |
| L | 0.45 | 0.65 | 0.35 | 0.45 |
| A | 0.70 | 0.80 | 0.70 | 0.80 |
| A1 | - | 0.05 | - | 0.05 |
| e | 0.650(BSC) | | 0.50(BSC) | |
| H | 0.30 | 0.40 | 0.20 | 0.30 |