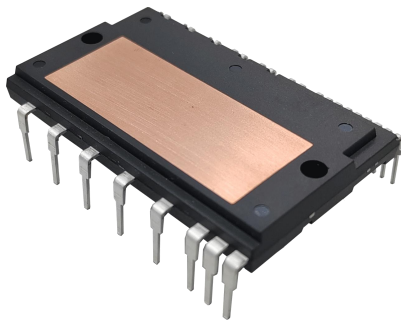


## 智能功率模块 650V/50A



DIP29-DBC

### 应用:

- 空调压缩机
- 冰箱压缩机
- 低功率变频器
- 工业缝纫机

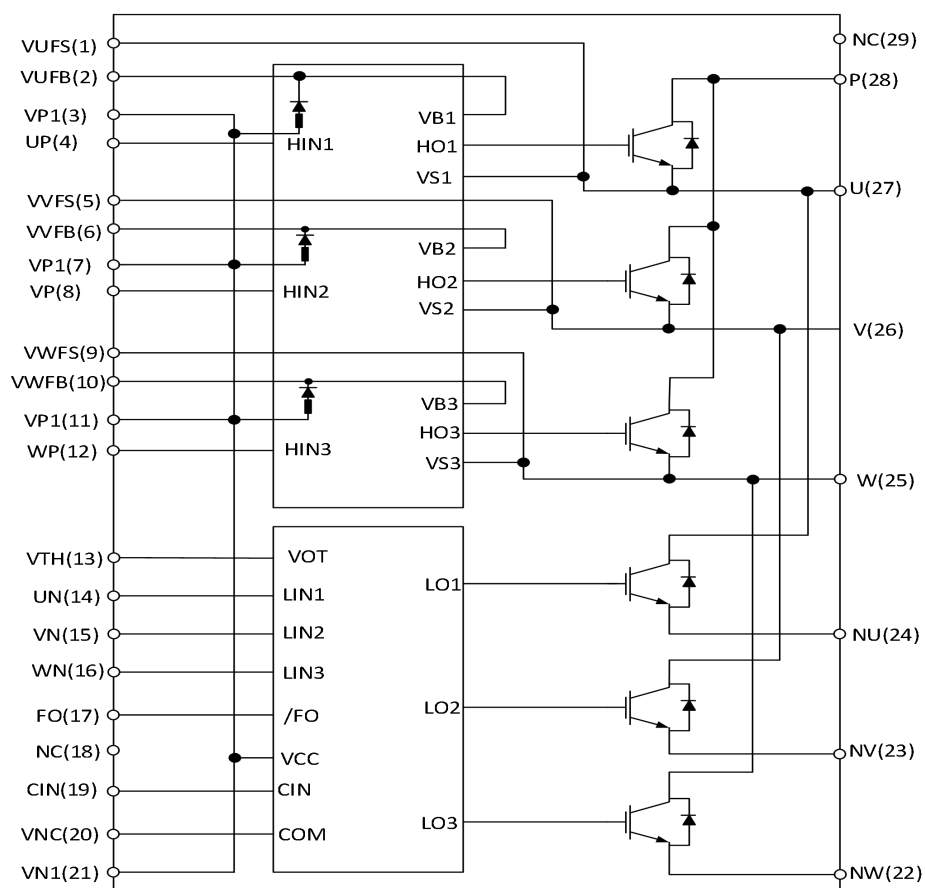
### 主要功能及额定参数:

- 600V/50A 三相直流转交流逆变器
- 内置低损耗 FS-IGBT
- 下臂 IGBT 发射极单独引出
- 内置自举二极管

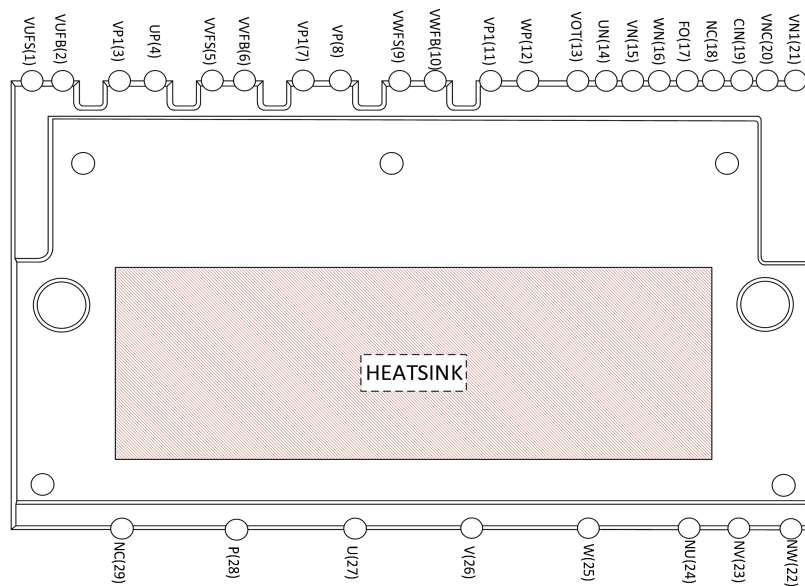
### 特点:

- 内置高压驱动电路 (HVIC)。
- HVIC 芯片上集成带限流电阻的自举二极管。
- 高侧控制电压具有欠压保护功能。
- 低侧 LVIC 具有短路电流保护(SC), 温度输出 (TO), 过温保护(OTP), 欠压保护(UV)等。
- 故障输出 (UV, SC, OTP), 在出发保护时“关闭”LVIC 的输出。
- 输入接口兼容 3.3V, 5V 信号, 高电平有效。
- 绝缘级别: 2500Vrms/min。

