

**智能功率模块 600V/30A 3相全桥驱动**
**描述**

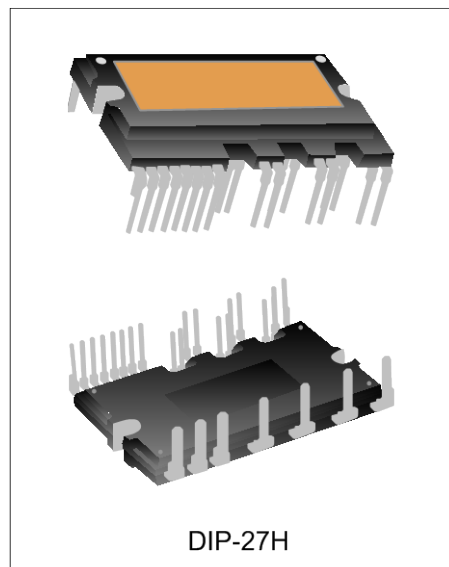
SD30M60AC 是高度集成、高可靠性的 3 相无刷直流电机驱动电路，主要应用于较低功率的变频驱动，如空调、洗碗机、工业缝纫机等。其内置了 6 个低损耗的 IGBT 管和 3 个高速半桥高压栅极驱动电路。

SD30M60AC 内部集成了欠压、短路、过温等各种电路，提供了优异的保护和宽泛的安全工作范围。由于每一相都有一个独立的负直流端，其电流可以分别单独检测。

SD30M60AC 采用了高绝缘、易导热的设计，提供了非常紧凑的封装体，使用非常方便，尤其适合要求紧凑安装的应用场合。

**主要特点**

- ◆ 内置 6 个 600V/30A 的低损耗 IGBT；
- ◆ 内置高压栅极驱动电路；
- ◆ 内置欠压保护和过温、过流保护；
- ◆ 内置自举二极管；
- ◆ 完全兼容 3.3V 和 5V 的 MCU 的接口，高电平有效；
- ◆ 3 个独立的负直流端用于变频器电流检测的应用；
- ◆ 报警信号：对应于低侧欠压保护和短路保护；
- ◆ 封装体采用 DBC 设计，热阻极低；
- ◆ 绝缘级别：2500Vrms/min。

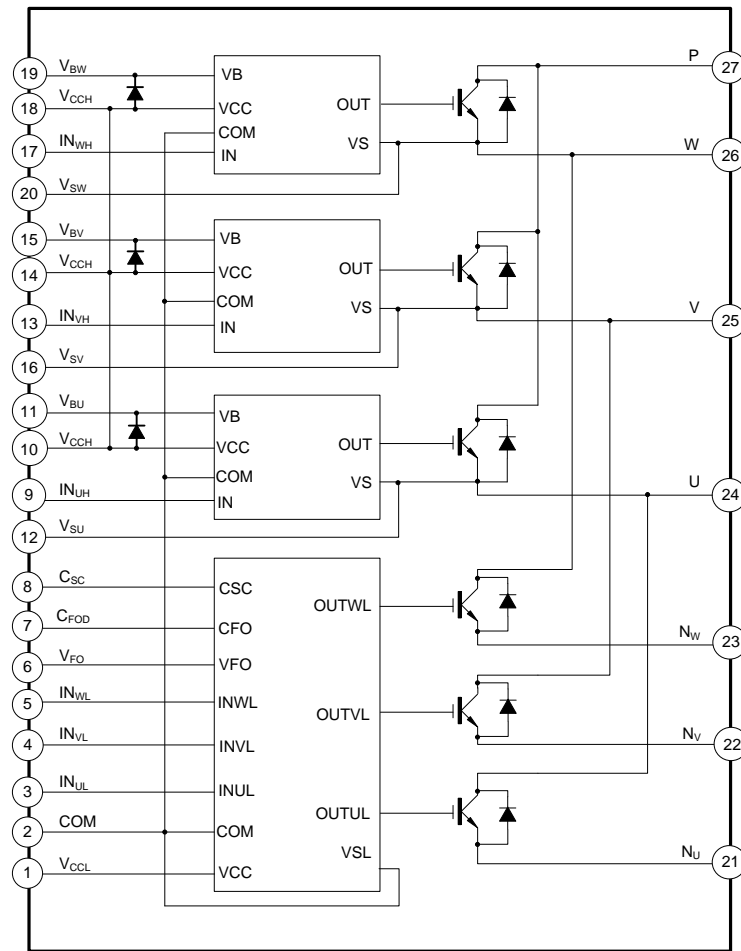

**应用**

- ◆ 空调压缩机
- ◆ 冰箱压缩机
- ◆ 低功率变频器
- ◆ 工业缝纫机

**产品规格分类**

| 产品名称      | 封装形式    | 打印名称      | 材料 | 包装 |
|-----------|---------|-----------|----|----|
| SD30M60AC | DIP-27H | SD30M60AC | 无铅 | 料管 |

