

## 1 产品概述

DRV8300D是一款三相高压功率MOSFET和IGBT栅极驱动器，可以同时驱动高侧和低侧功率晶体管的栅极。浮动通道驱动设计可以容纳总线电压高达250V。

DRV8300D输出能够提供较大的驱动能力，输出拉灌电流可以到达1.2A/1.5A。DRV8300D工作电压范围宽，高、低侧栅极驱动电压都可经优化以达到最佳驱动效率。内部防直通和死区电路可以防止两个晶体管同时导通，进一步降低了开关损耗。DRV8300D的欠压锁定功能确保了当供电电压较低时，两个驱动器输出都是低电平。

DRV8300D集成自举二极管，可最大优化芯片外围电路。

DRV8300DPWR为TSSOP20封装，

DRV8300DRGER为QFN24封装可以在-40℃至125℃温度范围内工作。



## 2 产品特性

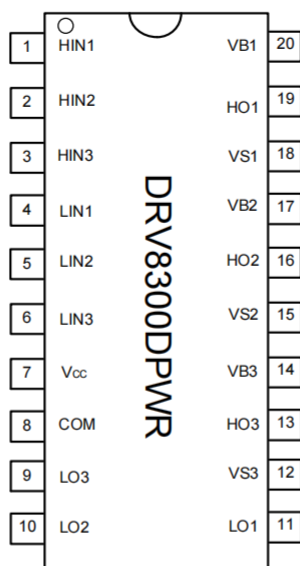
- 自举工作的浮动通道
- 最高工作电压可达 250V
- 栅极驱动电压 5V~20V
- 兼容 3.3/5V输入逻辑
- $dV_s/dt$ 耐受能力可达 $\pm 50V/ns$
- $V_s$ 负偏压能力达-9V
- 输入输出同相位
- 芯片开通/关断延时
  - Ton/Toff= 150ns/150ns
  - 高低侧延时匹配
- 防直通保护
  - 死区时间: 200ns
- 高、低侧欠压锁定电路
  - 欠压锁定正向阈值 4.5V
  - 欠压锁定负向阈值 4.3V
- 输出拉/灌电流能力: 1.2A/1.5A
- 宽温度范围-40~125℃
- 集成自举二极管
- 符合 RoSH标准
- 采用 TSSOP20和QFN24封装