## 模块内部电路图



# 管脚说明



管脚编号	管脚名称	管脚描述
1	VUFS	U 相上臂驱动电源 GND 端子
2	VUFB	U 相上臂驱动电源端子
3	VP1	控制电源端子
4	UP	U 相上臂控制信号输入端子
5	VVFS	V 相上臂驱动电源 GND 端子
6	VVFB	V 相上臂驱动电源端子
7	VP1	控制电源端子
8	VP	V 相上臂控制信号输入端子
9	VWFS	W 相上臂驱动电源 GND 端子
10	VWFB	W 相上臂驱动电源端子
11	VP1	控制电源端子
12	WP	W 相上臂控制信号输入端子
13	VOT	温度模拟输出端子
14	UN	U 相下臂控制信号输入端子
15	VN	V 相下臂控制信号输入端子
16	WN	W 相下臂控制信号输入端子
17	FO	故障输出端子
18	NC	无连接
19	CIN	短路保护触发电压检测端子
20	VNC	公共地
21	VN1	控制电源端子
22	NW	W 相下臂 IGBT 发射极端子
23	NV	V 相下臂 IGBT 发射极端子
24	NU	U 相下臂 IGBT 发射极端子
25	W	W 相输出端子
26	V	V 相输出端子
27	U	U 相输出端子
28	P	逆变器直流输入端子
29	NC	无连接

## 最大额定值 (T<sub>j</sub>= 25°C,除非特殊说明)

### 逆变部分

符号	参数	条件	额定值	单位
V <sub>DC</sub>	直流母线电压	施加在 P 和 N <sub>U</sub> ,N <sub>V</sub> ,N <sub>W</sub> 之间	450	V
V <sub>DC(surge)</sub>	直流母线浪涌电压	施加在 P 和 N <sub>U</sub> ,N <sub>V</sub> ,N <sub>W</sub> 之间	500	V
V <sub>CES</sub>	集电极-发射极电压		600	V
±I <sub>C</sub>	单个 IGBT 集电极持续电流	T <sub>C</sub> =25°C,T <sub>j</sub> ≤150°C	50	A
±I <sub>CP</sub>	单个 IGBT 集电极峰值电流	T <sub>C</sub> = 25°C,T <sub>j</sub> ≤150°C,脉宽≤1ms	100	A
P <sub>C</sub>	每个模块集电极最大耗散功率	T <sub>C</sub> = 25°C, 单个芯片	100	W
T <sub>j</sub>	结温		-20~+150	°C

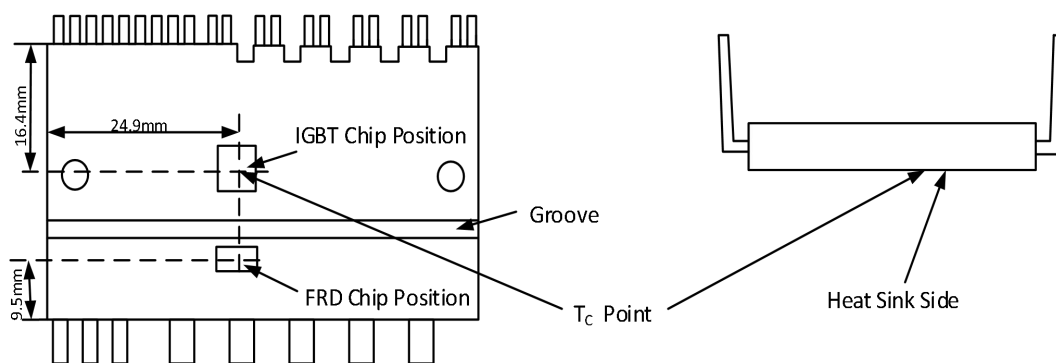
### 控制部分

符号	参数	条件	额定值	单位
V <sub>D</sub>	控制电源电压	施加在 V <sub>CCH</sub> -COM1, V <sub>CCL</sub> -COM2 之间	20	V
V <sub>DB</sub>	高侧控制电压	施加在 V <sub>UFB</sub> -U, V <sub>VFB</sub> -V, V <sub>WFB</sub> -W 之间	20	V
V <sub>IN</sub>	输入信号电压	施加在 U <sub>P</sub> , V <sub>P</sub> , W <sub>P</sub> -COM1, U <sub>N</sub> , V <sub>N</sub> , W <sub>N</sub> -COM2 之间	-0.5~V <sub>D</sub>	V
V <sub>FO</sub>	故障输出电源电压	施加在 FO - COM2 之间	-0.5~V <sub>D</sub>	V
I <sub>FO</sub>	故障输出电流	FO 端灌电流	1	mA
V <sub>CIN</sub>	电流检测端输入电压	施加在 CIN - COM2 之间	-1.0~V <sub>D</sub>	V

### 整机

符号	参数	条件	额定值	单位
V <sub>DC(prot)</sub>	短路保护限压	V <sub>CC</sub> =V <sub>BS</sub> =13.5~16.5V, T <sub>j</sub> =150°C, 单次且小于 2μs。	400	V
T <sub>C</sub>	模块工作壳温	T <sub>C</sub> 的检测点如图 1 所示	-20~+100	°C
T <sub>stg</sub>	存储温度		-40~+125	°C
V <sub>iso</sub>	绝缘耐压	60 赫兹, 正弦波, 1 分钟, 连接所有引脚到散热器	2500	V <sub>rms</sub>