内部框图



极限参数

| 参 数   | 符号              | 参数范围    | 单位 |
|---|-----------------|---------|----|
| <b>逆变器部分</b>                                    |                 |         |    |
| 加在PN之间的直流母线电压                                   | $V_{PN}$        | 450     | V  |
| 加在PN之间的直流母线电压（浪涌）                               | $V_{PN(Surge)}$ | 500     | V  |
| 集电极和发射极之间的电压                                    | $V_{CES}$       | 600     | V  |
| 单个IGBT集电极持续电流, $T_C=25^{\circ}C$                | $I_c$           | 30      | A  |
| 单个IGBT集电极尖峰电流, $T_C=25^{\circ}C$ ,<br>脉冲宽度小于1毫秒 | $I_{CP}$        | 60      | A  |
| 每个模块最大集电极耗散功率, $T_C=25^{\circ}C$                | $P_c$           | 106     | W  |
| <b>控制部分</b>                                     |                 |         |    |
| 控制电源电压  | $V_{CC}$        | 20      | V  |
| 高侧控制电压  | $V_{BS}$        | 20      | V  |
| 输入信号电压  | $V_{IN}$        | -0.3~17 | V  |

| 参 数  | 符号               | 参数范围                     | 单位           |
|--|------------------|--------------------------|--------------|
| 故障输出电源电压   | $V_{FO}$         | $-0.3 \sim V_{CC} + 0.3$ | V            |
| 故障输出电流<br>$V_{FO}$ 管脚的灌电流  | $I_{FO}$         | 5                        | mA           |
| 电流检测脚的输入电压   | $V_{SC}$         | $-0.3 \sim V_{CC} + 0.3$ | V            |
| <b>整体系统</b>  |                  |                          |              |
| 短路保护的限制电压点<br>$V_{CC} = V_{BS} = 13.5 \sim 16.5V$ , $T_J = 150^\circ C$ , 单次且小于2微秒 | $V_{PN(Prot)}$   | 400                      | V            |
| 模块外壳工作温度<br>限制条件: $-40^\circ C \leq T_J \leq 150^\circ C$                          | $T_C$            | $-40 \sim 125$           | $^\circ C$   |
| 存储温度范围   | $T_{STG}$        | $-40 \sim 150$           | $^\circ C$   |
| 每个IGBT的结到外壳的热阻   | $R_{\theta JCQ}$ | 1.2                      | $^\circ C/W$ |
| 每个FRD的结到外壳的热阻  | $R_{\theta JCF}$ | 1.9                      | $^\circ C/W$ |
| 绝缘电压<br>60赫兹, 正弦, 1分钟<br>连接管脚到散热器  | $V_{ISO}$        | 2500                     | $V_{rms}$    |
| 安装扭矩<br>安装螺丝: -M3, 推荐值0.62N.m  | T                | 0.5~0.8                  | N.m          |
| 自举二极管正向电流 ( $T_C = 25^\circ C$ )   | $I_F$            | 0.5                      | A            |
| 自举二极管正向峰值电流 ( $T_C = 25^\circ C$ , 1ms脉冲宽度)  | $I_{FP}$         | 2.0                      | A            |

### 推荐工作条件

| 参 数  | 符号                           | 额定值  |     |          | 单位         |
|--|------------------------------|------|-----|----------|------------|
|  |                              | 最小值  | 典型值 | 最大值      |            |
| PN之间母线电压   | $V_{PN}$                     | -    | 300 | 400      | V          |
| 控制电源电压   | $V_{CC}$                     | 13.5 | 15  | 16.5     | V          |
| 高侧控制电压   | $V_{BS}$                     | 13.5 | 15  | 16.5     | V          |
| 控制电压的波动  | $dV_{CC}/dt$<br>$dV_{BS}/dt$ | -1   | -   | 1        | V/ $\mu s$ |
| 输入开启阈值电压   | $V_{IN(ON)}$                 | 3.0  | -   | $V_{CC}$ | V          |
| 输入关闭阈值电压   | $V_{IN(OFF)}$                | 0    | -   | 0.6      | V          |
| 防止桥臂直通的死区时间<br>$V_{CC} = V_{BS} = 13.5 \sim 16.5V$ , $T_J \leq 25^\circ C$ | $T_{dead}$                   | 2.0  | -   | -        | $\mu s$    |
| PWM开关频率  | $f_{PWM}$                    | -    | -   | 20       | KHz        |
| 电流检测脚电压  | $V_{SEN}$                    | -4   | -   | 4        | V          |

电气特性参数(除非特别说明,  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$ )