## 3 应用范围

- 电动工具
- 电机控制
- 两轮车
- 空调/洗衣机
- 通用逆变器
- 微型逆变器驱动

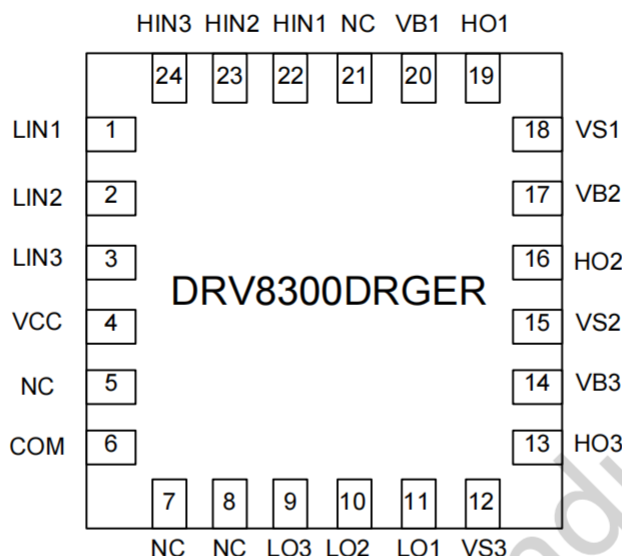
## 4 引脚功能描述

### 4.1 TSSOP-20



| 编号 | 名称   | 功能        |
|----|------|-----------|
| 1  | HIN1 | 第一相高侧信号输入 |
| 2  | HIN2 | 第二相高侧信号输入 |
| 3  | HIN3 | 第三相高侧信号输入 |
| 4  | LIN1 | 第一相低侧信号输入 |
| 5  | LIN2 | 第二相低侧信号输入 |
| 6  | LIN3 | 第三相低侧信号输入 |
| 7  | Vcc  | 电源电压电源    |
| 8  | COM  | 地         |
| 9  | LO3  | 第三相低侧输出信号 |
| 10 | LO2  | 第二相低侧输出信号 |
| 11 | LO1  | 第一相低侧输出信号 |
| 12 | VS3  | 第三相高侧浮动地  |
| 13 | HO3  | 第三相高侧输出信号 |
| 14 | VB3  | 第三相高侧浮动电源 |
| 15 | VS2  | 第二相高侧浮动地  |
| 16 | HO2  | 第二相高侧输出信号 |
| 17 | VB2  | 第二相高侧浮动电源 |
| 18 | VS1  | 第一相高侧浮动地  |
| 19 | HO1  | 第一相高侧输出信号 |
| 20 | VB1  | 第一相高侧浮动电源 |

## 4.2 QFN24



| 编号 | 名称              | 功能        |
|----|-----------------|-----------|
| 1  | LIN1            | 第一相低侧信号输入 |
| 2  | LIN2            | 第二相低侧信号输入 |
| 3  | LIN3            | 第三相低侧信号输入 |
| 4  | V <sub>CC</sub> | 电源电压电源    |
| 6  | COM             | 地         |
| 9  | LO3             | 第三相低侧输出信号 |
| 10 | LO2             | 第二相低侧输出信号 |
| 11 | LO1             | 第一相低侧输出信号 |
| 12 | VS3             | 第三相高侧浮动地  |
| 13 | HO3             | 第三相高侧输出信号 |
| 14 | VB3             | 第三相高侧浮动电源 |
| 15 | VS2             | 第二相高侧浮动地  |
| 16 | HO2             | 第二相高侧输出信号 |
| 17 | VB2             | 第二相高侧浮动电源 |
| 18 | VS1             | 第一相高侧浮动地  |
| 19 | HO1             | 第一相高侧输出信号 |
| 20 | VB1             | 第一相高侧浮动电源 |
| 22 | HIN1            | 第一相高侧信号输入 |
| 23 | HIN2            | 第二相高侧信号输入 |
| 24 | HIN3            | 第三相高侧信号输入 |

## 5 产品规格

### 5.1 极限工作范围

超过极限最大额定值可能造成器件永久性损坏。所有电压参数的额定值是以 COM为参考的, 环境温度为 25℃。

| 符号                   | 定义                                                   | 最小值                 | 最大值                  | 单位 |
|----------------------|------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----|
| V <sub>CC</sub>      | 电源电压                                                 | -0.3                | 25                   | V  |
| V <sub>HO1,2,3</sub> | 栅极驱动器上桥臂输出                                           | V <sub>S</sub> -0.3 | V <sub>B</sub> +0.3  |    |
| V <sub>LO1,2,3</sub> | 栅极驱动器下桥臂输出                                           | -0.3                | V <sub>CC</sub> +0.3 |    |
| V <sub>B1,2,3</sub>  | 栅极驱动器自举电源电压                                          | -0.3                | 275                  |    |
| V <sub>S1,2,3</sub>  | 功率切换电路输出相节点电压                                        | V <sub>B</sub> -25  | V <sub>B</sub> +0.3  |    |
| V <sub>IN</sub>      | 逻辑输入电压 (HIN <sub>1,2,3</sub> 、LIN <sub>1,2,3</sub> ) | -0.3                | V <sub>CC</sub> +0.3 |    |

### 5.2 ESD特性

| 符号  | 定义                      | 最小值  | 最大值 | 单位 |
|-----|-------------------------|------|-----|----|
| HBM | 静电放电电压 (人体模型)           | 1500 | --  | V  |
| ILU | 静态闩锁类 (Latch-upcurrent) | 100  | --  | mA |

### 5.3 额定功率

| 符号             | 定义            | 最小值 | 最大值  | 单位 |
|----------------|---------------|-----|------|----|
| P <sub>D</sub> | 封装功率 (TA≤25℃) | —   | 1.25 | W  |

### 5.4 热量信息

| 符号                | 定义   | 最小值 | 最大值 | 单位  |
|-------------------|------|-----|-----|-----|
| R <sub>thJA</sub> | 热阻   | --  | 100 | ℃/W |
| T <sub>J</sub>    | 结温   | —   | 150 | ℃   |
| T <sub>S</sub>    | 存储温度 | -55 | 150 |     |
| T <sub>L</sub>    | 引脚温度 | —   | 300 |     |