图 1 T<sub>C</sub> 测量位置



## 热阻

符号	参数	条件	范围			单位
			Min	Typ	Max	
$R_{th(j-e)Q}$	结点 to 外壳热阻 (注 1)	单个 IGBT 芯片	-	-	1.0	K/W
$R_{th(j-e)F}$		单个 FRD 芯片	-	-	2.5	K/W

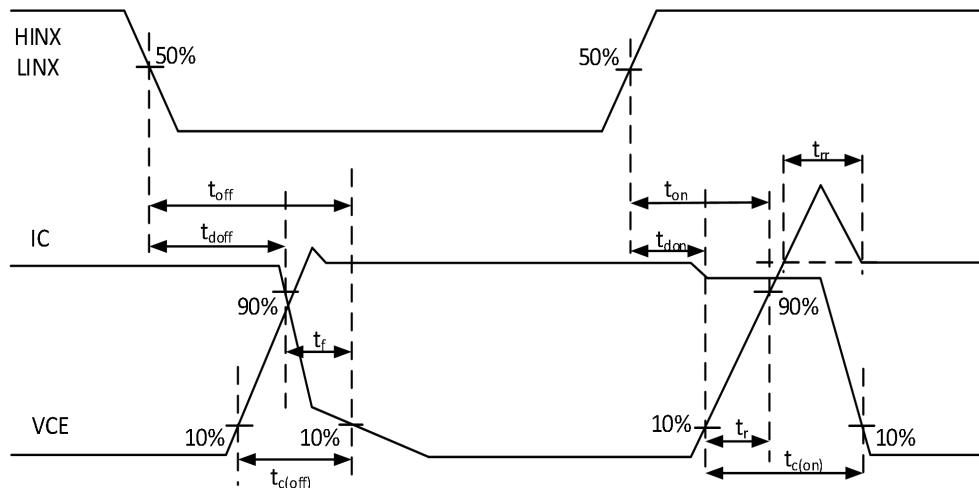
注1: 在IPM和散热器的接触面上涂导热硅脂, 建议厚度为+100 $\mu$ m~+200 $\mu$ m。IPM外壳和散热器之间的接触热阻 $R_{th(c-f)}$ 建议在0.3K/W。

电气特性 ( $T_j = 25^\circ\text{C}$ , 除非特殊说明)

## 逆变部分

符号		参数	条件		范围			单位	
					Min	Typ	Max		
V <sub>CE(sat)</sub>		IGBT 集电极-发射极饱和压降	V <sub>D</sub> =V <sub>DB</sub> = 15V, V <sub>IN</sub> = 5V	I <sub>C</sub> = 50A, T <sub>j</sub> = 25°C I <sub>C</sub> = 50A, T <sub>j</sub> = 125°C	-	1.70 2.0	1.95 2.3	V	
V <sub>F</sub>			续流二极管正向压降		V <sub>IN</sub> = 0V, I <sub>F</sub> = 50A		-		1.40
HS	t <sub>on</sub>	图 2.开关时间定义	V <sub>DC</sub> = 400V, V <sub>D</sub> = V <sub>DB</sub> = 15V I <sub>C</sub> = 50A, V <sub>IN</sub> = 0↔5V 感性负载		-	900	-	ns	
	t <sub>C(on)</sub>				-	400	-		
	t <sub>off</sub>				-	1300	-		
	t <sub>C(off)</sub>				-	320	-		
	t <sub>rr</sub>				-	160	-		
LS	t <sub>on</sub>		V <sub>DC</sub> = 400V, V <sub>D</sub> = V <sub>DB</sub> = 15V I <sub>C</sub> =50A, V <sub>IN</sub> = 0↔5V 感性负载		-	1000	-		
	t <sub>C(on)</sub>				-	500	-		
	t <sub>off</sub>				-	1250	-		
	t <sub>C(off)</sub>				-	320	-		
	t <sub>rr</sub>				-	160	-		
I <sub>CES</sub>		集电极-发射极漏电流	V <sub>CE</sub> =V <sub>CES</sub> =600V	T <sub>j</sub> = 25°C T <sub>j</sub> = 125°C	- -	- -	1 10	mA	

