



## 描述

HR3979是一种新近开发出来、专门用于双极步进电机的微步进电机驱动集成电路，能驱动马达以全、1/2、1/4及1/16步进操作，其内部集成了步进和直接译码接口、正反转控制电路、双H桥驱动，单路输出额定值达到35V、±2.5A。

内置转换器TRANSLATOR是电路工作的关键，它使得简单的施加一个脉冲给STEP就能够方便的控制马达的步进；通过选择MS1/MS2的电平就能够使马达在全、1/2、1/4、1/16步进模式间进行切换；它减少了负载相序表、高频控制线和外部编程接口；使得电路的外部控制界面变得简洁而高效；

电路内置的固定衰减时间电流调整电路，使得马达能够在快、慢或混合模式下工作，大大减小了马达转动时的噪声，增加了马达的步进精度，同时降低了电路的功耗；

内置的同步整流电路，使得电路工作在PWM模式，减小了电路功耗；内置热关断保护电路、欠压保护电路，以及CROSSOVER电流保护电路，避免了电路对上电顺序的特殊要求；

休眠功能可以使系统不工作时的功耗达到最低。休眠时芯片的大部分内部电路，如输出 DMOS、比较器及电荷泵等都将停止工作。

## 特点

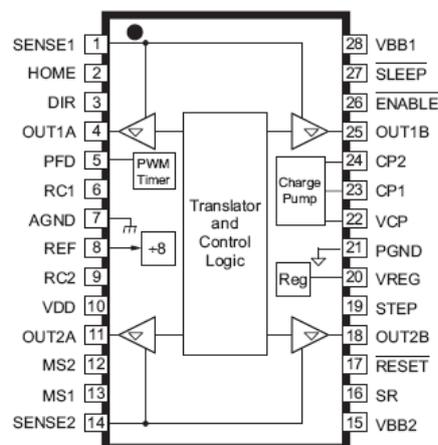
- ±2.5 A, 35 V 额定输出能力；
- $R_{DS(on)}$  : 源端0.28  $\Omega$  , 漏端0.22  $\Omega$  ；
- 混合式电流衰减控制模式；可选择快慢或混合衰减模式；
- 逻辑I/O电压范围 3.0—5.5 V；
- 全、1/2、1/4及1/16步进操作；
- 外部马达转向控制；
- Home 输出；
- 低功耗同步整流电路；
- UVLO和热关断保护电路；
- CROSSOVER电流保护电路
- 低功耗待机休眠

## 封装形式



带散热片的TSSOP28

## Pin-out Diagram



AGND and PGND must be connected together externally

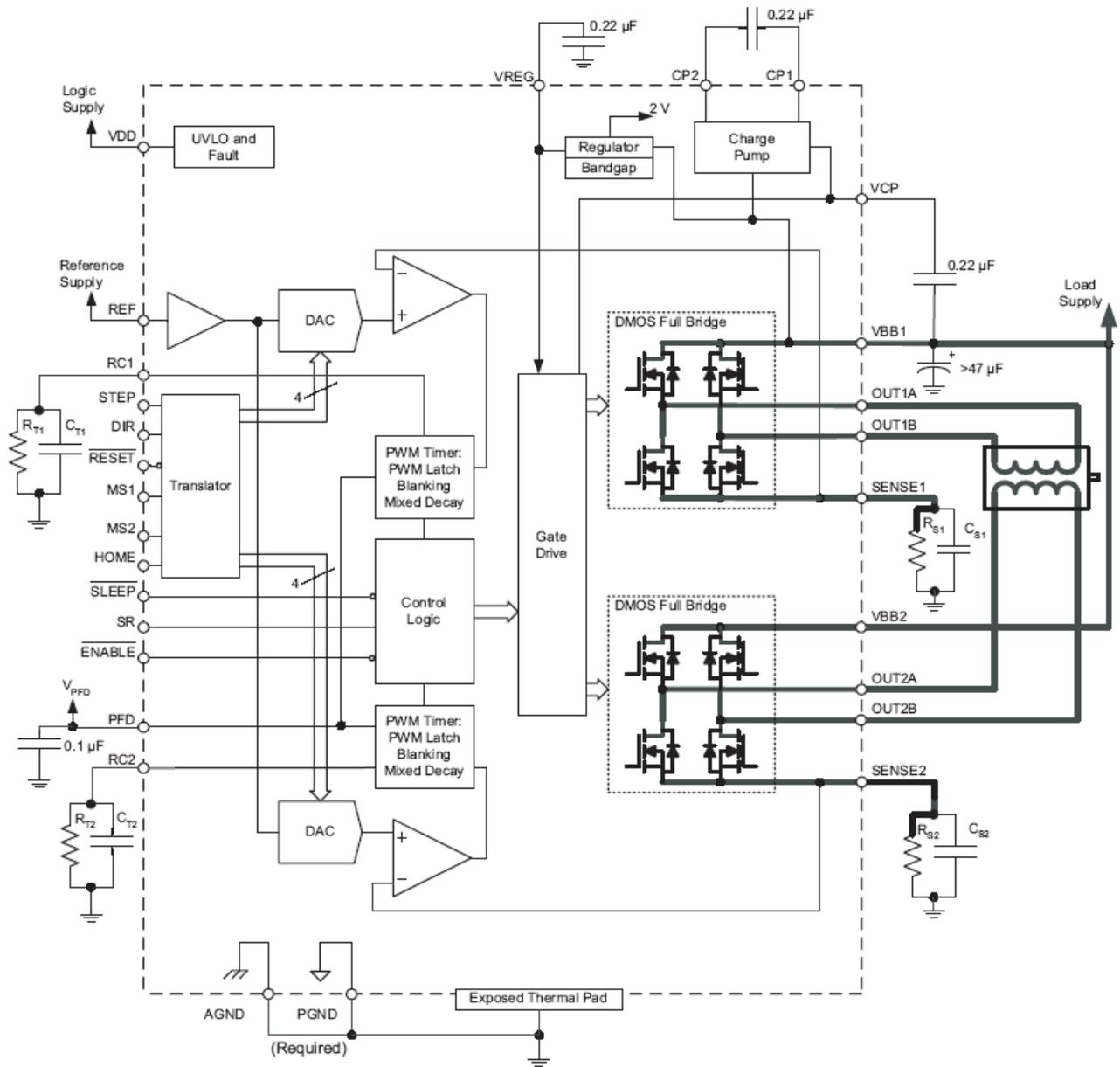
## 订购信息

| Part Number | Package                              | Packing              |
|-------------|--------------------------------------|----------------------|
| HR3979      | 28pin TSSOP with exposed thermal pad | 4000 pieces per reel |