### 5.5 推荐工作范围

为了正确地操作, 器件应当在以下推荐条件下使用。无特殊说明的情况下, 所有电压参数的额定值是以 COM为参考的, 电流参数以流入端口为正, 环境温度为 25℃。

| 符号                   | 定义                                                   | 最小                | 最大                 | 单位 |
|----------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----|
| V <sub>CC</sub>      | 电源电压                                                 | 5                 | 20                 | V  |
| V <sub>B1,2,3</sub>  | 高侧浮动电源电压                                             | V <sub>S</sub> +5 | V <sub>S</sub> +20 |    |
| V <sub>HO1,2,3</sub> | 栅极驱动器上桥臂输出                                           | V <sub>S</sub>    | V <sub>B</sub>     |    |
| V <sub>LO1,2,3</sub> | 栅极驱动器下桥臂输出                                           | 0                 | V <sub>CC</sub>    |    |
| V <sub>S1,2,3</sub>  | 功率切换电路输出相节点 <small>Note1</small>                     | -5                | 250                |    |
| V <sub>IN</sub>      | 逻辑输入电压 (HIN <sub>1,2,3</sub> 、LIN <sub>1,2,3</sub> ) | 0                 | V <sub>CC</sub>    |    |
| T <sub>J</sub>       | 结温                                                   | -40               | 125                | ℃  |

**Note1:** 由设计保证, 适用于 COM-50V的瞬态负 V<sub>S</sub>, 脉冲宽度为 50ns

## 5.6 电气特性

无特殊说明的情况下  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$ 。

| 符号              | 定义                                    | 条件                                  | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位            |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|
| 动态参数            |                                       |                                     |     |     |     |               |
| $t_{on}$        | 导通延迟时间                                |                                     | 50  | 150 | 300 | ns            |
| $t_{off}$       | 关断延迟时间                                |                                     | 50  | 150 | 300 | ns            |
| $t_r$           | 输出上升时间                                |                                     | -   | 40  | 60  | ns            |
| $t_f$           | 输出下降时间                                |                                     | -   | 15  | 30  | ns            |
| MT              | 匹配延迟开启时间                              |                                     | -   | 20  | 50  | ns            |
| $t_{DT}$        | 死区时间                                  |                                     | 100 | 200 | 300 | ns            |
| 静态参数            |                                       |                                     |     |     |     |               |
| $V_{UVCC}$      | VCC 上升恢复阈值                            |                                     | -   | 4.5 | 4.9 | V             |
| $V_{UVCC\_HYS}$ | VCC 欠压迟滞                              |                                     | -   | 0.2 | -   | V             |
| $V_{UVBS}$      | VBS 上升恢复阈值                            |                                     | -   | 4.5 | 4.9 | V             |
| $V_{UVBS\_HYS}$ | VBS 欠压迟滞                              |                                     | -   | 0.2 | -   | V             |
| $V_{IH}$        | 高电平输入电压阈值                             |                                     | 2.5 | -   | -   | V             |
| $V_{IL}$        | 低电平输入电压阈值                             |                                     | -   | -   | 0.8 | V             |
| $I_{IN+}$       | 输入( $HIN_{1,2,3}$ , $LIN_{1,2,3}$ )电流 | $V_{IN}=5\text{V}$                  | -   | 25  | 50  | $\mu\text{A}$ |
| $I_{IN-}$       | 输入( $HIN_{1,2,3}$ , $LIN_{1,2,3}$ )电流 | $V_{IN}=0\text{V}$                  | -   | -   | 2   | $\mu\text{A}$ |
| $V_{OH}$        | 输出高电平电压                               | $I_O=20\text{mA}$                   | -   | -   | 0.2 | mV            |
| $V_{OL}$        | 输出低电平电压                               | $I_O=-20\text{mA}$                  | -   | -   | 0.1 | mV            |
| $I_{QCC}$       | VCC 静态电源电流                            | $HIN_{1,2,3}=LIN_{1,2,3}=0\text{V}$ | -   | -   | 700 | $\mu\text{A}$ |
| $I_{QBS}$       | $VB_{1,2,3}$ 静态电源电流                   | $HO_{1,2,3}=\text{Low}$             | -   | -   | 60  | $\mu\text{A}$ |
| ILK             | VB 漏电流                                | $VB=VS=250\text{V}$                 | -   | -   | 10  | $\mu\text{A}$ |
| $I_{O+}$        | 输出拉电流                                 |                                     | -   | 1.2 | -   | A             |
| $I_{O-}$        | 输出灌电流                                 |                                     | -   | 1.5 | -   | A             |
| $R_{BSD}$       | 内置二极管等效电阻                             |                                     | -   | -   | 300 | $\Omega$      |