图 2. 开关时间



## 控制部分

符号	参数	条件		范围			单位
				Min	Typ	Max	
I <sub>D</sub>	控制电源静态电流	V <sub>CCH</sub> -COM1 与 V <sub>CCL</sub> -COM2 的电流之和	V <sub>D</sub> =15V,V <sub>IN</sub> =0V	-	1.3	1.6	mA
I <sub>DB</sub>		V <sub>UFB</sub> -U,V <sub>VFB</sub> -V,V <sub>WFB</sub> -W 各相电流	V <sub>D</sub> =V <sub>DB</sub> =15V,V <sub>IN</sub> =0V	-	300	500	μA
V <sub>SC(ref)</sub>	短路保护触发电压	V <sub>D</sub> =15V		0.45	0.48	0.51	V
U <sub>VDBt</sub>	高侧欠压保护	T <sub>j</sub> ≤125°C	V <sub>DB</sub> 检测电压	-	11.5	-	V
U <sub>VDBr</sub>			V <sub>DB</sub> 复位电压	-	10.5	-	V
U <sub>VDt</sub>	低侧欠压保护		V <sub>D</sub> 检测电压	-	12	-	V
U <sub>VDr</sub>			V <sub>D</sub> 复位电压	-	11	-	V
V <sub>OT</sub>	温度输出	LVIC 温度 = 125°C		3.50	3.60	3.70	V
		LVIC 温度 = 25°C		1.00	1.10	1.20	V
OT <sub>t</sub>	过温保护	LVIC 温度		115	125	135	°C
OT <sub>rh</sub>		过温保护迟滞		-	10	-	
V <sub>FOH</sub>	故障输出电压	V <sub>CIN</sub> =0V, FO 通过 10KΩ电阻上拉到 5V		4.8	-	-	V
V <sub>FOL</sub>		V <sub>CIN</sub> =1V, I <sub>FO</sub> = 1mA		-	-	0.5	
t <sub>FOD</sub>	故障输出脉冲宽度			-	60	-	μs
I <sub>INH</sub>	输入信号高电平电流	V <sub>IN</sub> = 5V		-	1	-	mA
I <sub>INL</sub>	输入信号低电平电流	V <sub>IN</sub> =0V		-1	0	-	μA
V <sub>th(on)</sub>	输入信号开通阈值电压	施加在 U <sub>P</sub> , V <sub>P</sub> , W <sub>P</sub> , U <sub>N</sub> , V <sub>N</sub> , W <sub>N</sub> 与 COM2 之间		-	-	3.0	V
V <sub>th(off)</sub>	输入信号关断阈值电压			0.8	-	-	
V <sub>F</sub>	自举二极管导通压降	IF=10mA，包括限流电阻的压降		-	2.4	-	V
R <sub>BSD</sub>	内置限制电阻	包含自举二极管		-	170	-	Ω

## 推荐工作条件

符号	参数	条件		范围			单位
				Min	Typ	Max	
$V_{DC}$	直流母线电压	施加在 P-NU, NV, NW 之间		0	300	400	V
$V_D$	控制电源电压	施加在 $V_{CCH}-COM1$ 和 $V_{CCL}-COM2$ 之间		13.5	15.0	16.5	V
$V_{DB}$	高侧控制电压	施加在 $V_{UFB}-U, V_{VFB}-V, V_{WFB}-W$ 之间		13.0	15.0	16.5	V
$dV_D/dt$ , $dV_{DB}/dt$	控制电源电压波动			-1	-	+1	V/ $\mu s$
$t_{dead}$	防止桥臂直通的死区时间	针对每一路输入信号		1	-	-	$\mu s$
$f_{PWM}$	PWM 开关频率	$T_C \leq 100^\circ C, T_j \leq 125^\circ C$		-	-	20	kHz
$I_O$	允许的有效电流	$V_{DC} = 300V, V_D = 15V, P.F = 0.8$ , PWM 输入, $T_C \leq 100^\circ C, T_j \leq 125^\circ C$ (注 2)	$f_{PWM} = 5kHz$	-	-	25	Arms
			$f_{PWM} = 15kHz$	-	-	17	
$PWIN_{(on)}$	最小输入脉冲宽度	(注 3)		0.7	-	-	$\mu s$
$PWIN_{(off)}$				0.7	-	-	
$V_{NC}$	$V_{NC}$ 波动	施加在 $V_{NC} - NU, NV, NW$ 之间		-5.0	-	+5.0	V
$T_j$	工作结温范围			-20	-	+125	$^\circ C$

注 2：允许的有效电流大小主要取决于实际应用条件及散热状况，表中数据仅供参考。

注 3：如果输入信号的脉冲宽度小于  $P_{WIN}(on)$  和  $P_{WM}(off)$ ，IPM 可能不会工作。

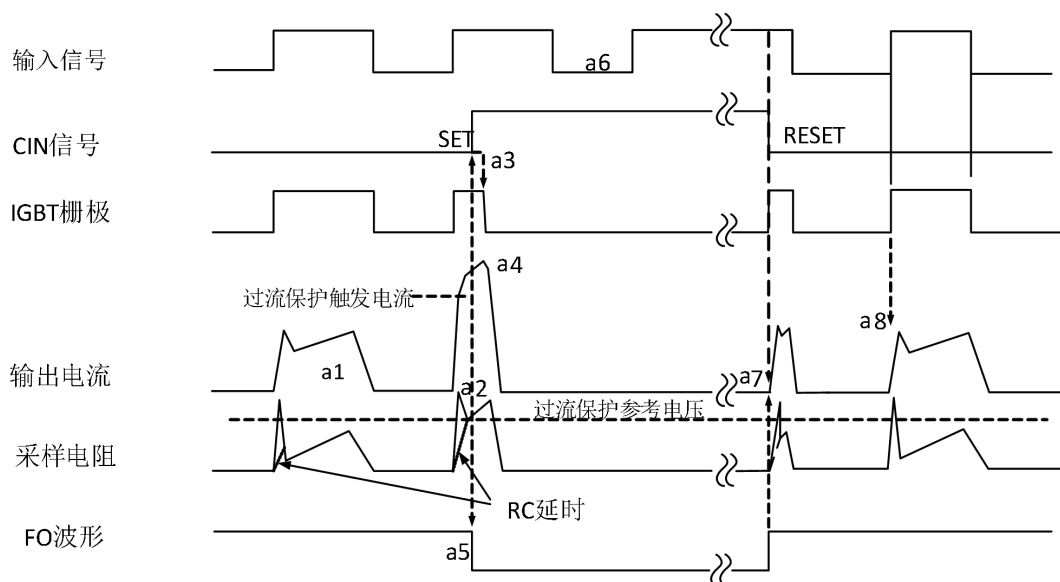
## 机械特性和额定值

参数	条件	范围			单位
		Min.	Typ.	Max.	
装配	安装螺丝规格：M3 建议安装扭矩：0.70N.m	0.6	0.7	0.8	N·m
重量		-	21	-	g
器件平面度		-50	-	150	$\mu m$