## 电路工作极限

| Characteristic | Symbol            | Notes  | Rating                 | Units |
|----------------|-------------------|--|------------------------|-------|
| 电源电压           | $V_{BB}$          |  | 35                     | V     |
| 控制电路电源电压       | $V_{DD}$          |  | 7.0                    | V     |
| 输出电流           | $I_{OUT}$         | 输出电流大小受占空比、环境温度、封装散热等因素影响；不论在何种情况下，不要超过规范指定的额定值使用，并保证电路的结温不能超过 150°C | ±2.5                   | A     |
| 逻辑控制电路电压       | $V_{IN}$          | $t_W > 30 \text{ ns}$  | -0.3 to $V_{DD} + 0.3$ | V     |
|                |                   | $t_W < 30 \text{ ns}$  | -1 to $V_{DD} + 1$     |       |
| 采样电压           | $V_{SENSEx}$      |  | 0.5                    | V     |
| 输入参考电压         | $V_{REF}$         |  | $V_{DD}$               | V     |
| 工作环境温度         | $T_A$             | Range S  | -20 to 85              | °C    |
| 工作结温           | $T_J(\text{max})$ |  | 150                    | °C    |
| 存储温度           | $T_{stg}$         |  | -55 to 150             | °C    |

电路结构框图



电特性, 均在  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{BB} = 35\text{V}$ ,  $V_{DD} = 3.0$  to  $5.5\text{V}$  时测定, 除非特殊说明。

| Characteristics      | Symbol        | Test Conditions                                 | Min.                | Typ. <sup>1</sup>    | Max.                | Units            |
|----------------------|---------------|---|---------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| <b>输出驱动</b>          |               |   |                     |                      |                     |                  |
| 电机电源电压范围             | $V_{BB}$      | Operating                                       | 8.0                 | -                    | 35                  | V                |
|                      |               | During Sleep Mode                               | 0                   | -                    | 35                  | V                |
| 输出漏电源 <sup>2</sup>   | $I_{DSS}$     | $V_{OUT} = V_{BB}$                              | -                   | <1.0                 | 20                  | $\mu\text{A}$    |
|                      |               | $V_{OUT} = 0\text{V}$                           | -                   | <1.0                 | -20                 | $\mu\text{A}$    |
| 导通电阻                 | $R_{DS(on)}$  | Source driver, $I_{OUT} = -2.5\text{A}$         | -                   | 280                  | 335                 | $\text{m}\Omega$ |
|                      |               | Sink driver, $I_{OUT} = 2.5\text{A}$            | -                   | 220                  | 265                 | $\text{m}\Omega$ |
| 体二极管导通电压             | $V_F$         | Source driver, $I_{OUT} = -2.5\text{A}$         | -                   | -                    | 1.4                 | V                |
|                      |               | Sink driver, $I_{OUT} = 2.5\text{A}$            | -                   | -                    | 1.4                 | V                |
| 马达电源电流               | $I_{BB}$      | $f_{PWM} < 50\text{kHz}$                        | -                   | -                    | 8.0                 | $\text{mA}$      |
|                      |               | Operating, outputs disabled                     | -                   | -                    | 6.0                 | $\text{mA}$      |
|                      |               | Sleep mode                                      | -                   | -                    | 20                  | $\mu\text{A}$    |
| <b>控制逻辑</b>          |               |   |                     |                      |                     |                  |
| 逻辑电源电压范围             | $V_{DD}$      | Operating                                       | 3.0                 | 5.0                  | 5.5                 | V                |
| 逻辑电源电流               | $I_{DD}$      | $f_{PWM} < 50\text{kHz}$                        |                     |                      | 12                  | $\text{mA}$      |
|                      |               | Outputs off                                     |                     |                      | 10                  | $\text{mA}$      |
|                      |               | Sleep mode                                      |                     |                      | 20                  | $\mu\text{A}$    |
| 逻辑输入电压               | $V_{IN(1)}$   |   | $0.7 \times V_{DD}$ | -                    | -                   | V                |
|                      | $V_{IN(0)}$   |   | -                   | -                    | $0.3 \times V_{DD}$ | V                |
| 逻辑输入漏电流 <sup>2</sup> | $I_{IN}$      | $V_{IN} = 0$ to $5\text{V}$                     | -20                 | <1.0                 | 20                  | $\mu\text{A}$    |
| REF输入电压范围            | $V_{REF}$     | Operating                                       | 0                   | -                    | $V_{DD}$            | V                |
| REF输入漏电流             | $I_{REF}$     |   | -                   | 0                    | $\pm 3$             | $\mu\text{A}$    |
| HOME输出电压             | $V_{HOME(1)}$ | $I_{HOME(1)} = -200\mu\text{A}$                 | $0.7 \times V_{DD}$ | -                    | -                   | V                |
|                      | $V_{HOME(0)}$ | $I_{HOME(0)} = -200\mu\text{A}$                 | -                   | -                    | $0.3 \times V_{DD}$ | V                |
| 混合衰减模式触发电压           | $V_{PFDH}$    |   | -                   | $0.6 \times V_{DD}$  | -                   | V                |
|                      | $V_{PFDL}$    |   | -                   | $0.21 \times V_{DD}$ | -                   | V                |
| 增益误差 <sup>3</sup>    | $E_G$         | $V_{REF} = 2\text{V}$ , Phase Current = 38.27%  | -                   | -                    | $\pm 10$            | %                |
|                      |               | $V_{REF} = 2\text{V}$ , Phase Current = 70.71%  | -                   | -                    | $\pm 5.0$           | %                |
|                      |               | $V_{REF} = 2\text{V}$ , Phase Current = 100%    | -                   | -                    | $\pm 5.0$           | %                |
| STEP脉宽               | $t_w$         |   | 1                   | -                    | -                   | $\mu\text{s}$    |
| Blank Time           | $t_{BLANK}$   | $R_T = 56\text{k}\Omega$ , $C_T = 680\text{pF}$ | 0.7                 | 0.95                 | 1.2                 | $\mu\text{s}$    |
| 固定衰减时间               | $t_{OFF}$     | $R_T = 56\text{k}\Omega$ , $C_T = 680\text{pF}$ | 30                  | 38                   | 46                  | $\mu\text{s}$    |
| Crossover Dead Time  | $t_{DT}$      | Synchronous rectification enabled               | 100                 | 475                  | 800                 | ns               |