## 6 功能描述

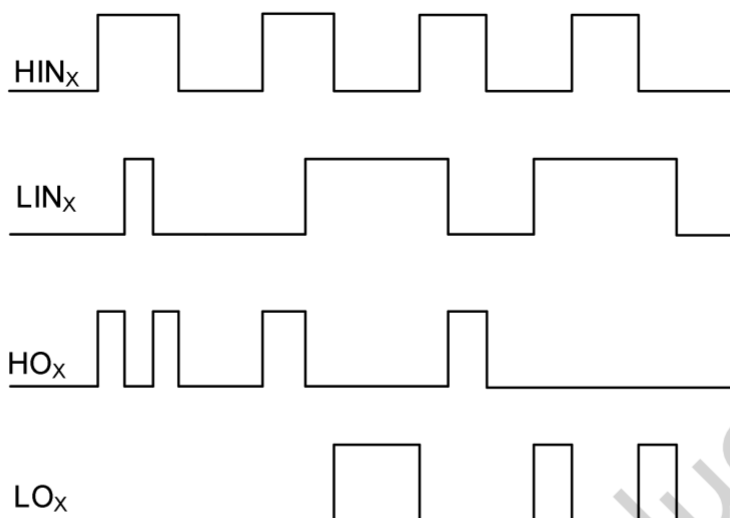


图 6-1输入输出时序波形

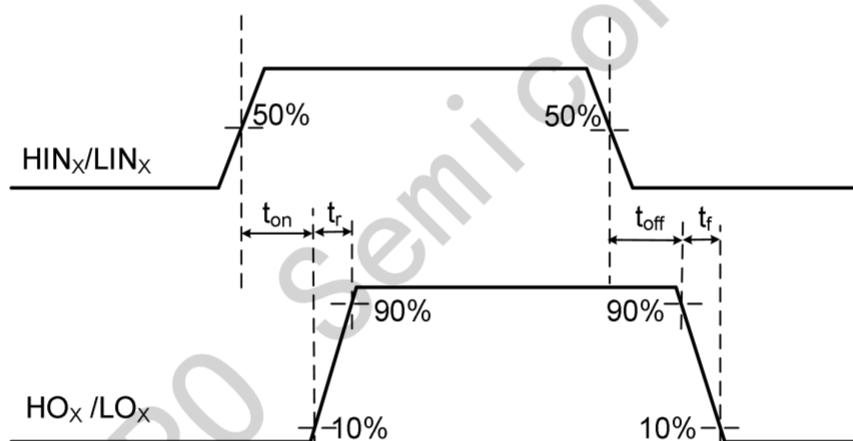


图 6-2传输延时波形定义

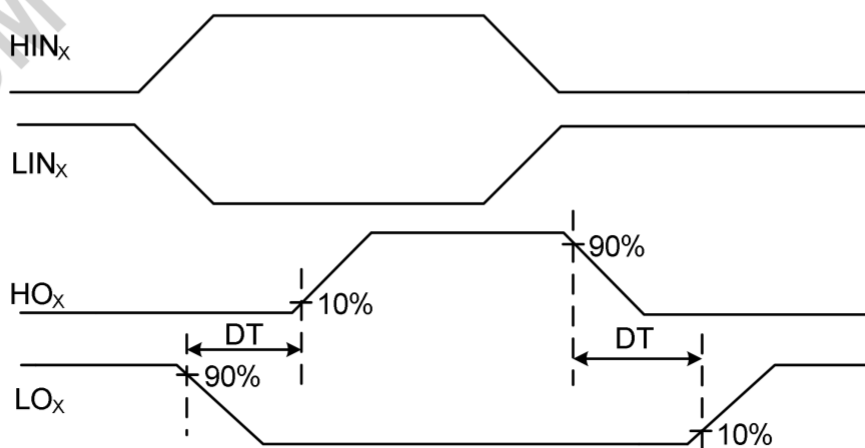


图 6-3延时匹配波形定义



### 7.3 自举电路设计指南

一般半桥电路中的结构如图 7-3 所示，包含有自举电阻，自举二极管和自举电容这三部分。这种方案是当前电机驱动中最常用的且性价比最高的方案。

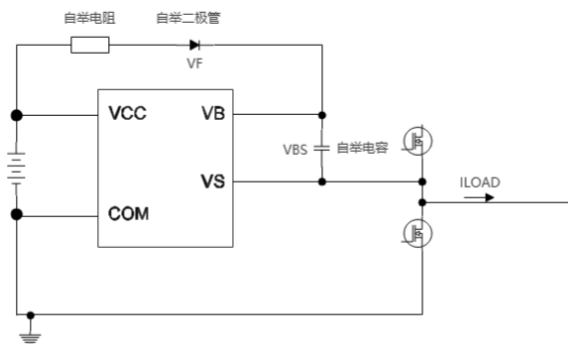


图 7-3 自举电路基本结构

#### 自举电路电容选择

为了确定自举电容的大小，我们首先需要评估以下几点：

- MOS 开启所需要的栅极电荷  $Q_G$ ;
- MOS 的 GS 漏电  $I_{LK\_GS}$ ;
- 驱动的静态工作电流  $I_{QBS}$ ;
- 自举二极管的漏电  $I_{LK\_DIODE}$ ;
- 自举电容漏电  $I_{LK\_CAP}$ ;
- 上桥置高时间  $T_{HON}$ .

当自举电容使用电解电容时  $I_{LK\_CAP}$  才会纳入计算值，其他类型的电容均不需要考虑。这里推荐至少使用一颗低 ESR 的陶瓷电容，并联电解电容和低 ESR 陶瓷电容可以实现更好的电路工作特性。

通过计算，我们能得出一次开启所需损耗的电容值：

$$Q_{TOT} = Q_G + (I_{LK\_GS} + I_{QBS} + I_{LK\_DIODE} + I_{LK\_CAP}) \times T_{HON}$$

