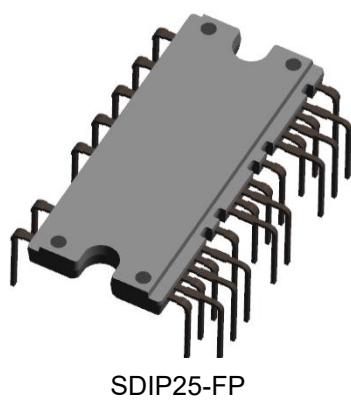


## 600V/6A 三相全桥智能功率模块



### 描述:

该模块是高度集成、高可靠的三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，如洗衣机、水泵、风机等。内置了三相半桥高压栅极驱动电路和 6 个低损耗 IGBT 功率器件。

模块内部集成了欠压、短路、过温等各种保护功能以及温度输出，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动端，其电流可以分别单独检测。

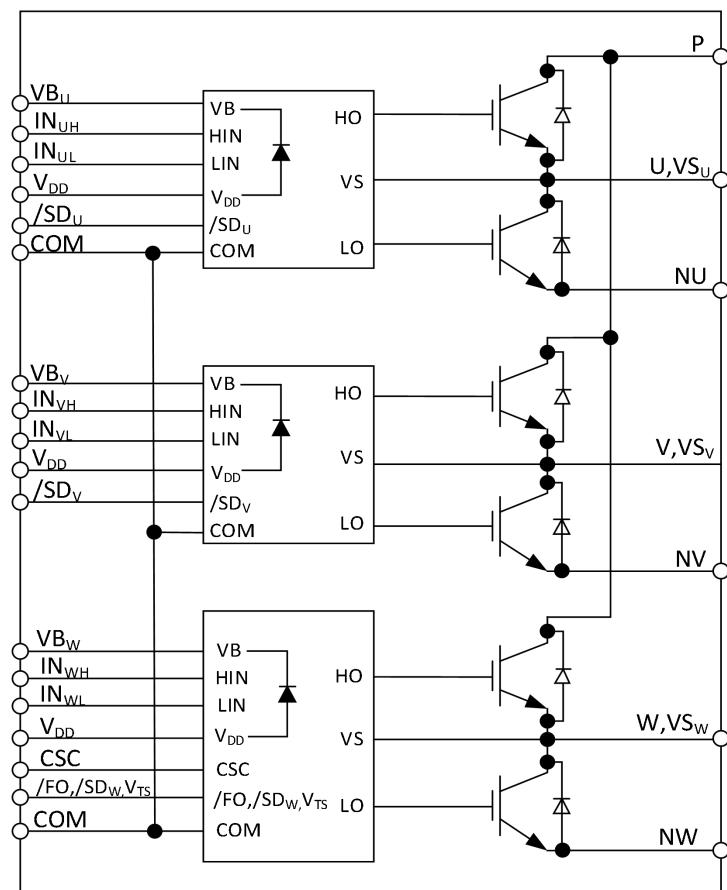
### 主要特点:

- 内置 6 个 600V/6A 的低损耗 IGBT
- 内置高压栅极驱动电路 (HVIC)
- 内置欠压保护、温度输出、过流保护
- 内置使能关断功能，双高互锁功能
- 内置带限流电阻的自举二极管
- 完全兼容 3.3V 和 5V 的 MCU 的接口，高电平有效
- 3 个独立的负直流动端用于变频器电流检测的应用
- 绝缘级别：1500Vrms/min

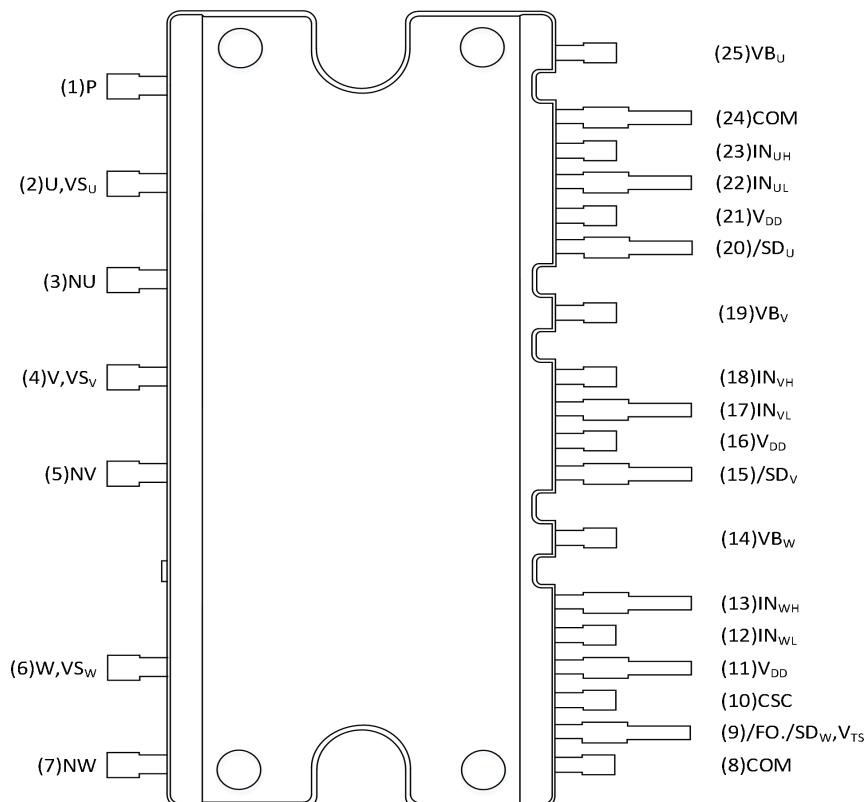
### 应用:

- 空调外风机/内风机
- 水泵
- 风扇
- 油烟机
- 冰箱压缩机

### 内部框图



## 管脚排列图



管脚号	管脚名称	描述	管脚号	管脚名称	描述
1	P	直流正端	14	VB <sub>W</sub>	W相高侧栅极驱动悬浮供电端
2	U,VS <sub>U</sub>	U相输出和U相高侧驱动偏置电压地	15	/SD <sub>V</sub>	V相输入关闭
3	N <sub>U</sub>	U相直流负端	16	V <sub>DD</sub>	V相IC及低侧栅极驱动供电端
4	V,VS <sub>V</sub>	V相输出和V相高侧驱动偏置电压地	17	IN <sub>VL</sub>	V相低侧信号输入
5	N <sub>V</sub>	V相直流负端	18	IN <sub>VH</sub>	V相高侧信号输入
6	W,VS <sub>W</sub>	W相输出和W相高侧驱动偏置电压地	19	VB <sub>V</sub>	V相高侧栅极驱动悬浮供电端
7	N <sub>W</sub>	W相直流负端	20	/SD <sub>U</sub>	U相输入关闭
8	COM	模块公共地	21	V <sub>DD</sub>	U相IC及低侧栅极驱动供电端
9	/FO./SD <sub>W</sub> ,V <sub>TS</sub>	故障输出, W相输入关闭, 温度输出	22	IN <sub>UL</sub>	U相低侧信号输入
10	Csc	接电容, 用于短路电流检测输入及低通滤波	23	IN <sub>UH</sub>	U相高侧信号输入
11	V <sub>DD</sub>	W相IC及低侧栅极驱动供电端	24	COM	模块公共地
12	IN <sub>WL</sub>	W相低侧信号输入	25	VB <sub>U</sub>	U相高侧栅极驱动悬浮供电端
13	IN <sub>WH</sub>	W相高侧信号输入			

## 极限参数( $T_j = 25^\circ\text{C}$ , 除非特殊说明)

### 逆变部分

符号	参数	条件	参数范围	单位
$V_{DC}$	加在 PN 之间的直流母线电压		450	V
$V_{DC(\text{surge})}$	加在 PN 之间的直流母线电压(浪涌)		500	V
$V_{CES}$	集电极和发射极之间的电压		600	V
$\pm I_c$	单个 IGBT 集电极持续电流	$T_c = 25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$	6	A
$\pm I_{CP}$	单个 IGBT 集电极尖峰电流	$T_c = 25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$ , 脉宽小于 1 毫秒	12	A
$T_j$	工作结温		-40~+150	°C

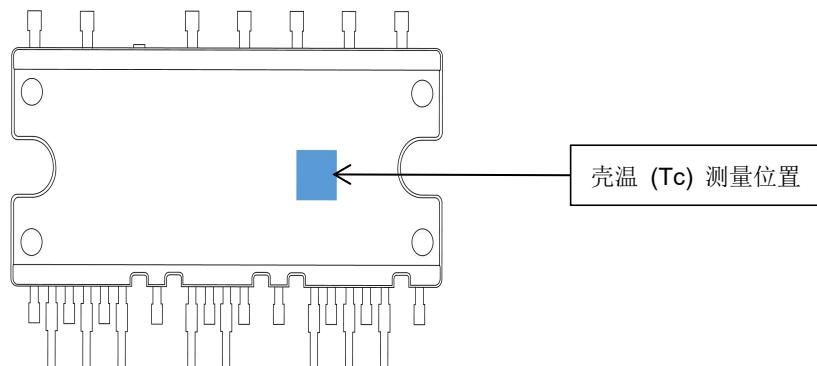
### 控制部分

符号	参数	条件	参数范围	单位
$V_{DD}$	控制电源电压	$V_{DD\text{-COM}}$	20	V
$V_{BS}$	高侧控制电压	$V_{Bu\text{-}VS_U}, V_{Bv\text{-}VS_V}, V_{Bw\text{-}VS_W}$	20	V
$V_{IN}$	输入信号电压	$IN_{UH}, IN_{VH}, IN_{WH}, IN_{UL}, IN_{VL}, IN_{WL} - COM$	-0.5~ $V_{DD}$	V
$V_{FO}$	故障输出电源电压	$/F_O, /SD_W, V_{TS\text{-COM}}$	-0.5~ $V_{DD}$	V
$I_{FO}$	故障输出电流	$V_{FO}$ 管脚的灌电流	1	mA
$V_{SC}$	电流检测脚的输入电压	$C_{sc\text{-COM}}$	-1.0~ $V_{DD}$	V

### 整机系统

符号	参数	条件	参数范围	单位
$V_{DC(\text{PROT})}$	短路保护限压	$V_{DD} = 13.5\text{~}16.5\text{V}, T_j = 125^\circ\text{C}$ , 单次小于 2 $\mu\text{s}$	400	V
$T_c$	工作壳温范围	测量点参考图 1	-40~+125	°C
$T_{stg}$	存储温度范围		-40~+125	°C
$V_{iso}$	绝缘耐压	60Hz, 正弦, 交流 1 分钟, 引脚与散热器之间	1500	V <sub>rms</sub>