逆变器部分

| 参数             | 符号            | 测试条件  | 最小值          | 典型值 | 最大值  | 单位 |               |
|----------------|---------------|---|--------------|-----|------|----|---------------|
| 集电极-发射极之间的饱和电压 | $V_{CE(SAT)}$ | $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$ , $V_{IN}=5\text{V}$<br>$I_C=20\text{A}$ , $T_J=25^{\circ}\text{C}$  | -            | -   | 2.2  | V  |               |
| FRD正向电压        | $V_F$         | $V_{IN}=0\text{V}$ , $I_F=20\text{A}$ , $T_J=25^{\circ}\text{C}$  | -            | -   | 2.2  | V  |               |
| 开关时间           | 高侧            | $V_{PN}=300\text{V}$ , $V_{CC}=V_{BS}=15\text{V}$ ,<br>$I_C=30\text{A}$ ,<br>$V_{IN}=0\text{V} \leftrightarrow 5\text{V}$ ,<br>感性负载<br>详见图1所示 | $t_{ON}$     | -   | 0.75 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{C(ON)}$  | -   | 0.20 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{OFF}$    | -   | 0.55 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{C(OFF)}$ | -   | 0.10 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{rr}$     | -   | 0.06 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                | 低侧            |   | $t_{ON}$     | -   | 0.50 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{C(ON)}$  | -   | 0.20 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{OFF}$    | -   | 0.20 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{C(OFF)}$ | -   | 0.10 | -  | $\mu\text{s}$ |
|                |               |   | $t_{rr}$     | -   | 0.06 | -  | $\mu\text{s}$ |
| 集电极-发射极之间的漏电流  | $I_{CES}$     | $V_{CE}=V_{CES}$  | -            | -   | 1    | mA |               |

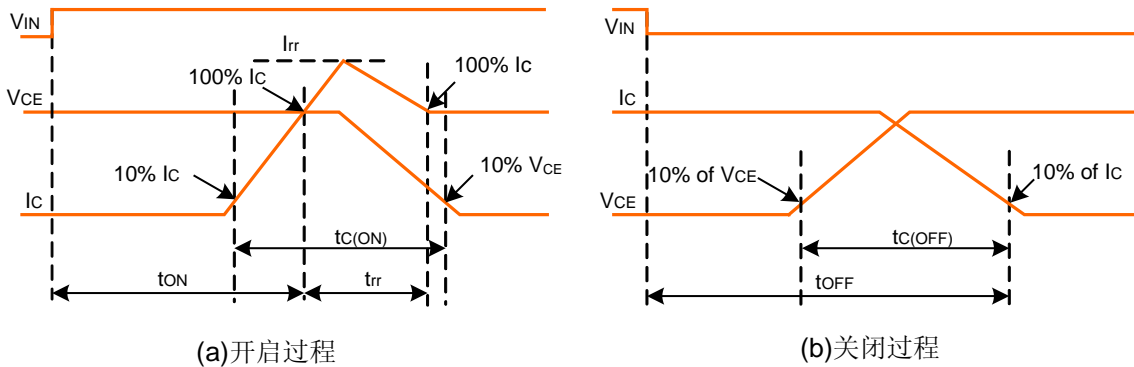


图1. 开关时间定义

控制部分

| 参数            | 符号         | 测试条件  | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位                |
|---------------|------------|---|--|-----|-----|-------------------|
| $V_{CC}$ 静态电流 | $I_{QCCL}$ | $V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{INL}=0\text{V}$           | $V_{CCL}-\text{COM}$ 之间                                | -   | -   | 28 mA             |
|               | $I_{QCCH}$ | $V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{INH}=0\text{V}$           | $V_{CCH}-\text{COM}$ 之间                                | -   | -   | 600 $\mu\text{A}$ |
| $V_{BS}$ 静态电流 | $I_{QBS}$  | $V_{BS}=15\text{V}$ , $V_{INH}=0\text{V}$           | $V_{BU}-V_{SU}$ , $V_{BV}-V_{SV}$ ,<br>$V_{BW}-V_{SW}$ | -   | -   | 500 $\mu\text{A}$ |
| 故障输出电压        | $V_{FOH}$  | $V_{SC}=0\text{V}$ , $V_{FO}$ 上拉4.7K $\Omega$ 电阻到5V | 4.5  | -   | -   | V                 |
|               | $V_{FOL}$  | $V_{SC}=1\text{V}$ , $V_{FO}$ 上拉4.7K $\Omega$ 电阻到5V | -  | -   | 0.8 | V                 |

| 参数         | 符号            | 测试条件                | 最小值      | 典型值  | 最大值  | 单位  |   |
|------------|---------------|---------------------|----------|------|------|-----|---|
| 故障输出脉宽     | $t_{FO}$      | $C_{FO}=33nF$ (备注1) | 1.0      | 1.8  | -    | ms  |   |
| 短路跳闸电平     | $V_{SC(ref)}$ | $V_{CC}=15V$ (备注2)  | 0.45     | 0.5  | 0.55 | V   |   |
| 过温保护点      | TSD           | LVIC上的温度            | -        | 160  | -    | °C  |   |
| 过温保护迟滞     | $\Delta TSD$  | LVIC上的温度            | -        | 10   | -    | °C  |   |
| 低侧欠压保护(图4) | $UV_{CCD}$    | $V_{CC}$ 检测电平       | 10.2     | 11.1 | 12.0 | V   |   |
|            | $UV_{CCR}$    | $V_{CC}$ 复位电平       | 10.8     | 11.7 | 12.6 | V   |   |
| 高侧欠压保护(图5) | $UV_{BSD}$    | $V_{BS}$ 检测电平       | 10.2     | 11.2 | 12.2 | V   |   |
|            | $UV_{BSR}$    | $V_{BS}$ 复位电平       | 10.9     | 11.9 | 12.9 | V   |   |
| 导通阈值电压     | $V_{IH}$      | 逻辑高                 | 输入和COM之间 | 2.8  | -    | -   | V |
| 关断阈值电压     | $V_{IL}$      | 逻辑低                 |          | -    | -    | 0.9 | V |