在自举过程中，VBS 可以下降的范围  $\Delta V_{BS}$

$$\Delta V_{BS} \leq V_{CC} - V_F - V_{GSmin} - V_{DSon}$$

在此过程中，需要保证：

$$V_{GSmin} > V_{BSUV-}$$

$V_F$  MOS 的反向导管压降

$V_{GSmin}$  保持 MOS 管导通的最小栅极电压

$V_{DSon}$  下桥 MOS 的导通压降

用以上结果，可以计算得出：

$$C_{BOOTmin} = \frac{Q_{TOT}}{\Delta V_{BS}}$$

注意：此处计算自举电容的过程中，仅仅计算了一次脉冲过程所需的电荷量，没有考虑 PWM 的占空比与频率等问题。如果是使用 PWM 波控制的信号，请以上述计算方式为基础，经过一定的等效换算得到其实际所需要的自举电容大小。

## 自举电路的注意事项

### A. 自举电阻

自举电阻会在部分自举电路中使用，并不是必须元器件。在启动时 HO 与 LO 可能会发生异常跳变，此时增加自举电阻，自举电阻会在自举电路启动时，限制从自举二极管经过的电流，能够非常有效地抑制一些不良信号，起到保护电路的功能。

### B. 自举电容

在上桥臂长时间开启的电路设计中，使用电解电容作为自举电容的设计必须考虑 ESR。上桥臂长时间开启需要一个容值较大的自举电容，一般选用电解电容较多。但是电解电容有一定的内阻，会使自举电阻分压降低，无法实现其功能。此时并联一个低 ESR 的陶瓷电容，能够有效避免这种情况发生。