| 保护电路                         |                 |                 |      |     |      |    |
|------------------------------|-----------------|-----------------|------|-----|------|----|
| VDD UVLO Threshold           | $V_{UV(VDD)}$   | $V_{DD}$ rising | 2.45 | 2.7 | 2.95 | V  |
| VDD Hysteresis               | $V_{UV(VDD)hy}$ |                 | 50   | 100 | –    | mV |
| Thermal Shutdown Temperature | $T_{JTSD}$      |                 | –    | 150 | –    | °C |
| Thermal Shutdown Hysteresis  | $T_{JTSDhys}$   |                 | –    | 15  | –    | °C |

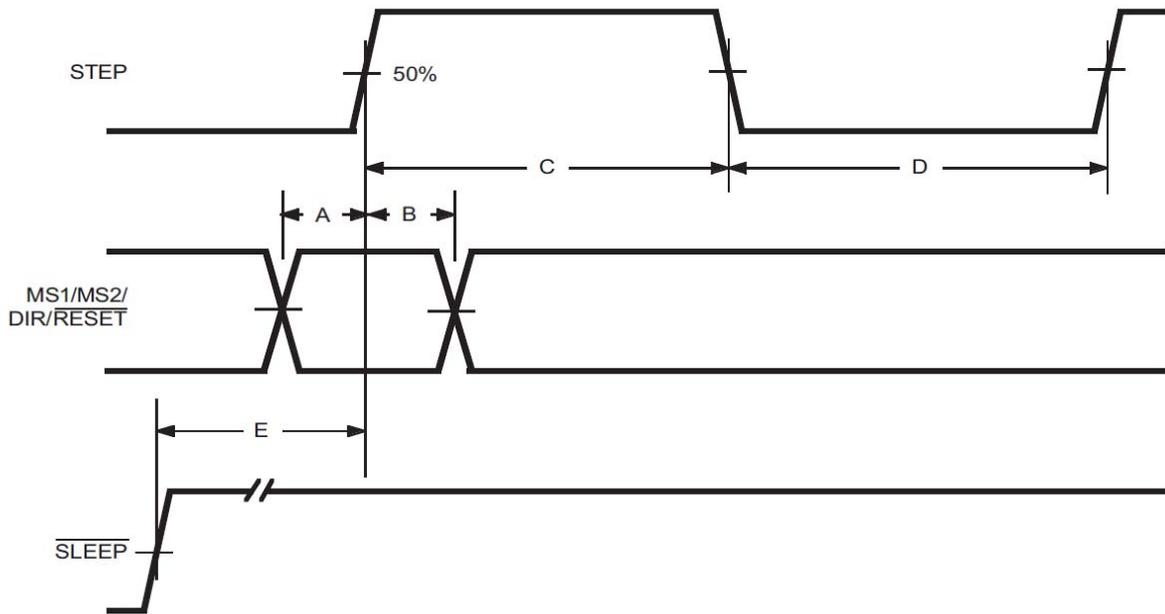
<sup>1</sup>参数典型值只是指原始设计的设定值，是在优化了工艺条件和应用条件的情况下的值。实际应用中测试参数可能会偏离典型值，但在最大值和最小值间。

<sup>2</sup>负电流定义是针对特殊的电流流出的pin脚。

$$^3E_G = [(V_{REF/8}) - V_{SENSE}] / (V_{REF/8}).$$

电路控制信号时序上的要求:

( $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 5\text{ V}$ , Logic Levels are  $V_{DD}$  and Ground)



- A. Minimum Command Active Time  
Before Step Pulse (Data Set-Up Time) ..... 200 ns
- B. Minimum Command Active Time  
After Step Pulse (Data Hold Time)..... 200 ns
- C. Minimum STEP Pulse Width ..... 1.0 ns
- D. Minimum STEP Low Time ..... 1.0 ns
- E. Maximum Wake-Up Time ..... 1.0 ms

图1. 逻辑控制接口的时序图

表1: 微步进控制逻辑真值表

| MS1 | MS2 | Microstep Resolution | Excitation Mode |
|-----|-----|----------------------|-----------------|
| L   | L   | 全步进                  | 2 Phase         |
| H   | L   | 1/2步进                | 1/2 Phase       |
| L   | H   | 1/4 步进               | W 1/2 Phase     |
| H   | H   | 1/16 步进              | 4W 1/2 Phase    |

## 模块功能描述

**器件工作:** HR3979是一款内置TRANSLATOR的用于双极步进电机的微步进电机驱动集成电路，能驱动双极马达以全、1/2、1/4及1/16步进运行。其中流过每个半桥的电流都由一个有固定截止时间的PWM电路控制，以限制其负载电流在一个设定值。在每一个步进，流过电机的电流由外部的电流采样电阻 $R_S$ 、外部参考电压 $V_{REF}$ 以及DAC的输出电压决定。而DAC的输出电压由TRANSLATOR的逻辑输出进行精确控制，产生类似正弦波的台阶电压输出。