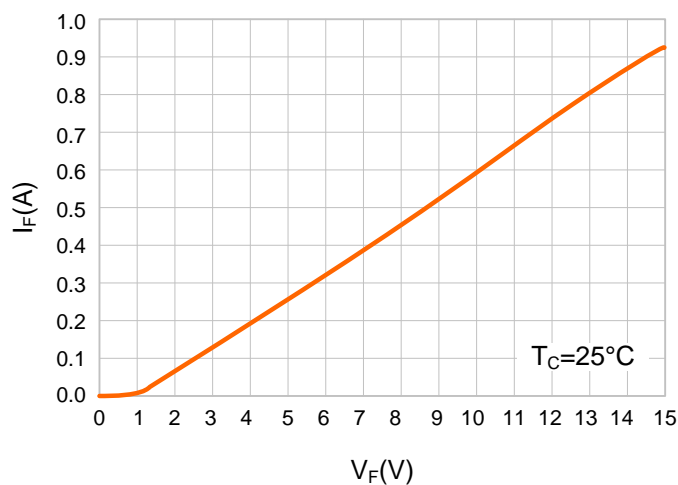
备注1: 故障输出脉宽 $t_{FO}$  取决于 $C_{FOD}$ ,  $C_{FO}=18.3 \times 10^{-6} \times t_{FO}[F]$

备注2: 短路保护只对低侧有效

自举二极管部分 (除非特别说明, 适用于每个自举二极管)

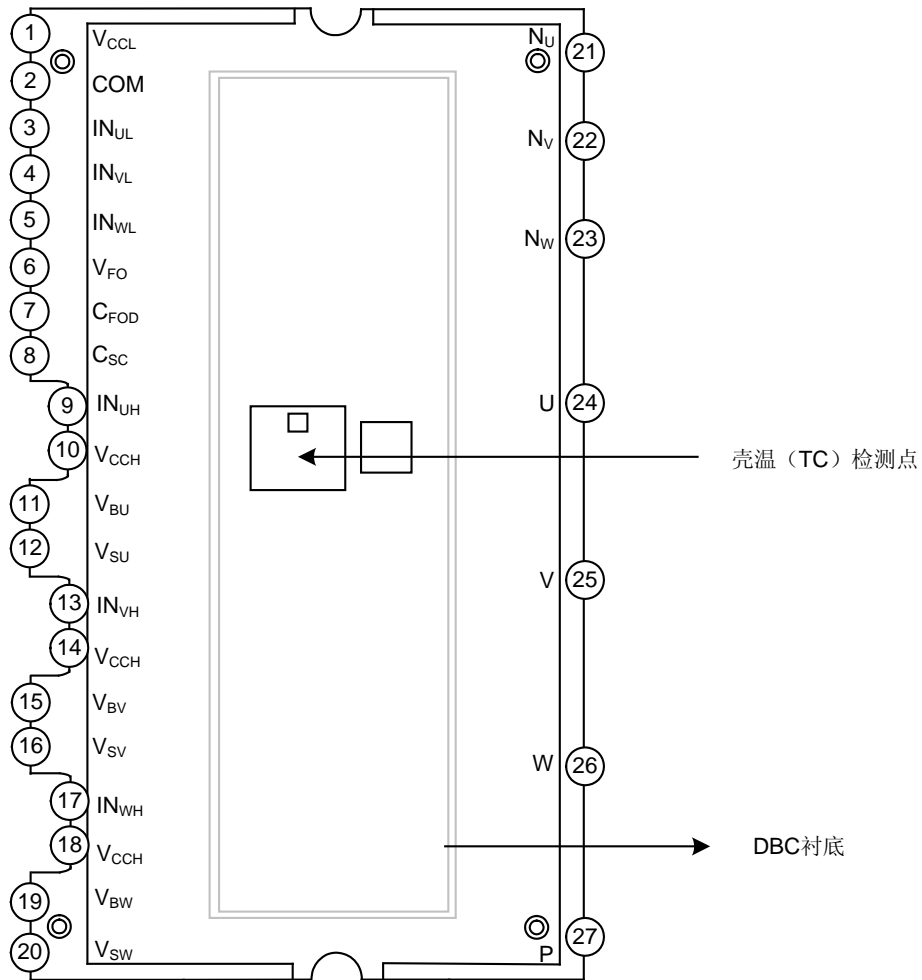
| 参数     | 符号       | 测试条件                       | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|----------|----------------------------|-----|-----|-----|----|
| 正向电压   | $V_F$    | $I_F=0.1A, T_C=25^\circ C$ | -   | 2.2 | -   | V  |
| 反向恢复时间 | $t_{rr}$ | $I_F=0.1A, T_C=25^\circ C$ | -   | 80  | -   | ns |