### C. 自举二极管

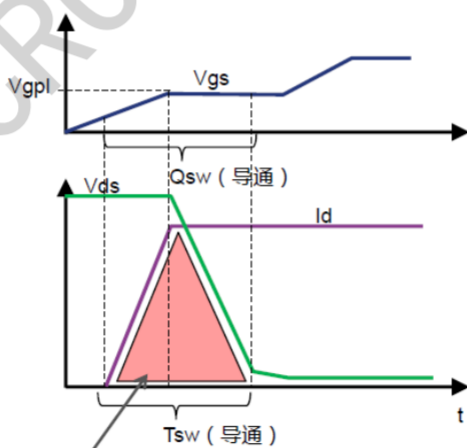
自举二极管用于维持自举电路的电压稳定，需要保证二极管的反向耐压能力大于驱动电源电压，并在此基础上尽可能地选择快恢复二极管，如肖特基二极管等。

## 7.4 自举电路设计指南

栅极电阻用于控制所驱动 MOS 的开关速度快慢和上升下降沿的斜率，会影响到应用上的多项性能，如损耗，可靠性等。本节会叙述如何选择驱动电阻，并对驱动电阻带来的影响进行讨论。栅极电阻的选择与所使用的驱动芯片、MOSFET 甚至电路设计息息相关，不同环境中均需要根据实际情况重新选择。

常见的工业无刷电机工作频率约 2kHz-10kHz，基于这一点，通常会选择阻值为 20Ω-120Ω 的栅极电阻。这是由以下两点所决定的：

(1) MOS 的开关损耗。MOS 的损耗一部分为开关损耗，另一部分为导通损耗，栅极电阻则主要影响了开关过程的损耗，阻值越大，开关过程越慢，电压电流的交叠区域越大，损耗也就越大。损耗过大最直接的影响就是会使芯片温度迅速上升，在高于 150℃ 的条件下则会使器件面临失效的风险。



$$P_{sw(on)} = \frac{1}{2} \times I_d \times V_{ds} \times T_{sw(on)}$$

图 7-4 阻性负载条件下的 MOS 开关损耗

(2) 可靠性。与损耗相反，栅极电阻的阻值越小，MOSFET 的开关速度就会越快。在实际应用中，功率端电流较大，对寄生参数较为敏感，过高的开关速度会增加信号的不稳定性，轻则使电机的 EMI 过大，重则使电路发生损坏。其中最常见有：