当电路上电或重启时，TRANSLATOR将DAC的输出和相位电流设定为HOME输入对应的初始状态，将两相整流电路都设置为混合衰减模式；当STEP信号上升沿高电位触发时，DAC自动进入下一个台阶，相应的马达电流也作对应的调整；电流的大小由表2列表所示。电机的微步进控制由MS1、MS2设定，具体真值表见表1。

当STEP上升沿触发时，如果下一级的DAC输出低于当前一级的输出，电路进入PFD输入电压决定的衰减模式（快衰、慢衰或混合衰减）；如果下一级的DAC输出高于当前一级的输出，电路只能进入慢衰减模式。电流衰减模式的自动切换增强了马达运转的稳定性，减小了马达运转的噪音。

**上电输入 (nRESET):** RESET输入（低电位有效）使得TRANSLATOR恢复初始状态，关断所有DMOS输出，HOME输出变为低电平，此时STEP输入无效，直到RESET冲洗变为高电平为止。

**HOME输出 (HOME):** HOME是TRANSLATOR的初始状态的输出显示器，电路上电时，TRANSLATOR将电机置位为初始状态。

**STEP输入:** STEP信号高电平触发有效，通过TRANSLATOR控制，每个STEP高电平触发使得电机有一个步进的变化。TRANSLATOR控制DAC的输入和流过马达线圈的电流方向；每一步进的电流大小和转动角度由MS1和MS2输入逻辑电平控制。具体逻辑控制真值表见表1。

**微步进方式选择 (MS1、MS2):** MS1和MS2决定微步进的控制方式，具体逻辑控制真值表见表1。MS1、MS2的任何变化在下一个STEP上升沿到来之前对电路不产生影响；

**步进控制:** 步进控制信号有步进输入 (STEP)、步进模式逻辑输入 (MS1, MS2) 以及方向控制信号 (DIR)。每一次上电或复位 (RESET=0) 后，在内置译码器的作用下将H桥的输出预置到HOME输入所对应的输出状态，然后当STEP输入的上升沿到来后，内置译码器将根据步进逻辑的输入值（步进模式见表Table1）控制H桥的输出，使电机在当前步进模式下产生一次步进。步进的方向由DIR的输入逻辑控制，其高、低电平分别控制双相电机正反转。

步进的方向由DIR的输入逻辑控制，其高、低电平分别控制双相电机正反转。全步进转过的角度为 $45^\circ$ 。

**内部PWM电流控制:** 每一个H桥都有一个有固定截止时间的PWM电流控制电路，以限制其负载电流在一个设计值。初始时，对角线上的一对源接收DMOS（一对上下桥臂）处于输出状态，电流流经电机绕组和SENCE脚所接的电流取样电阻（见图1）。当取样电阻上的压降等于DAC的输出电压时，电流取样比较器将PWM锁存器复位，从而关断源驱动器（上桥臂），进入慢衰减模式；或同时关断源接收驱动器（上下桥臂）进入快或混合衰减模式，使产生环流或电流回流至源端。该环流或回流将持续衰减至固定截止时间结束为止。然后，正确的输出桥臂被再次启动，电机绕组电流再次增加，整个PWM循环完成。其中，最大限流 $I_{MAX}$ 是由取样电阻 $R_S$ 和电流取样比较器的输入电平 $V_{REF}$ 控制的：

$$I_{TRIPmax} = V_{REF} / 8R_S$$

每步的实际电流为最大电流的百分比，近似为：

$$I_{TRIP} = (\%I_{TRIPmax}/100)T_{TRIPmax}$$

注意：SENSE脚上的最大电压不能超过0.5V。对全步进，由于DAC的输出信号为 $0.707 \cdot V_{REF}/8$ ，此时 $V_{REF}$ 输入可以达到VDD，但在其他步进制式， $V_{REF}$ 不能大于4V。

**固定衰减时间 $t_{OFF}$ :** RC1和RC2引脚是为内部PWM电路提供固定截止时间的。HR3979的内部PWM控制电路是用一个脉冲来控制器件的截止时间的。而这个脉冲的—84—截止时间 $t_{off}$ 就是由RC1和RC2引脚对地所接的电阻 $R_T$ 和电容 $C_T$ 决定的，即：

$$t_{OFF} = R_T C_T$$

式中，电阻 $R_T$ 和电容 $C_T$ 的取值范围分别为12~100k  $\Omega$ 及470~1500pF。

另外，除了可以为内部PWM控制提供截止时间外， $C_T$ 还为比较器提供了关断时间 $t_{BLANK}$ 。HR3979的设计要求其输出由内部电流控制电路切换时，电路取样比较器的输出是被禁止的。从而可以防止对过电流检测作出误判断。 $t_{BLANK}$ 的取值为：

$$t_{BLANK} = 1400 C_T,$$

**电流衰减模式控制:** HR3979具有自动检测电流衰减及选择电流衰减模式功能，从而能给微步进提供最佳的正弦电流输出。电流衰减模式由PFD的输入进行控制，其输入电平的高低控制输出电流处于慢、快及混合衰减模式。如果PFD的输入电压高于 $0.6V_{DD}$ ，则选择慢衰减模式。如果PFD的输入电压低于 $0.21V_{DD}$ ，则选择快衰减模式。处于二者之间的PFD电平值将选择混合衰减模式。其中混合衰减模式将一个PWM周期的固定截止时间分为快、慢两个衰减部分。当电流达到最大限流 $I_{max}$ 后，系统将进入快衰减模式直至SENSE上的取样电压衰减至PFD的端电压 $V_{PFD}$ 。经过 $t_{FD}$ 的快衰减后，器件将切换至慢衰减模式直至固定截止时间结束。其中，器件工作在快衰减模式的时间 $t_{FD}$ 为：

$$t_{FD} = R_T * C_T * \ln(0.6V_{DD} / V_{PFD})$$

**电荷泵 (CP1和CP2):** 电荷泵用来生成一个高于VBB的电压，去驱动输出高端DMOS的栅。一个0.22uF的陶瓷电容接在CP1、CP2之间，实现泵电荷的目的。一个0.22uF陶瓷电容接在VCP、VBB之间，用来存储电荷，去驱动高端DMOS器件。