图 1:  $T_c$  测量位置



## 热阻

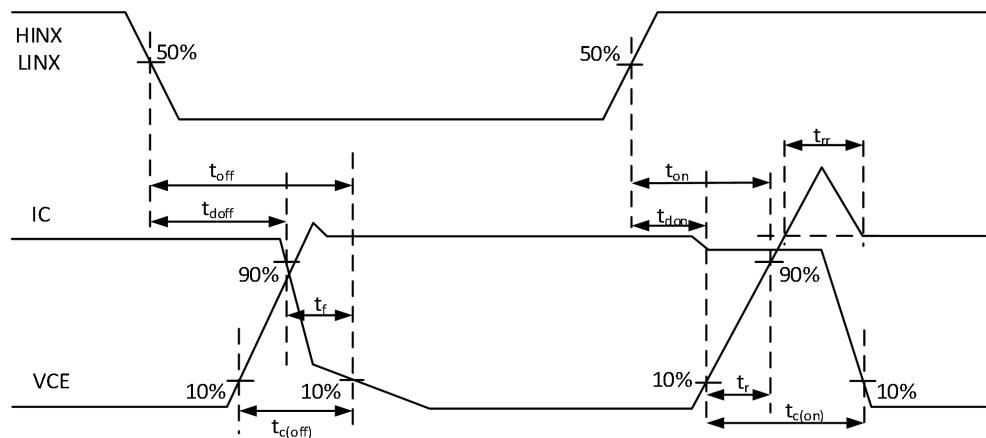
符号	参数	条件	范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
$R_{th(j-c)Q}$	结壳热阻	单颗 IGBT 芯片			-	K/W
$R_{th(j-c)F}$		单颗 FRD 芯片			-	K/W

电气特性参数 (除非特殊说明,  $T_j=25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD}=V_{BS}=15\text{V}$ )

## 逆变部分

符号	参数	条件	参数范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
$V_{CE(sat)}$	集电极发射极饱和电压	$V_{DD}=V_{BS}=15\text{V}$ , $I_c=6\text{A}$ , $T_j=25^\circ\text{C}$	-	1.7	2.2	V
		$V_{IN}=5\text{V}$ , $I_c=6\text{A}$ , $T_j=125^\circ\text{C}$	-	2.0	2.5	
$V_F$	FRD 正向电压	$V_{IN}=0\text{V}$ , $I_F=6\text{A}$	-	1.5	1.8	V
HS	$t_{on}$	$V_{DC}=400\text{V}$ , $V_{DD}=V_{BS}=15\text{V}$ $I_c=6\text{A}$ , $V_{IN}=0\leftrightarrow 5\text{V}$ 感性负载	-	450	-	ns
	$t_{C(on)}$		-	150	-	
	$t_{off}$		-	520	-	
	$t_{C(off)}$		-	120	-	
	$t_{rr}$		-	110	-	
LS	$t_{on}$	$V_{DC}=400\text{V}$ , $V_{DD}=V_{BS}=15\text{V}$ $I_c=6\text{A}$ , $V_{IN}=0\leftrightarrow 5\text{V}$ 感性负载	-	450	-	ns
	$t_{C(on)}$		-	150	-	
	$t_{off}$		-	520	-	
	$t_{C(off)}$		-	120	-	
	$t_{rr}$		-	110	-	
$I_{CES}$	集电极发射极漏电流	$V_{CE}=V_{CES}=600\text{V}$	$T_j=25^\circ\text{C}$	-	-	1 mA
			$T_j=125^\circ\text{C}$	-	-	10 mA

图 2: 开关时间定义



## 控制部分

符号	参数	条件	参数范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
$I_{QDD}$	$V_{DD}$ 静态电流	$V_{DD} = 15 \text{ V}$ , $IN_{(UH, VH, WH, UL, VL, WL)} = 0 \text{ V}$	-	324	-	$\mu\text{A}$
$I_{QBS}$	$V_{BS}$ 静态电流	$V_{BS} = 15 \text{ V}$ , $IN_{(UH, VH, WH)} = 0 \text{ V}$	-	34	-	$\mu\text{A}$
$V_{SC(\text{ref})}$	短路保护触发电压	$V_{DD} = 15 \text{ V}$	0.42	0.45	0.48	$\text{V}$
$UV_{DDD}$	低侧欠压保护	$V_{DD}$ 检测电压	8.4	8.9	9.5	$\text{V}$
$UV_{DDR}$		$V_{DD}$ 复位电压	9.5	10.1	10.7	$\text{V}$
$UV_{BSD}$		$V_{BS}$ 检测电压	7.7	8.2	8.7	$\text{V}$
$UV_{BSR}$		$V_{BS}$ 复位电压	8.3	8.8	9.3	$\text{V}$
$V_{OT}$	温度输出(6.8K 电阻上拉到 5V)	$LVIC$ 温度 = $125^\circ\text{C}$	2.8	2.9	3.0	$\text{V}$
		$LVIC$ 温度 = $25^\circ\text{C}$	4.1	4.3	4.5	$\text{V}$
$T_{OTP}$	过温度保护阈值		-	138	-	$^\circ\text{C}$
$T_{OTP\_HYS}$	过温度保护解除迟滞		-	28	-	
$V_{FOH}$	FO 输出电压	$V_{SC} = 0 \text{ V}$ , $V_F$ Circuit: $10 \text{ k}\Omega$ to $5 \text{ V}$ Pull-up	-	4.8	-	$\text{V}$
$V_{FOL}$		$V_{SC} = 0.6 \text{ V}$ , $I_{FO} = 5 \text{ mA}$	-	0.5	-	
$t_{FOD}$	FO 低电平时间		-	65	-	$\mu\text{s}$
$t_{BLK\_OCP}$	过流检测屏蔽时间		-	1	-	$\text{us}$
$t_{FLT\_IN}$	输入滤波		-	100	-	$\text{ns}$
$I_{INH}$	输入信号高电平电流	$V_{IN} = 5 \text{ V}$	-	1	-	$\text{mA}$
$I_{INL}$	输入信号低电平电流	$V_{IN} = 0 \text{ V}$	-1	0	-	$\mu\text{A}$
$V_{IN(ON)}$	输入信号开通阈值	$IN_{(UH, VH, WH, UL, VL, WL)} - COM$	2.6	-	-	$\text{V}$
$V_{IN(OFF)}$	输入信号关断阈值		-	-	1	
$V_F$	自举二极管导通压降	$I_F = 1 \text{ mA}$	-	0.63	-	$\text{V}$
$R_{BSD}$	自举二极管限流电阻		70	100	130	$\Omega$