## 模块保护功能逻辑时序

### [A] 短路保护时序

- a1. 正常工作：IGBT导通，给负载提供电流。
- a2. 短路保护被触发（设置RC的时间常数1.5~2.0 $\mu s$ ，确保SC触发后IGBT在2.0 $\mu s$ 内关断）。
- a3. 所有低侧IGBT的栅极被立刻关断。
- a4. 所有低侧IGBT关断。
- a5. FO输出低电平，FO的低电平时间 $t_{FOD}$ 约60 $\mu s$ 。
- a6. 输入为低电平，IGBT处于关断状态。
- a7. FO低电平时间到，IGBT立刻开通。
- a8. 正常工作：IGBT导通，给负载提供电流。

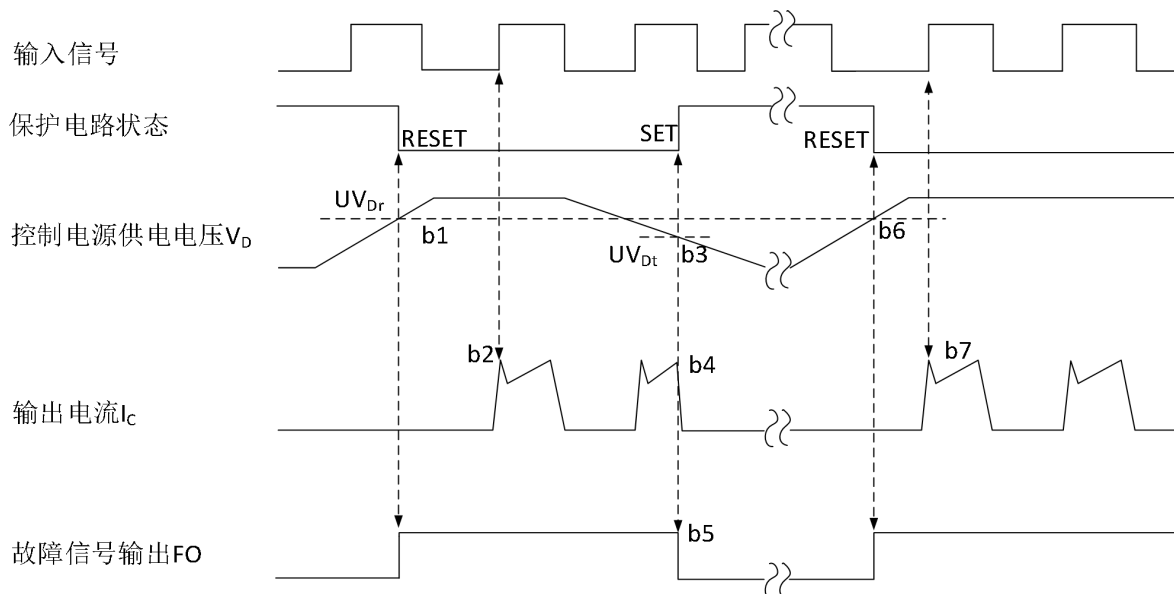


### [B] 低侧控制电源 $V_D$ 欠压保护时序

- b1. 控制电源电压 $V_D$ 从欠压状态上升，超过复位电压（ $UVDr$ ），高电平时打开IGBT。
- b2. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。
- b3. 控制电源电压 $V_D$ 从正常电压下降，下降到低于检测电压( $UVDt$ )，低侧IGBT被关断。
- b5. FO输出低电平，FO的低电平时间 $t_{FOD}$ 约60 $\mu s$ 。

b6.控制电源电压 $V_D$ 再次升高，超过复位电压（ $UV_{Dr}$ ），高电平时打开IGBT。

b7.正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。



### [C]高侧控制电源 $V_{DB}$ 欠压保护时序

c1. 控制电源电压 $V_{DB}$ 从欠压状态上升，超过复位电压（ $UV_{DBr}$ ），且在下一个高电平时打开IGBT。

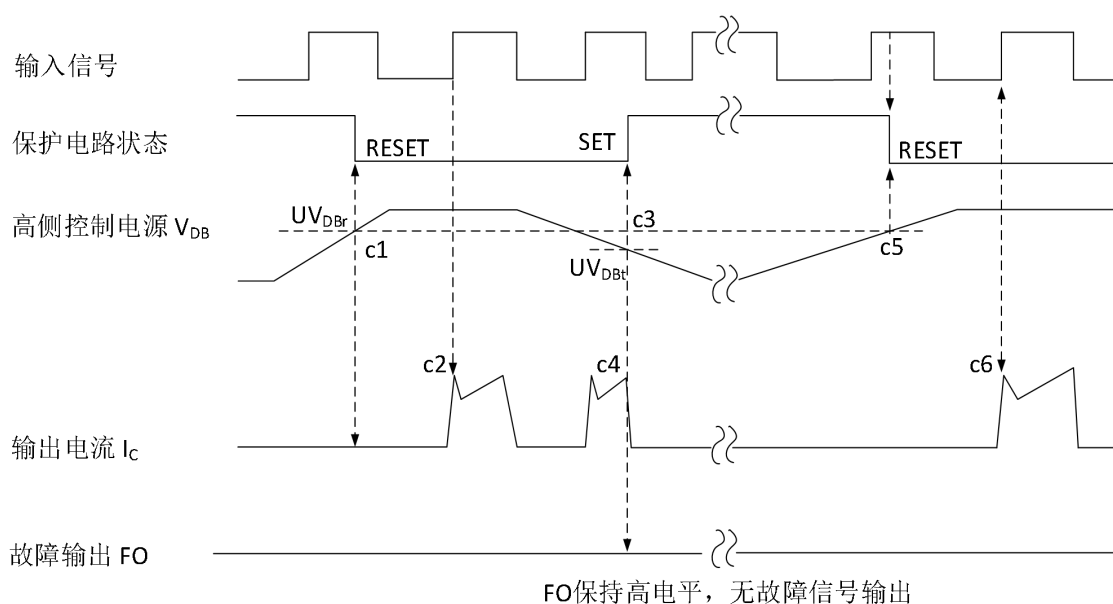
c2. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。