**马达转动方向控制 (DIR):** IDR输入控制马达的转动方向，在STEP信号上升沿触发到来之前，任何DIR上的变动都对电路不产生影响；

**SHUTDOWN 关断:** 当电路发生过温保护或者发生VCP的欠压闭锁时，SHUTDOWN功能正常工作，此时电路的正常功能被禁止，直到电路脱离SHUTDOWN条件。

**输出关断(nENABLE):** 在结温过高、VCP电压过低的错误状态，芯片输出被关断直到错误状态解除。当芯片上电时，因VDD、或VBB电压过低，芯片输出级也处于被关断状态。

**SHUTDOWN 关断:** 当电路发生过温保护或者发生VCP的欠压闭锁时，SHUTDOWN功能正常工作，此时电路的正常功能被禁止，直到电路脱离SHUTDOWN条件。

在电路上电过程中，VDD电压还没有达到电压阈值时，VDD的欠压闭锁电路使输出DMOS电路全部关断，HOME输出被设置为初始状态。

**VREG:** 电路内部产生的基准电压，用于低端门级驱动的DMOS电源。VREG外部必须通过一个0.22uF电容耦合到地。VREG作为内部电路的一个监视器，当内部VREG没有正常工作时，DMOS器件输出被禁止。

**休眠模式(nSLEEP):** 当SLEEP引脚输入为低电平时，器件将进入休眠模式，从而大大降低器件空闲的功耗。进入休眠模式后器件的大部分内部电路包括DMOS输出电路、调节器及电荷泵等都将停止工作。当其输入翻转为高电平时，系统恢复到正常的操作状态并将器件的输出预置到HOME状态，为了内部电荷泵恢复稳定工作，在SLEEP恢复高电平并延时1ms后STEP信号才能起作用。

**同步整流控制(SR):** 同步整流控制是由SR的逻辑输入控制的。当SR输入为低电平时，同步整流功能将被启动。此期间，当检测到电流为零值时，可通过关闭同步整流功能来防止负载电流反向，从而防止了电机绕组反方向导通。而当SR输入为高电平时，同步整流将被禁止。

## 电路应用信息

**版图注意事项:** PCB板上硬覆设大块的散热片，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VBB，应该连接不小于47uF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:** AGND和PGND的连线必须在芯片外部短接。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。

**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，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Rs，由于Rs上的压降 $V=I*Rs$ 小于0.5V，PCB上的连线压降与0.5V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Rs的大小，对电路造成误差。Rs值的选择遵循下列公式：