## 推荐应用条件

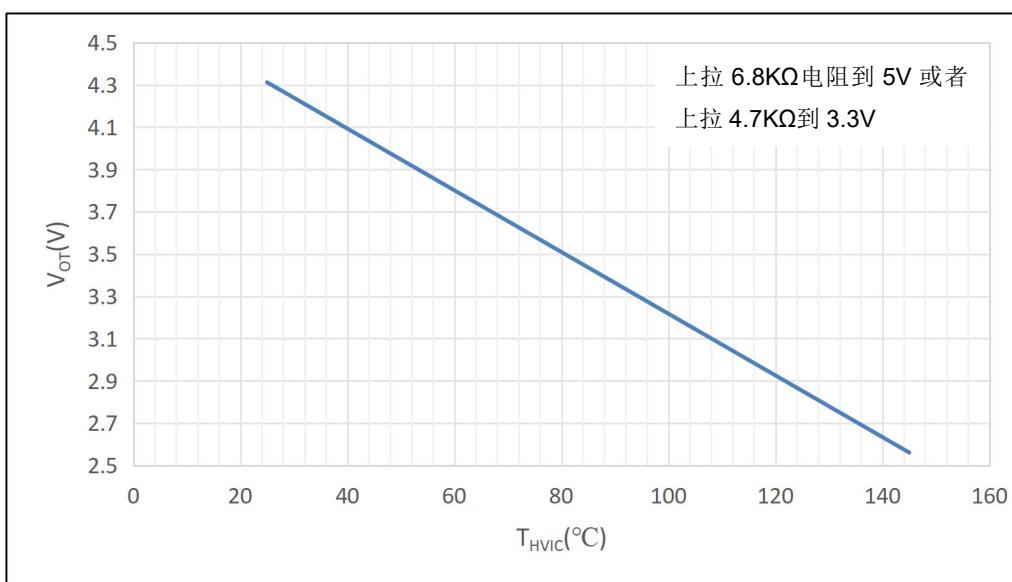
符号	参数	条件	参数范围			单位
			最小值	典型值	最大值	
$V_{DC}$	电源电压 (直流母线电压)	施加在 $P-N_U, N_V, N_W$ 之间	0	300	400	V
$V_{DD}$	控制电源电压 (低侧)	施加在 $V_{DD}-COM$ 之间	13.5	15.0	16.5	V
$V_{BS}$	控制电源电压 (高侧)	施加在 $V_{B_U}-V_{S_U}, V_{B_V}-V_{S_V}, V_{B_W}-V_{S_W}$ 之间	13.0	15.0	16.5	V
$dV_{DD}/dt, dV_{BS}/dt$	控制电源电压纹波		-1	-	+1	V/ $\mu$ s
$t_{dead}$	防止桥臂直通的死区时间	每一对输入信号	1	-	-	$\mu$ s
$f_{PWM}$	PWM 开关频率	$T_C \leq 100^\circ C, T_j \leq 125^\circ C$	-	-	20	kHz
$PWIN_{(on)}$	输入信号的最小脉宽 (注: 1)		1.0	-	-	$\mu$ s
$PWIN_{(off)}$			1.0	-	-	
$V_{NC}$	$V_{NC}$ 波动	$N_U, N_V, N_W-COM$ (Including surge voltage)	-5.0	-	+5.0	V
$T_j$	工作结温范围		-20	-	+125	$^\circ$ C

注 1: 如果输入信号的脉冲宽度小于  $PWIN_{(on)}$  和  $PWIN_{(off)}$ , IPM 可能不会工作。

## 机械特性和额定值

符号	条件	参数范围			单位
		最小值	典型值	最大值	
安装力矩	安装螺母: M3	推荐值: 0.7 N·m	0.6	0.7	0.8 N·m
重量			-	5	- g
散热面平整度			-50	-	100 $\mu$ m