c3. 控制电源电压 $V_{DB}$ 从正常电压下降，下降到低于检测电压( $UV_{DBt}$ )，高侧IGBT被关断。

c4. FO保持高电平，FO信号没有变化。

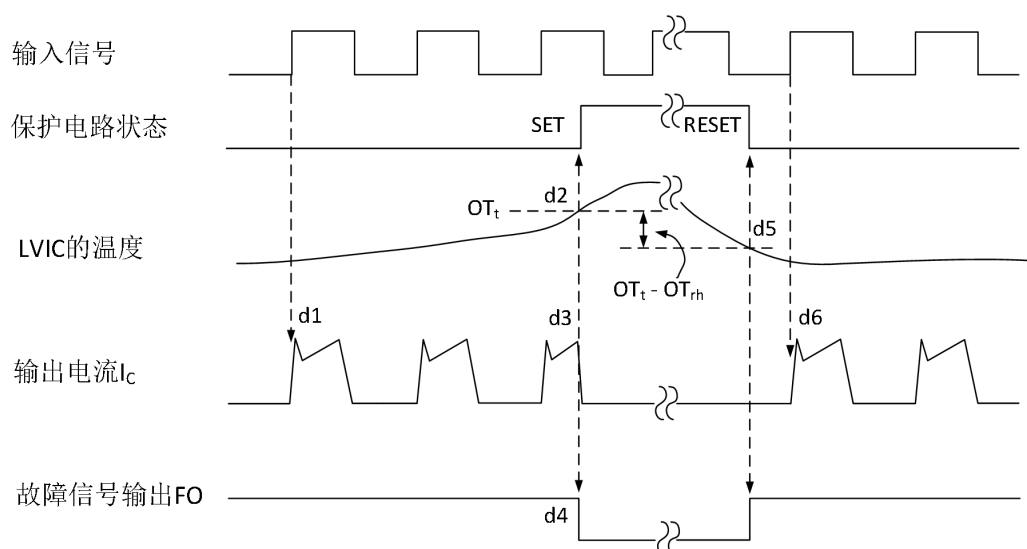
c5. 控制电源电压 $V_{DB}$ 再次升高，超过复位电压（ $UV_{DBr}$ ），且在下一个高电平时打开IGBT。

c6. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。



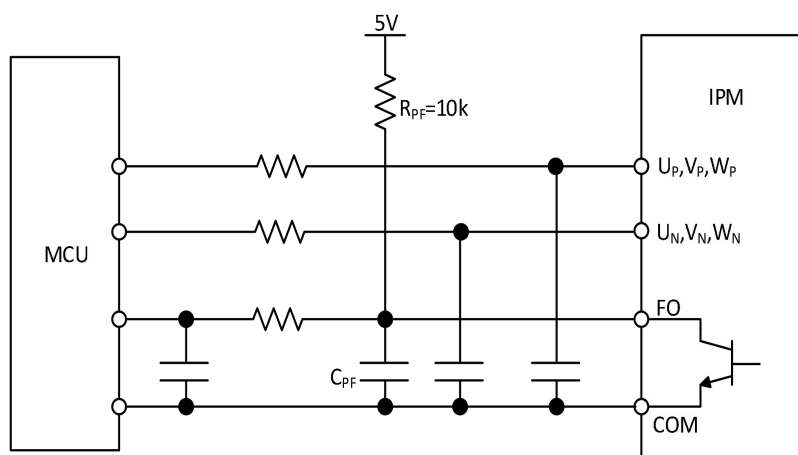
## [D] 过温保护（低侧 LVIC 的温度）时序

- d1. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。。
- d2. LVIC温度超过保护温度( $OT_t$ )。
- d3. 所有低侧IGBT均被关断。
- d4. FO输出低电平，FO的低电平时间 $t_{FOD}$ 约60us，如果LVIC温度一直超过 $OT_t$ 时，输出时间会延长。
- d5. LVIC温度下降到复位温度以下，高电平时打开IGBT。
- d6. 正常工作，IGBT导通，给负载提供电流。