内置自举二极管  $V_F$ - $I_F$  特性



注: 电阻特性: 等效电阻:  $\sim 15\Omega$ 。

管脚排列图

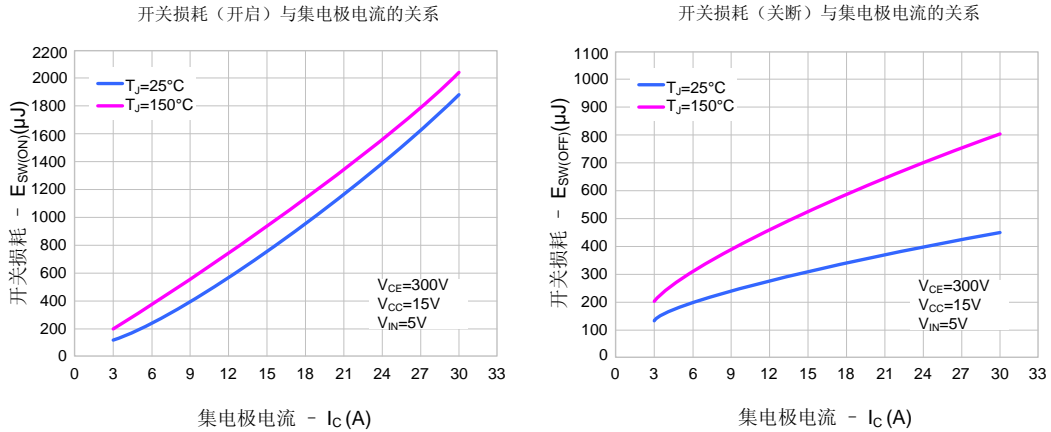


**管脚描述**

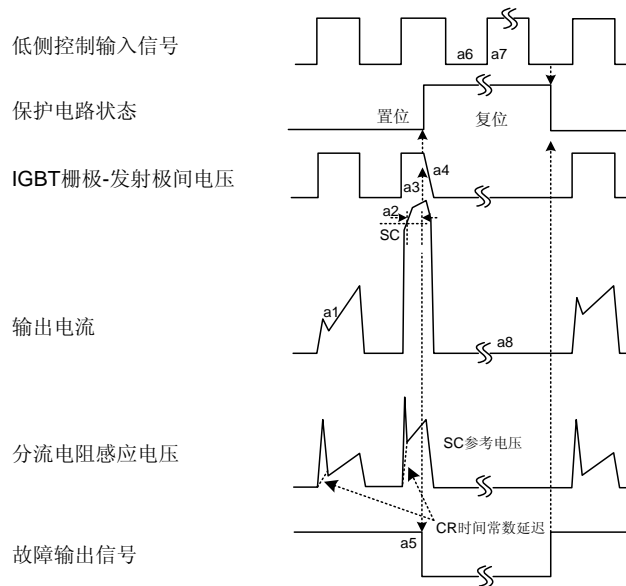
| 管脚编号 | 管脚名称             | I/O | 描 述                  |
|------|------------------|-----|----------------------|
| 1    | V <sub>CCL</sub> | I/O | 电源电压用于低侧栅极驱动电路       |
| 2    | COM              | I/O | 模块公共地                |
| 3    | IN <sub>UL</sub> | I   | U相低侧信号输入             |
| 4    | IN <sub>VL</sub> | I   | V相低侧信号输入             |
| 5    | IN <sub>WL</sub> | I   | W相低侧信号输入             |
| 6    | V <sub>FO</sub>  | O   | 故障输出                 |
| 7    | C <sub>FOD</sub> | I/O | 接电容, 用于调整故障输出持续时间    |
| 8    | C <sub>SC</sub>  | I/O | 接电容, 用于短路电流检测输入及低通滤波 |
| 9    | IN <sub>UH</sub> | I   | U相高侧信号输入             |
| 10   | V <sub>CCH</sub> | I/O | 电源电压用于高侧栅极驱动电路       |
| 11   | V <sub>BU</sub>  | I/O | U相高侧IGBT驱动悬浮供电电压     |
| 12   | V <sub>SU</sub>  | I/O | U相高侧IGBT驱动悬浮供电地      |
| 13   | IN <sub>VH</sub> | I   | V相高侧信号输入             |
| 14   | V <sub>CCH</sub> | I/O | 电源电压用于高侧栅极驱动电路       |
| 15   | V <sub>BV</sub>  | I/O | V相高侧IGBT驱动悬浮供电电压     |
| 16   | V <sub>SV</sub>  | I/O | V相高侧IGBT驱动悬浮供电地      |
| 17   | IN <sub>WH</sub> | I   | W相高侧信号输入             |
| 18   | V <sub>CCH</sub> | I/O | 电源电压用于高侧栅极驱动电路       |
| 19   | V <sub>BW</sub>  | I/O | W相高侧IGBT驱动悬浮供电电压     |
| 20   | V <sub>SW</sub>  | I/O | W相高侧IGBT驱动悬浮供电地      |
| 21   | N <sub>U</sub>   | I/O | U相直流负端               |
| 22   | N <sub>V</sub>   | I/O | V相直流负端               |
| 23   | N <sub>W</sub>   | I/O | W相直流负端               |
| 24   | U                | O   | U相输出                 |
| 25   | V                | O   | V相输出                 |
| 26   | W                | O   | W相输出                 |
| 27   | P                | I/O | 直流正端                 |