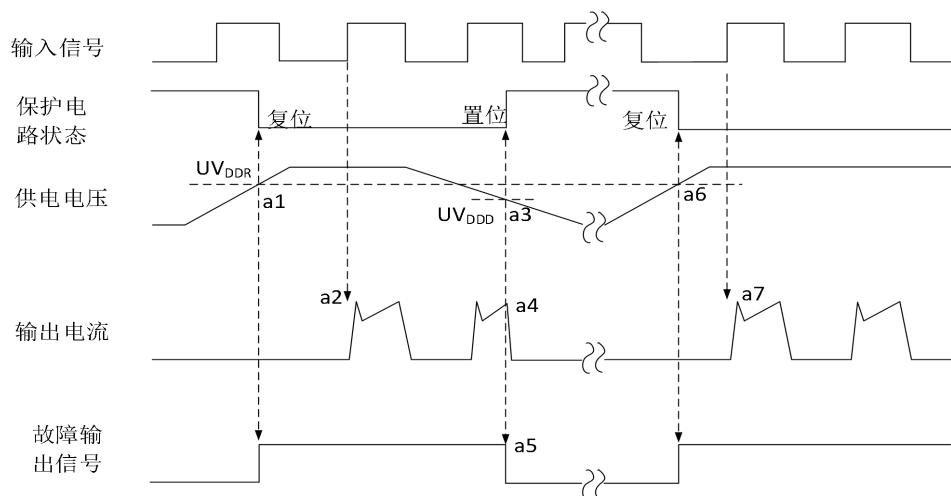
## 温度输出曲线



## 模块控制时序描述

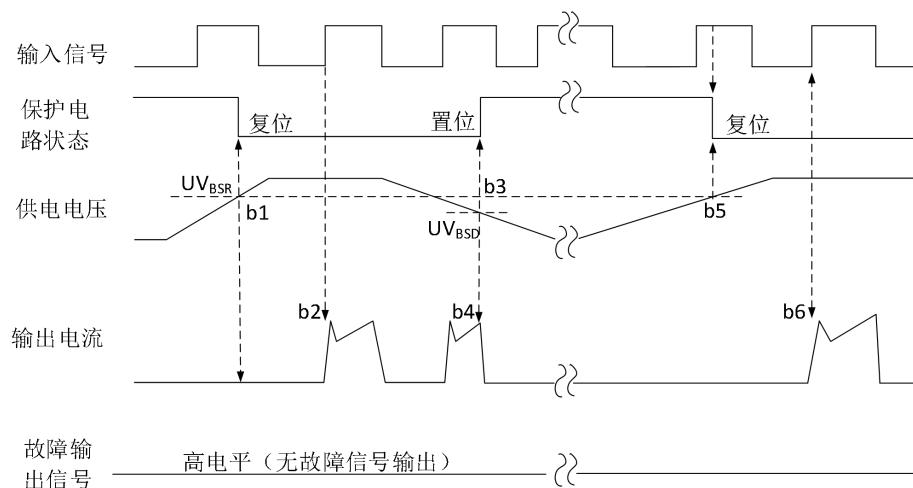
### 欠压保护 (低侧)

- a1: 供电电压上升至  $UV_{DDR}$  当下一个输入波形到来时电路开始工作。
- a2: 正常工作: IGBT 导通, 给负载提供电流。
- a3: 欠压检测点( $UV_{DDD}$ )。
- a4: 无论什么信号输入, 所有低侧 IGBT 均关断。
- a5: FO 脚输出故障信号(Typ.=65us, 并在欠压期间持续输出故障信号)。
- a6: 欠压复位点( $UV_{DDR}$ )。
- a7: 正常工作: IGBT 导通, 给负载提供电流。



### 欠压保护 (高侧)

- b1: 供电电压上升至  $UV_{BSR}$ , 当下一个输入信号到来时电路开始工作。
- b2: 正常工作: IGBT 导通, 电流提供给负载。
- b3: 欠压检测点( $UV_{BSD}$ )。
- b4: 无论什么信号输入, IGBT 均关断, 但无故障信号输出。
- b5: 欠压复位点( $UV_{BSR}$ ):
- b6: 正常工作: IGBT 导通, 电流提供给负载。



## 内部锁定功能时序

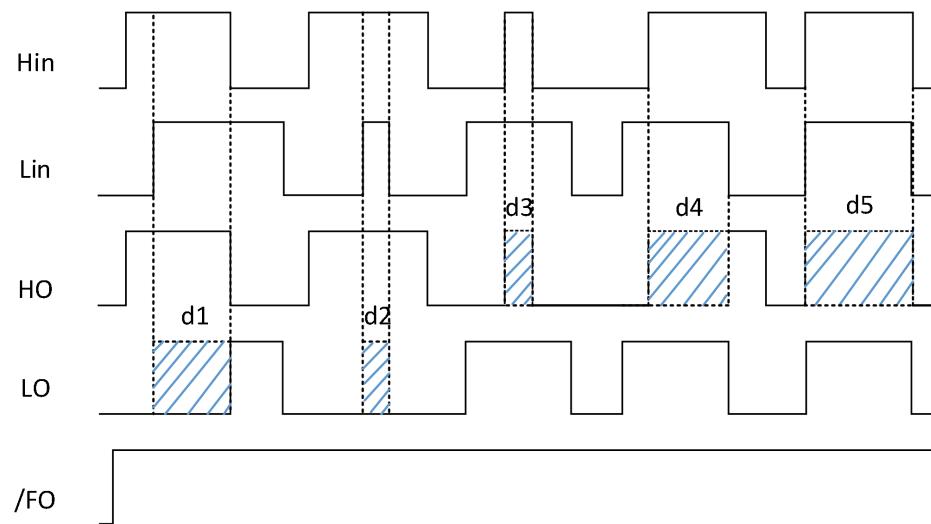
d1:高侧 HIN 输入信号先输入有效, 低侧 LIN 输入信号后输入, LO 不响应, 即先输入先有效;