- 1) 栅极信号振铃，导致 MOS 损坏（如图 7-5 所示）；
- 2)  $dv/dt$  过快，VS 端口承受过高或者过低的电压信号，导致驱动损坏。

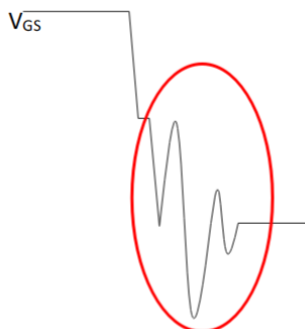


图7-5 栅极振铃现象

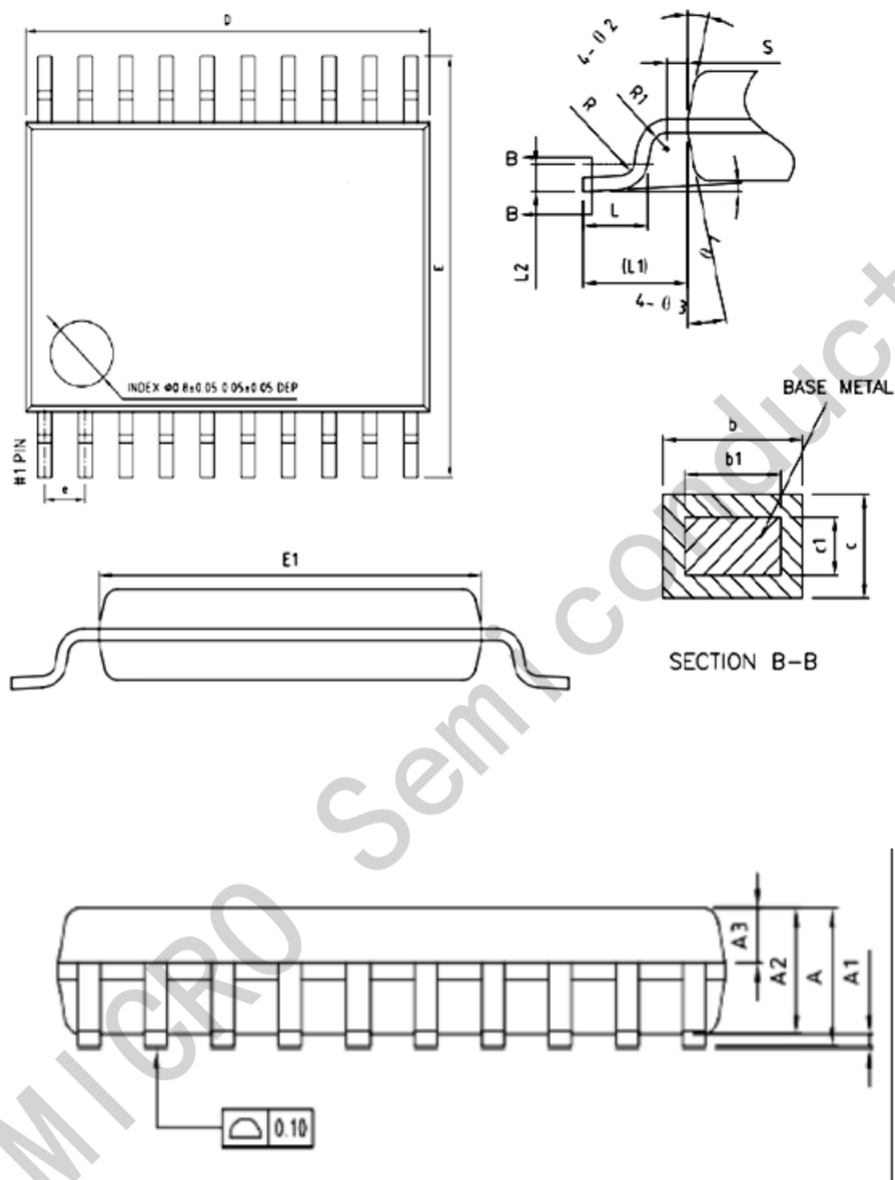
#### 7.5 PCB 布局指南

为实现半桥栅极驱动芯片的出色性能，应遵循以下印刷电路板(PCB)布局布线指南。

- 应在靠近驱动芯片 VCC 和 COM 引脚之间，以及 VB 和 VS 引脚之间放置低 ESR/ESL 的电容，用于提供 VCC 和 VB 引脚的高峰值电流。
- 为防止高侧 MOSFET 漏极出现大的电压瞬变，必须在高侧 MOSFET 漏极和地(COM)之间连接一个低 ESR 电解电容和一个陶瓷电容。
- 为避免开关节点(VS)引脚上出现过大的电压负瞬变，必须尽可能减小高侧 MOSFET 源极和低侧 MOSFET（同步整流管）源极之间的寄生电感。
- 应尽量避免 VS 层与地(COM)层重叠，以更大程度减少 VS 层的开关噪声被耦合到接地层。
- 驱动芯片的散热焊盘应连接至大面积厚铜层，从而提高驱动芯片的散热性能。散热焊盘通常连接至与芯片 COM 等电位的接地层，建议仅将该散热焊盘连接至 COM 引脚。
- 接地注意事项：
  - 设计接地连接的首要目标是将 MOSFET 栅极充放电回路限制在尽量小的环路面积内。这种方式降低了环路电感，能够有效避免 MOSFET 栅极上的噪声问题。同时，栅极驱动芯片应尽量靠近 MOSFET。
  - 第二个考虑因素是确保自举电容充电路径的合理性，其中包括以地(COM)为基准的 VCC 旁路电容、自举二极管、自举电容、和低侧 MOSFET 体二极管。由于 VCC 旁路电容通过自举二极管逐周期对自举电容进行充电，且每次充电发生在非常短的时间内，因此该充电路径会通过峰值电流。尽可能减小 PCB 上自举电路的环路长度和面积，可以使自举电路工作在稳定的状态，这一点对于确保驱动芯片可靠运行至关重要。