$$R_s = 0.5 / I_{TRIPmax}$$

**热保护:** 当内部电路结温超过150℃时，过温模块开始工作，关断内部多有驱动电路。过温保护电路只保护电路温度过高产生的问题，而不对输出短路的情况产生影响。热关断的阈值窗口大小为15℃。

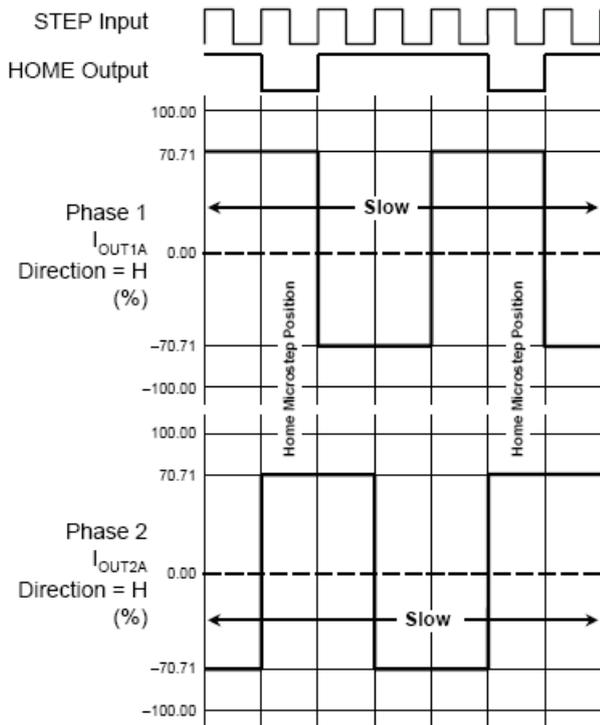


Figure 2. Decay Mode for Full-Step Increments

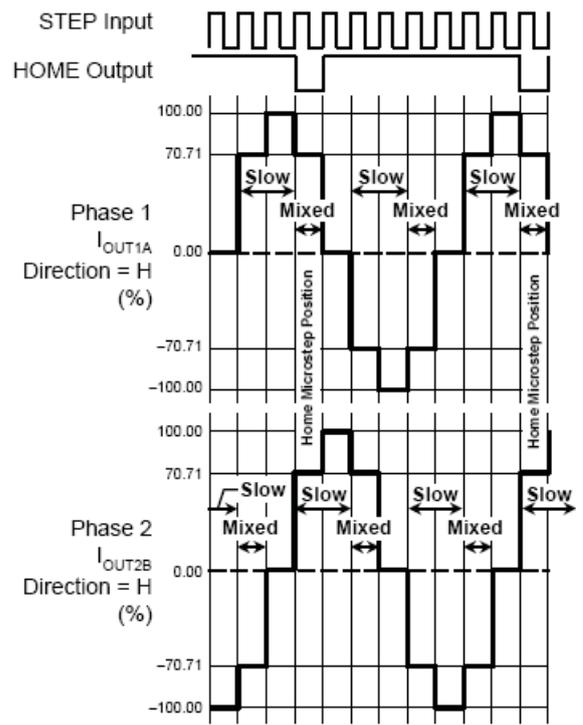


Figure 3. Decay Modes for Half-Step Increments

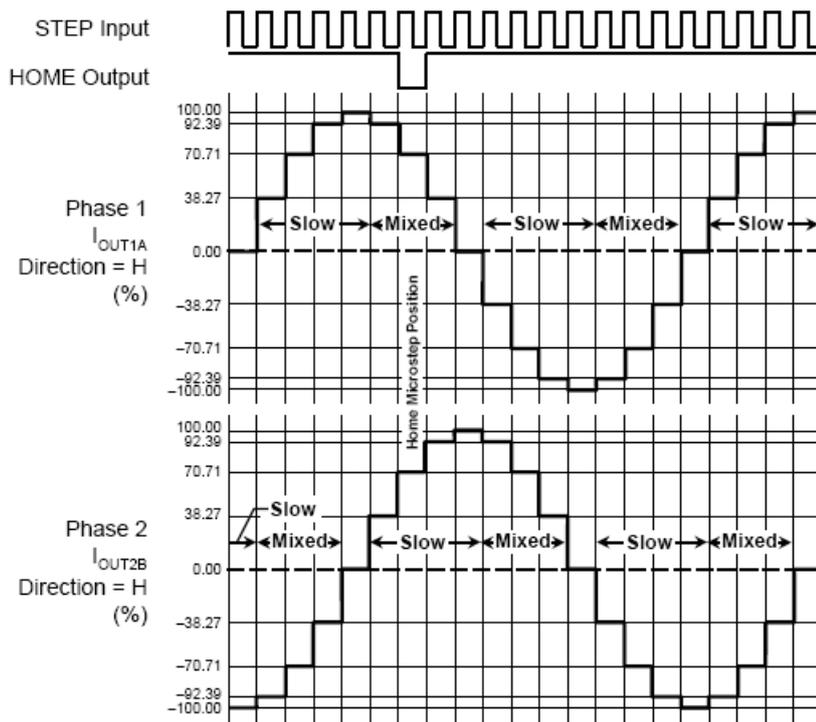


Figure 4. Decay Modes for Quarter-Step Increments

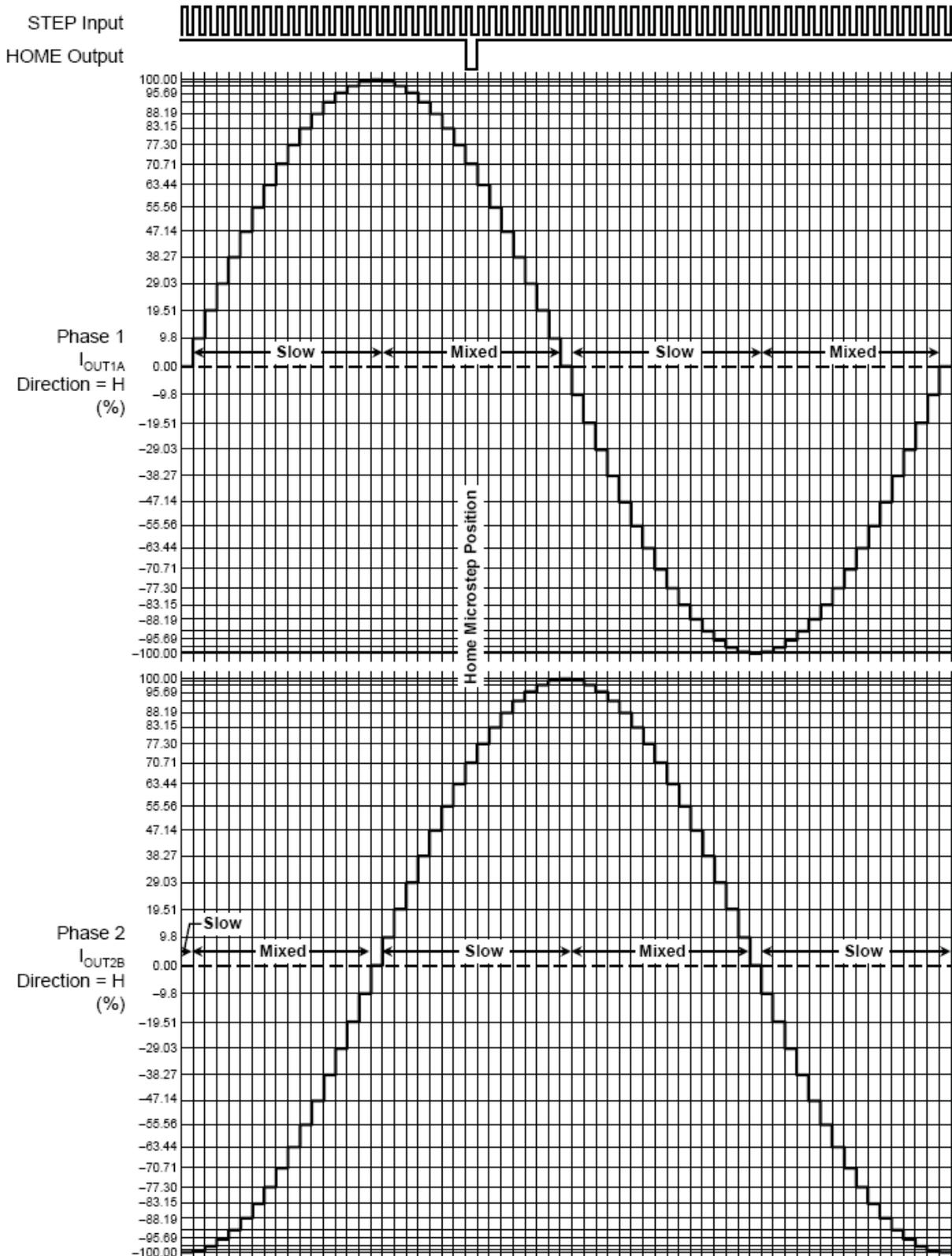


Figure 5. Decay Modes for Sixteenth-Step Increments

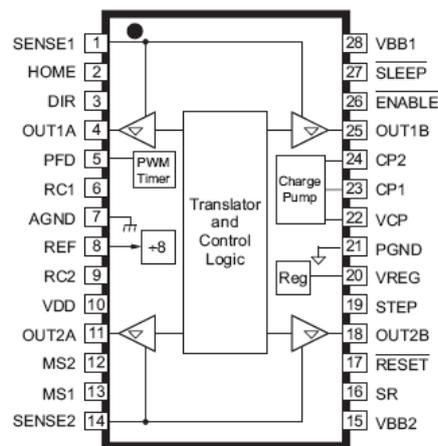
Table 2. Step Sequencing Settings

马达初始状态时转矩角是45°; DIR = H; 360° = 4 full steps.