d2:低侧 LIN 输入有噪声脉冲, LO 不响应;

d3:高侧 HIN 输入有噪声脉冲, HO 不响应;

d4:低侧 LIN 输入信号先输入有效, 高侧 HIN 输入信号后输入, HO 不响应, 即先输入先有效;

d5:高侧 HIN 和低侧 LIN 同时输入, 只有低侧 LO 响应。



## 过流保护时序

HIN:高侧输入控制信号

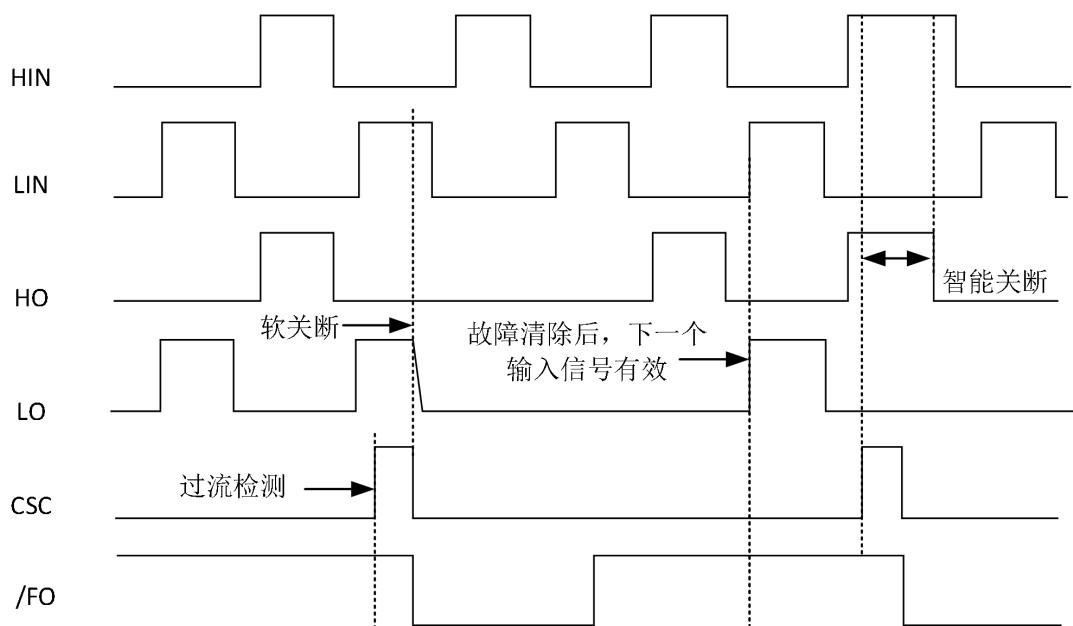
LIN:低侧输入控制信号

HO:高侧输出信号

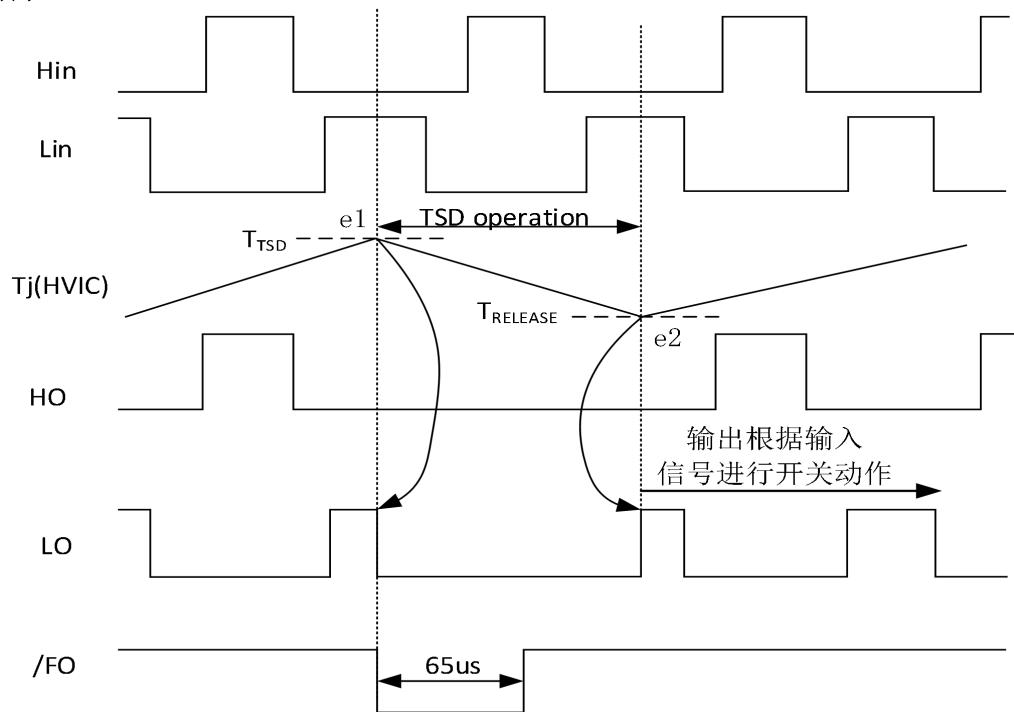
LO:低侧输出信号

CSC:过流侦测信号

/FO:故障输出信号



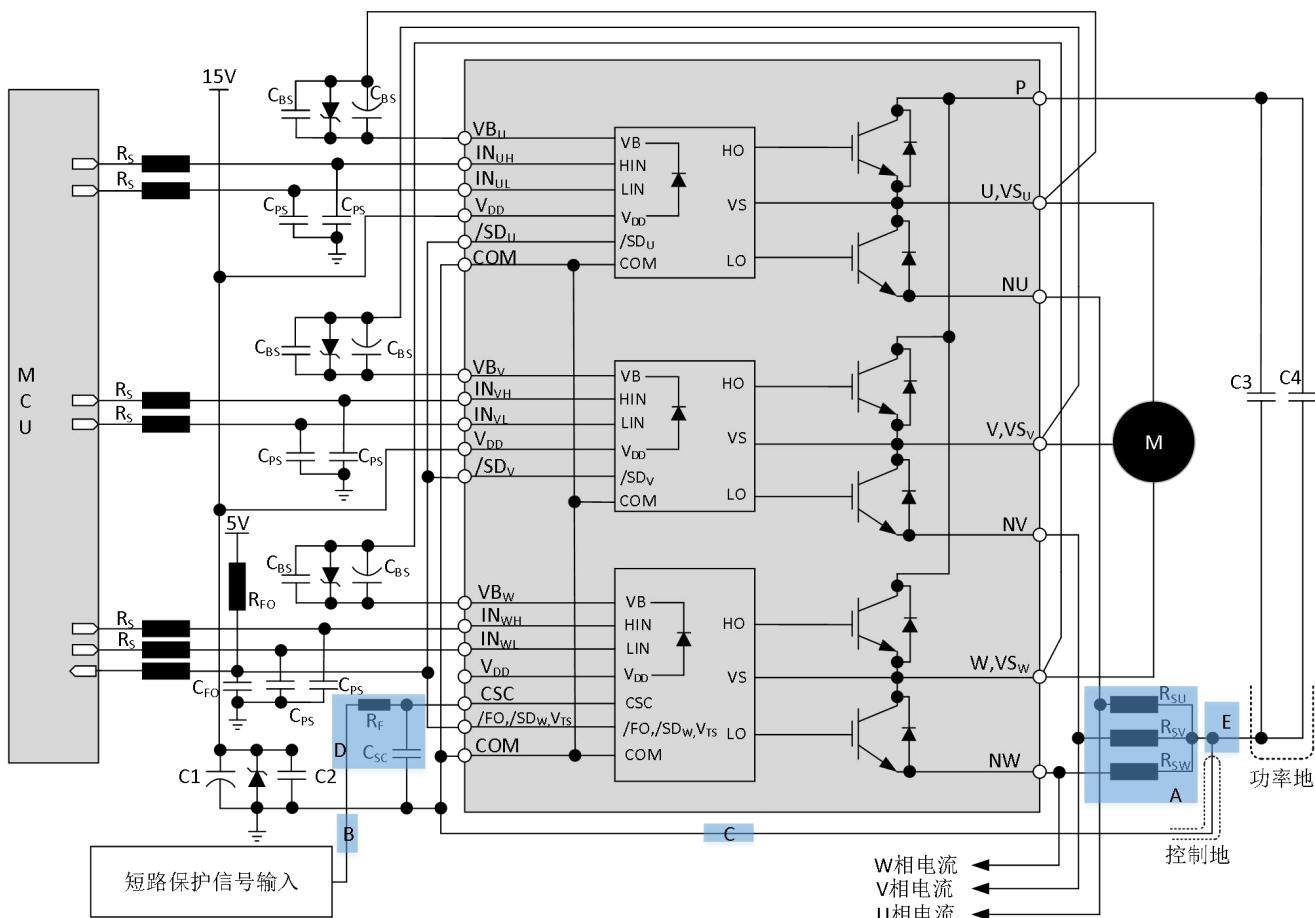
## 过温保护时序



e1:HVIC 检测到温度超过  $T_{TSD}$ (典型值  $138^{\circ}\text{C}$ )，保护电路将会激活，FO 输出低电平。

e2:HVIC 检测点的温度降至保护释放温度时(典型值  $108^{\circ}\text{C}$ )，关断保护将会解除。输出根据输入信号进行开关动作。

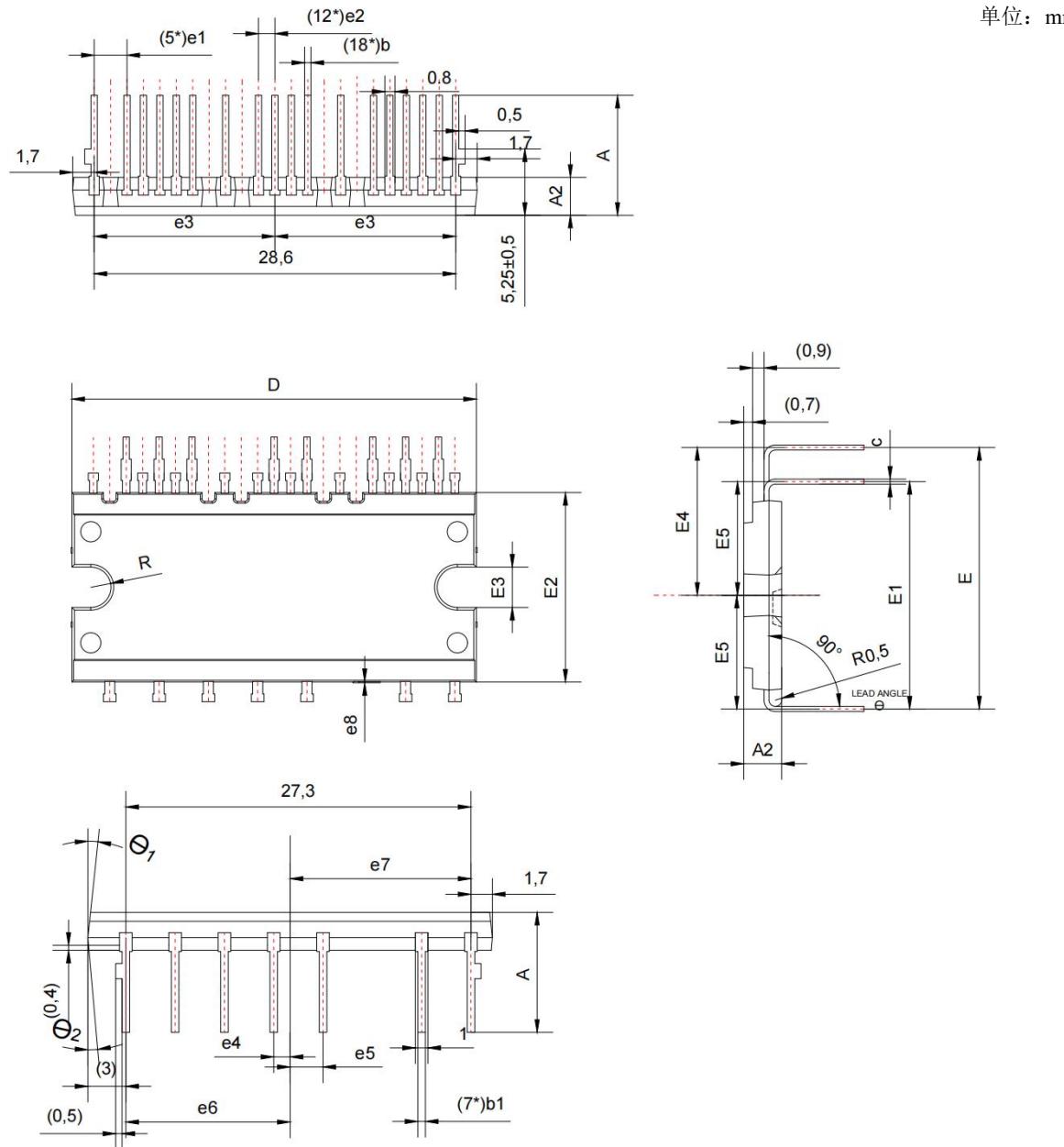
## 典型应用电路



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; 另外可在输入端增加 RC 滤波电路来预防浪涌噪声。