## 8 封装信息

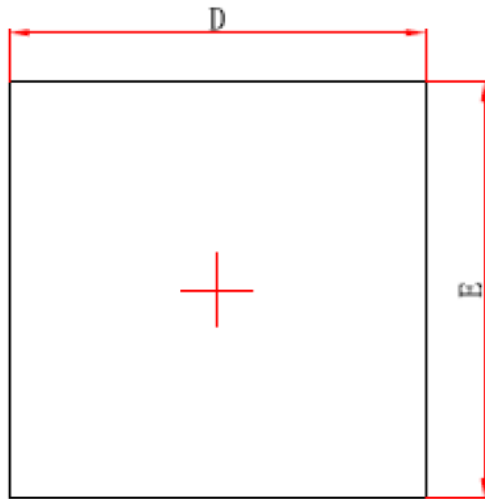
### 8.1 TSSOP20 Package Outlines



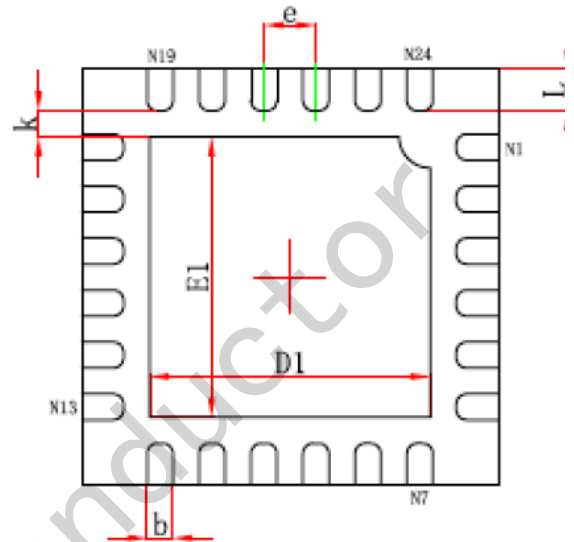
· TSSOP20 Package Dimensions

| Size Symbol | MIN(mm) | TYP(mm) | MAX(mm) | Size Symbol | MIN(mm) | TYP(mm) | MAX(mm) |
|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|
| A           | -       | -       | 1.20    | D           | 6.40    | 6.50    | 6.60    |
| A1          | 0.05    | -       | 0.15    | F           | 6.20    | 6.40    | 6.60    |
| A2          | 0.80    | 1.00    | 1.05    | E1          | 4.30    | 4.40    | 4.50    |
| b           | 0.19    | -       | 0.30    | e           | 0.65BSC |         |         |
| b1          | 0.19    | 0.22    | 0.25    | L           | 0.45    | 0.60    | 0.75    |
| c           | 0.09    | -       | 0.20    | L1          | 1.00BSC |         |         |
| c1          | 0.09    | -       | 0.16    |             |         |         |         |

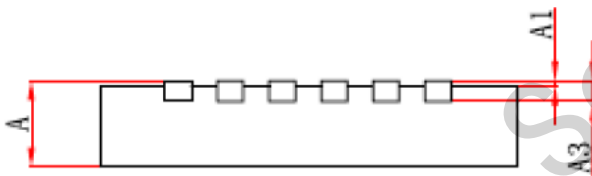
## 8.2 QFN24 Package Outlines



**Top View**



**Bottom View**



## QFN24 Package Dimensions

| Size<br>Symbol | MIN(mm)     | TYP(mm) | MAX(mm)     | Size<br>Symbol | MIN(mm)  | TYP(mm) | MAX(mm) |
|----------------|-------------|---------|-------------|----------------|----------|---------|---------|
| A              | 0.700/0.800 | -       | 0.800/0.900 | E1             | 2.600    | -       | 2.800   |
| A1             | 0.000       | -       | 0.050       | K              | 0.200MN  |         |         |
| A3             | 0.203REF    |         |             | B              | 0.200    | -       | 0.300   |
| D              | 3.924       | -       | 4.076       | e              | 0.500TYP |         |         |
| E              | 3.924       | -       | 4.076       | L              | 0.324    | -       | 0.476   |
| D1             | 2.600       | -       | 2.800       |                |          |         |         |
|                |             |         |             |                |          |         |         |