| Full Step # | Half Step # | 1/4 Step # | 1/16 Step # | Phase 1 Current [% ItripMax] | Phase 2 Current [% ItripMax] | Step Angle | Full Step # | Half Step # | 1/4 Step # | 1/16 Step # | Phase 1 Current [% ItripMax] | Phase 2 Current [% ItripMax] | Step Angle |
|-------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|------------|
|             | 1           | 1          | 1           | 100.00                       | 0.00                         | 0.0        |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 2           | 99.52                        | 9.80                         | 5.6        |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 3           | 98.08                        | 19.51                        | 11.3       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 4           | 95.69                        | 29.03                        | 16.9       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             | 2          | 5           | 92.39                        | 38.27                        | 22.5       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 6           | 88.19                        | 47.14                        | 28.1       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 7           | 83.15                        | 55.56                        | 33.8       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 8           | 77.30                        | 63.44                        | 39.4       |             |             |            |             |                              |                              |            |
| 1           | 2           | 3          | 9           | 70.71                        | 70.71                        | 45.0       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 10          | 63.44                        | 77.30                        | 50.6       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 11          | 55.56                        | 83.15                        | 56.3       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 12          | 47.14                        | 88.19                        | 61.9       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             | 4          | 13          | 38.27                        | 92.39                        | 67.5       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 14          | 29.03                        | 95.69                        | 73.1       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 15          | 19.51                        | 98.08                        | 78.8       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 16          | 9.80                         | 99.52                        | 84.4       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             | 3           | 5          | 17          | 0.00                         | 100.00                       | 90.0       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 18          | -9.80                        | 99.52                        | 95.6       |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 19          | -19.51                       | 98.08                        | 101.3      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 20          | -29.03                       | 95.69                        | 106.9      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             | 6          | 21          | -38.27                       | 92.39                        | 112.5      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 22          | -47.14                       | 88.19                        | 118.1      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 23          | -55.56                       | 83.15                        | 123.8      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 24          | -63.44                       | 77.30                        | 129.4      |             |             |            |             |                              |                              |            |
| 2           | 4           | 7          | 25          | -70.71                       | 70.71                        | 135.0      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 26          | -77.30                       | 63.44                        | 140.6      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 27          | -83.15                       | 55.56                        | 146.3      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 28          | -88.19                       | 47.14                        | 151.9      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             | 8          | 29          | -92.39                       | 38.27                        | 157.5      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 30          | -95.69                       | 29.03                        | 163.1      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 31          | -98.08                       | 19.51                        | 168.8      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            | 32          | -99.52                       | 9.80                         | 174.4      |             |             |            |             |                              |                              |            |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             | 5           | 9          | 33          | -100.00                      | 0.00                         | 180.0      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 34          | -99.52                       | -9.80                        | 185.6      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 35          | -98.08                       | -19.51                       | 191.3      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 36          | -95.69                       | -29.03                       | 196.9      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             | 10         | 37          | -92.39                       | -38.27                       | 202.5      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 38          | -88.19                       | -47.14                       | 208.1      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 39          | -83.15                       | -55.56                       | 213.8      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 40          | -77.30                       | -63.44                       | 219.4      |
|             |             |            |             |                              |                              |            | 3           | 6           | 11         | 41          | -70.71                       | -70.71                       | 225.0      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 42          | -63.44                       | -77.30                       | 230.6      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 43          | -55.56                       | -83.15                       | 236.3      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 44          | -47.14                       | -88.19                       | 241.9      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             | 12         | 45          | -38.27                       | -92.39                       | 247.5      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 46          | -29.03                       | -95.69                       | 253.1      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 47          | -19.51                       | -98.08                       | 258.8      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 48          | -9.80                        | -99.52                       | 264.4      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             | 7           | 13         | 49          | 0.00                         | -100.00                      | 270.0      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 50          | 9.80                         | -99.52                       | 275.6      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 51          | 19.51                        | -98.08                       | 281.3      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 52          | 29.03                        | -95.69                       | 286.9      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             | 14         | 53          | 38.27                        | -92.39                       | 292.5      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 54          | 47.14                        | -88.19                       | 298.1      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 55          | 55.56                        | -83.15                       | 303.8      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 56          | 63.44                        | -77.30                       | 309.4      |
|             |             |            |             |                              |                              |            | 4           | 8           | 15         | 57          | 70.71                        | -70.71                       | 315.0      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 58          | 77.30                        | -63.44                       | 320.6      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 59          | 83.15                        | -55.56                       | 326.3      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 60          | 88.19                        | -47.14                       | 331.9      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             | 16         | 61          | 92.39                        | -38.27                       | 337.5      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 62          | 95.69                        | -29.03                       | 343.1      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 63          | 98.08                        | -19.51                       | 348.8      |
|             |             |            |             |                              |                              |            |             |             |            | 64          | 99.52                        | -9.80                        | 354.4      |