- (2) 使用模块的温度检测输出功能时, 需要将 PIN9 连接到 MCU 的 ADC 和故障检测端子; 由于 PIN9 引脚是漏极开路类型, 其必须通过上拉电阻 R<sub>FO</sub> 上拉到 5V 或 3.3V, 推荐上拉电阻为 6.8KΩ(至 5V)或 4.7KΩ(至 3.3V), 同时务必在靠近该引脚放置滤波电容 C<sub>FO</sub>, 推荐值为 1nF; 另外需要注意, 使用温度检测输出电压时, 设置的 MCU 内部 ADC 基准电压需要大于 0.5\*V<sub>DD</sub>, 即过温保护电压点要确保大于 MCU 自身故障检测端口/FO 的翻转电压, 最好在靠近该 MCU 管脚处也放置滤波电容 C<sub>FO</sub>, 推荐值为 1nF。
- (3) 输入信号为高电平有效, 在 HVIC 每个通道的输入端都有一个 5KΩ下拉电阻连接到地。
- (4) 为防止浪涌损坏, PN 之间建议加一个高频低感性电容(0.1uF~0.22uF), 电容的连线要尽量短。
- (5) 电流检测电阻和 IPM 之间的连线要尽量短, 否则连接电感产生的大浪涌电压可能会造成破坏。
- (6) 控制地线和功率地地线要连接在一个点, 走线尽量短。
- (7) 每个外接电容都应尽量靠近 IPM 管脚放置。