## 单片机I/O接口电路

图 4 推荐的 IPM 模块与 MCU 的接口电路



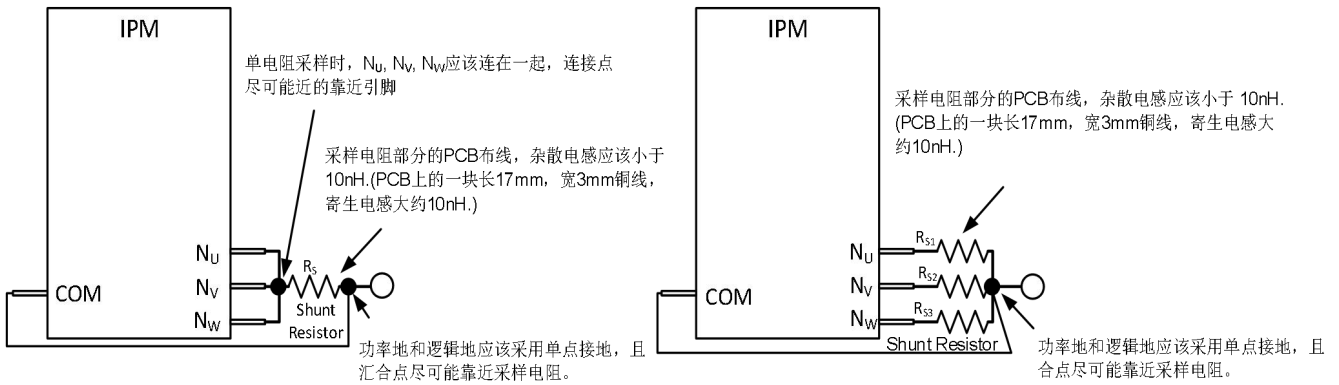
注 4:

- (1) 每个输入端的 RC 耦合应随着 PWM 控制方案和 PCB 布局来匹配选型。
- (2) 在 IPM 输入信号部分内置了一个 5K 下拉电阻，因此，当使用外接滤波电路时应注意输入端的压降。
- (3) FO 输出是开漏型，FO 引脚应该用一个电阻将其上拉至 5V 或者 15V，电阻的大小需要确保  $I_{FO}$  小于 1mA。