## Pin-out Diagrams

## Pin-out Diagram

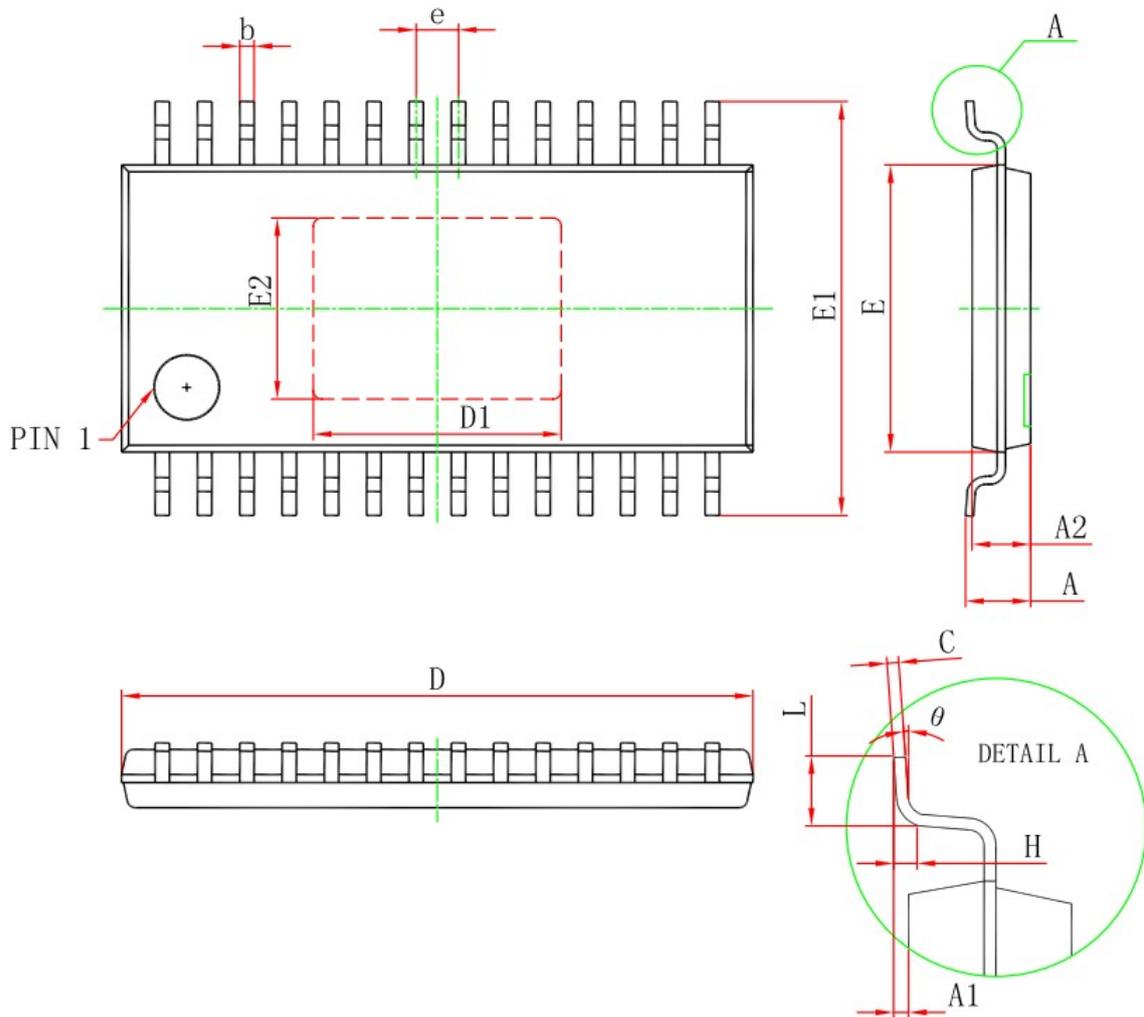


AGND and PGND must be connected together externally

Terminal List Table

| Number | Pin Name     | Pin Description                           |
|--------|--------------|---|
| 1      | SENSE1       | Sense resistor for bridge 1               |
| 2      | HOME         | Logic output                              |
| 3      | DIR          | Logic Input                               |
| 4      | OUT1A        | DMOS H bridge 1 output A                  |
| 5      | PFD          | Mixed decay setting                       |
| 6      | RC1          | Analog Input for fixed offtime – bridge 1 |
| 7      | AGND         | Analog ground                             |
| 8      | REF          | Gm reference input                        |
| 9      | RC2          | Analog input for fixed offtime – bridge 2 |
| 10     | LOGIC SUPPLY | VDD, the logic supply voltage             |
| 11     | OUT2A        | DMOS H bridge 2 output A                  |
| 12     | MS2          | Logic input                               |
| 13     | MS1          | Logic input                               |
| 14     | SENSE2       | Sense resistor for bridge 2               |
| 15     | LOAD SUPPLY2 | VBB2, the load supply for bridge 2        |
| 16     | SR           | Logic input                               |
| 17     | \RESET       | Logic input                               |
| 18     | OUT2B        | DMOS H bridge 2 output B                  |
| 19     | STEP         | Logic input                               |
| 20     | VREG         | Regulator decoupling                      |
| 21     | PGND         | Power ground                              |
| 22     | VCP          | Reservoir capacitor                       |
| 23     | CP1          | Charge pump capacitor                     |
| 24     | CP2          | Charge pump capacitor                     |
| 25     | OUT1B        | DMOS H bridge 1 output B                  |
| 26     | \ENABLE      | Logic input                               |
| 27     | \SLEEP       | Logic input                               |
| 28     | LOAD SUPPLY1 | VBB1, the load supply for bridge 1        |

TSSOP28 with Exposed Thermal Pad



| Symbol | Dimensions In Millimeters |       | Dimensions In Inches |       |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
|        | Min                       | Max   | Min                  | Max   |
| D      | 9.600                     | 9.800 | 0.378                | 0.386 |
| D1     | 3.710                     | 3.910 | 0.146                | 0.154 |
| 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 |
| E2     | 2.700                     | 2.900 | 0.106                | 0.122 |
| A      |                           | 1.100 |                      | 0.043 |
| A2     | 0.800                     | 1.000 | 0.031                | 0.039 |
| A1     | 0.020                     | 0.150 | 0.001                | 0.006 |
| e      | 0.65 (BSC)                |       | 0.026 (BSC)          |       |
| L      | 0.500                     | 0.700 | 0.02                 | 0.028 |
| H      | 0.25 (TYP)                |       | 0.01 (TYP)           |       |
| θ      | 1°                        | 7°    | 1°                   | 7°    |