- (8) 在短路保护电路, 请选择时间常数在 1.5~2us 范围内的 R<sub>F</sub> 和 C<sub>SC</sub>, 同时, R<sub>F</sub> 和 C<sub>SC</sub> 周边的接线都应尽量短, R<sub>F</sub> 接线应靠近分流电阻。
- (9) /FO, /SD 的连线尽可能短。

### 外形封装图



SYMB OL	COMMON			SYMB OL	COMMON			SYMB OL	COMMON		
	Min	Nom	Max		Min	Nom	Max		Min	Nom	Max
A	9.00	9.50	10.00	E2	14.70	15.00	15.30	e5	2.30	2.60	2.90
A2	2.80	3.00	3.20	E3	3.00	3.20	3.40	e6	12.70	13.00	13.30
b	0.40	0.50	0.60	E4	11.40	11.70	12.00	e7	14.00	14.30	14.60
b1	0.50	0.60	0.70	E5	8.70	9.00	9.30	e8	0.00	-	0.10
c	0.35	0.40	0.50	e1	2.30	2.60	2.90	R	1.50	1.60	1.70
D	31.70	32.00	32.30	e2	1.00	1.30	1.60	θ	0°	-	3°
E	20.20	20.70	21.20	e3	14.00	14.30	14.60	θ1	6°REF		
E1	17.50	18.00	18.50	e4	1.00	1.30	1.60	θ2	5°REF		