开关损耗

开关损耗（典型值）



控制时序说明

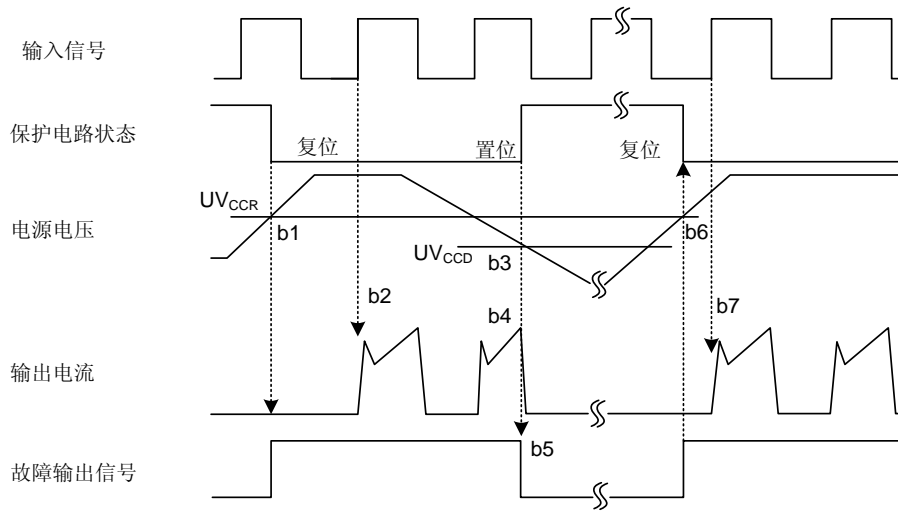


（包含外部分流电阻和CR 连接）

- a1: 正常工作：IGBT 导通，并且加载负载电流。
- a2: 短路电流检测（SC 触发器）。
- a3: IGBT 门极硬中断。
- a4: IGBT 关断。
- a5: 故障输出定时器开始工作：故障输出信号的脉冲宽度是由外部电容CFO 设定。
- a6: 输入"L": IGBT 处于关断状态。
- a7: 输入"H": IGBT 处于导通状态，但是在故障输出起作用期间，IGBT不导通。
- a8: IGBT 处于关断状态

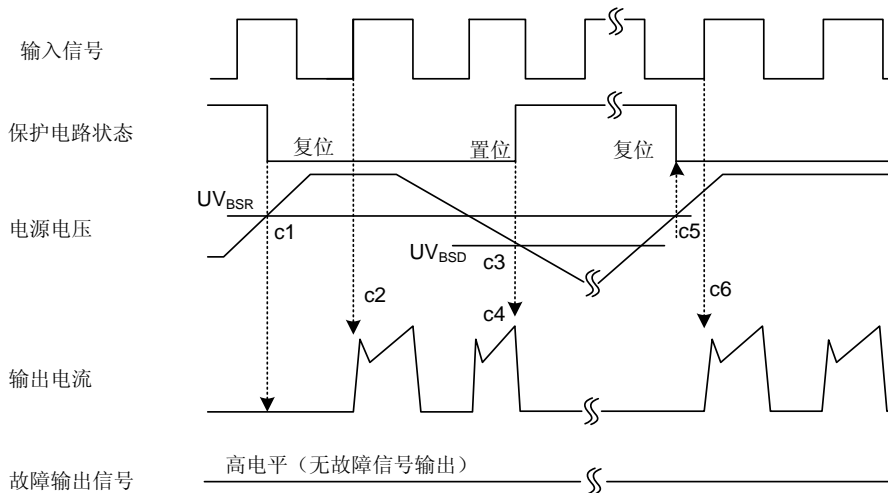
图3. 短路电流保护（只适合于低侧）





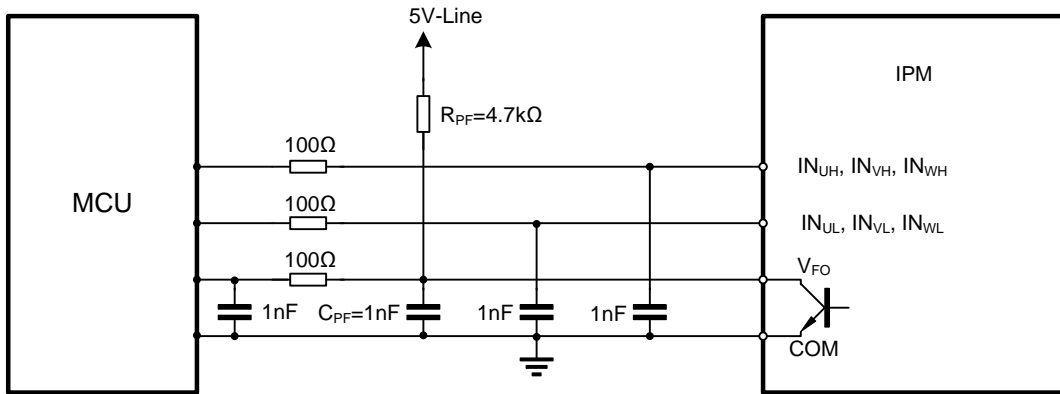
- b1: 电源电压上升到 $UV_{CCR}$ ，电路在下一个输入波形来临的时候开始动作。
- b2: 正常动作：IGBT开启并加载电流。
- b3: 欠压检测点( $UV_{CCD}$ )。
- b4: 不管输入是什么信号，IGBT都是关闭状态。
- b5: 开始输出故障指示信号。
- b6: 欠压复位 ( $UV_{CCR}$ )。
- b7: 正常工作：IGBT导通，并且加载负载电流。

图 4. 欠压保护（低侧）



- c1: 电源电压上升到 $UV_{BSR}$ 后，等到下一个输入信号时，电路才开始动作。
- c2: 正常工作：IGBT导通，并且加载负载电流。
- c3: 欠压检测( $UV_{BSD}$ )。
- c4: 不管控制输入条件如何，IGBT都关断，但没有故障输出信号。
- c5: 欠压复位( $UV_{BSR}$ )。
- c6: 正常工作：IGBT导通，并且加载负载电流。

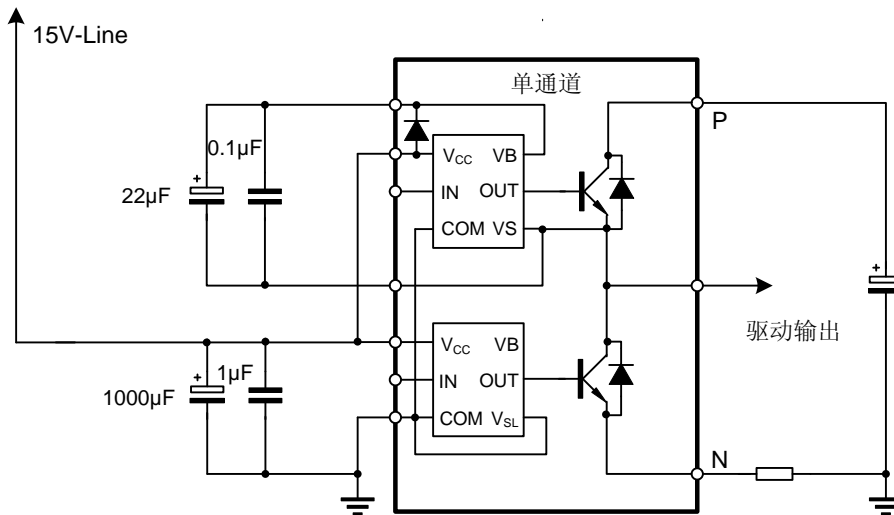
图 5. 欠压保护（高侧）



说明:

每个输入端子的 RC 耦合, 要根据 PWM 控制方案及其 PCB 的连线阻抗而改变。IPM 的输入端有 5K 的下拉电阻, 实际使用外部滤波电阻的时候需注意输入信号在输入端的电压降。

图 6. 推荐的 MCU 输入输出连接电路

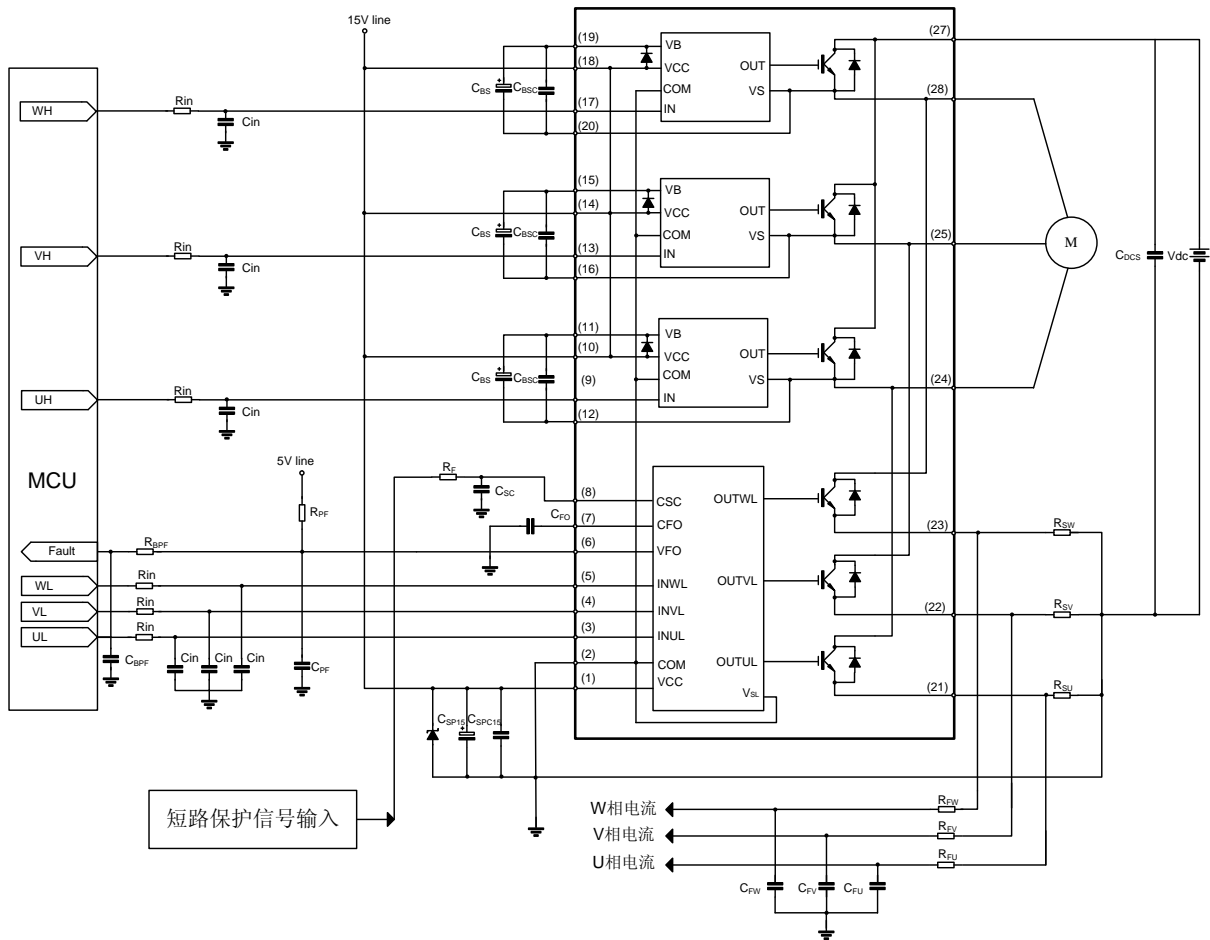


说明:

- 1、自举电容的大小需根据 PWM 控制方案而改变;
- 2、V<sub>cc</sub>-COM 之间的瓷片电容要求大于 1μF, 且要求安装地尽量靠近功率模块的管脚位置。

图 7. 推荐的自举电路及参数设置

典型应用电路图



备注:

- (1) 各个输入管脚的连线尽量短一点，否则可能引起误动作；
- (2) 输入信号为高电平有效，在HVIC中每个通道的输入端都有一个5kΩ的电阻下拉到地；另外可在输入端增加RC滤波电路来预防不正确输入引起的浪涌噪声， $R_{in}$   $C_{in}$ 的时间常数选择在50~150nS，并且 $C_{in}$ 不要小于1nF（推荐 $R_{in}=100\Omega$ ， $C_{in}=1nF$ ）；
- (3) 为防止浪涌损坏，PN之间建议加一个高频非感性平复电容，容值在0.1~0.22μF，电容的连线要尽量短；
- (4) 电流检测电阻与IPM之间的连线要尽量短，来防止连线电感产生大的浪涌电压损坏IPM；
- (5) 15V电源输入端最好加一个至少7倍于自举电容CBS（自举电容建议大于1μF）的滤波电容；
- (6) 各个外接电容安放得尽量靠近IPM的管脚；
- (7)  $V_{FO}$ 输出级开路，需外接4.7kΩ电阻上拉到5V 电源；
- (8)  $V_{FO}$ 故障输出脉宽 $t_{FO}$  取决于 $C_{FO}$ ， $C_{FO}=18.3 \times 10^{-6} \times t_{FO}[F]$ ，若 $C_{FO} = 33 nF$ ，则 $t_{FO} = 1.8ms$ （典型值）；
- (9) 在短路保护电路中，请将RF、CSC的时间常数选定在1.5~2 μs 的范围内，同时RF 和CSC 周围的连线要求尽可能的短。



---

|       |               |       |   |
|-------|---------------|-------|---|
| 产品名称: | SD30M60AC     | 文档类型: | 说明书   |
| 版 权:  | 杭州士兰微电子股份有限公司 | 公司主页: | <a href="http://www.silan.com.cn">http://www.silan.com.cn</a> |

---

|      |     |      |    |
|------|-----|------|----|
| 版 本: | 1.1 | 作 者: | 陈颜 |
|------|-----|------|----|

修改记录:

1. 增加内置自举二极管, Vs 与输出管脚 UVW 内部连接

---

|      |     |      |     |
|------|-----|------|-----|
| 版 本: | 1.0 | 作 者: | 唐李明 |
|------|-----|------|-----|

修改记录:

1. 正式发布版本

---