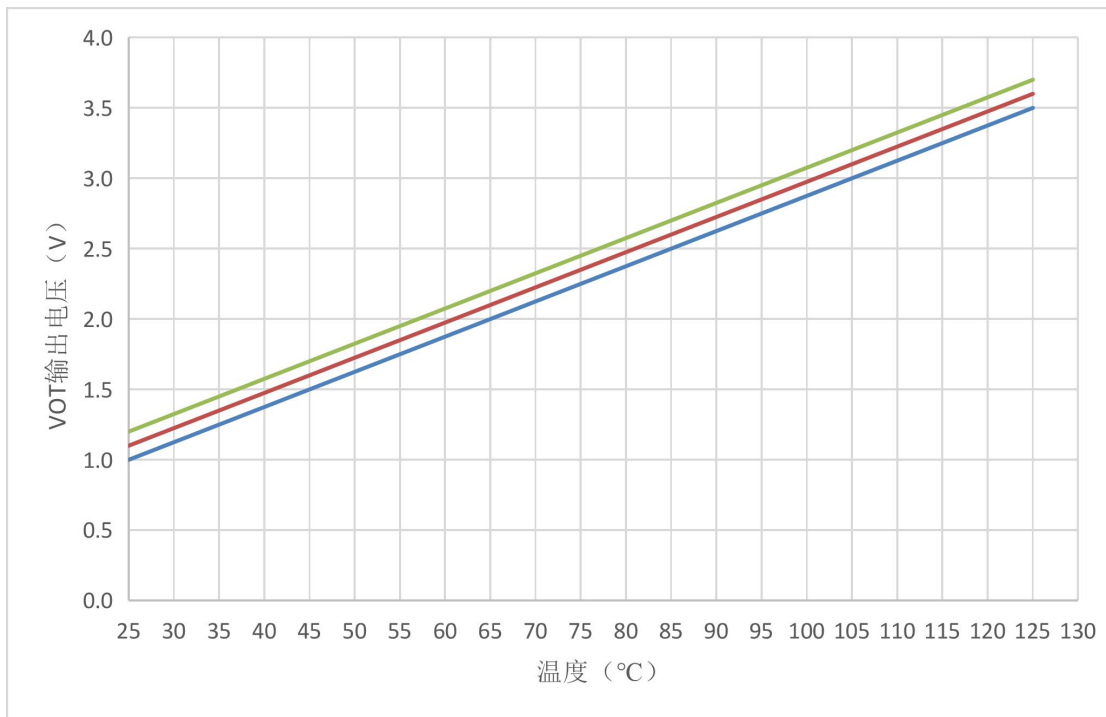


## 电流采样电路

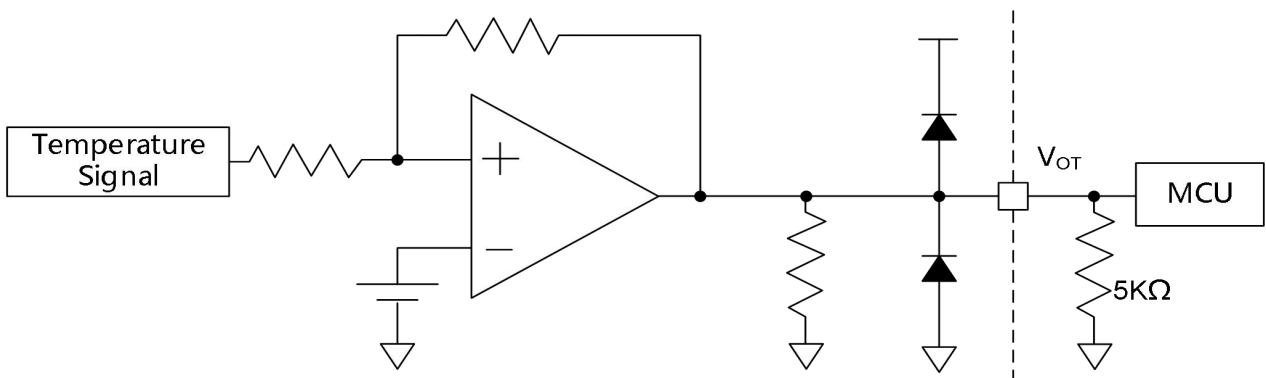
图 5.推荐的电流采样电路接线方式



## LVIC 的温度输出特性曲线

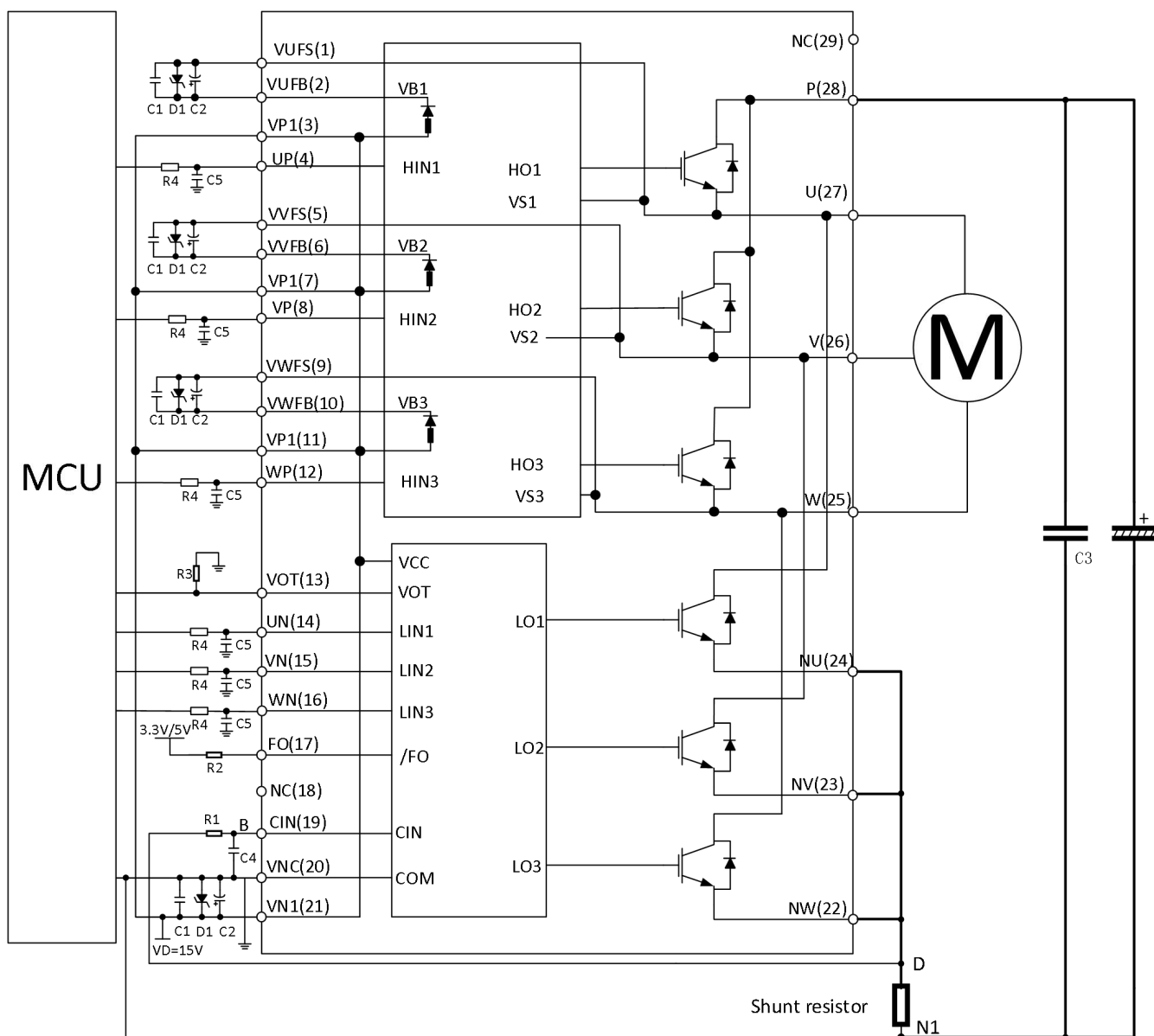


温度输出曲线



温度输出与单片机的推荐电路

## 典型应用电路



(1)控制地与功率地要单点接地（N1）。

(2)建议在VD-COM，VDB-VS每对控制电源端子之间加一个齐纳二极管D2(24V/1W)，防止浪涌破坏。

(3)为防止浪涌损坏，PN之间建议加一个高频非感性缓冲电容（0.1 $\mu$ F~0.22 $\mu$ F），电容的连线要尽量短。

(4)短路保护电路，请选择时间常数在1.5~2 $\mu$ s范围内的R1和C4，同时R1和C4周边的接线都应尽量短。R1应靠近采样电阻。

(5)采样电阻和IPM之间的连线要尽量短，否则杂散电感产生的大浪涌电压可能会造成破坏。

(6)过流保护采样点D应尽量靠近采样电阻。

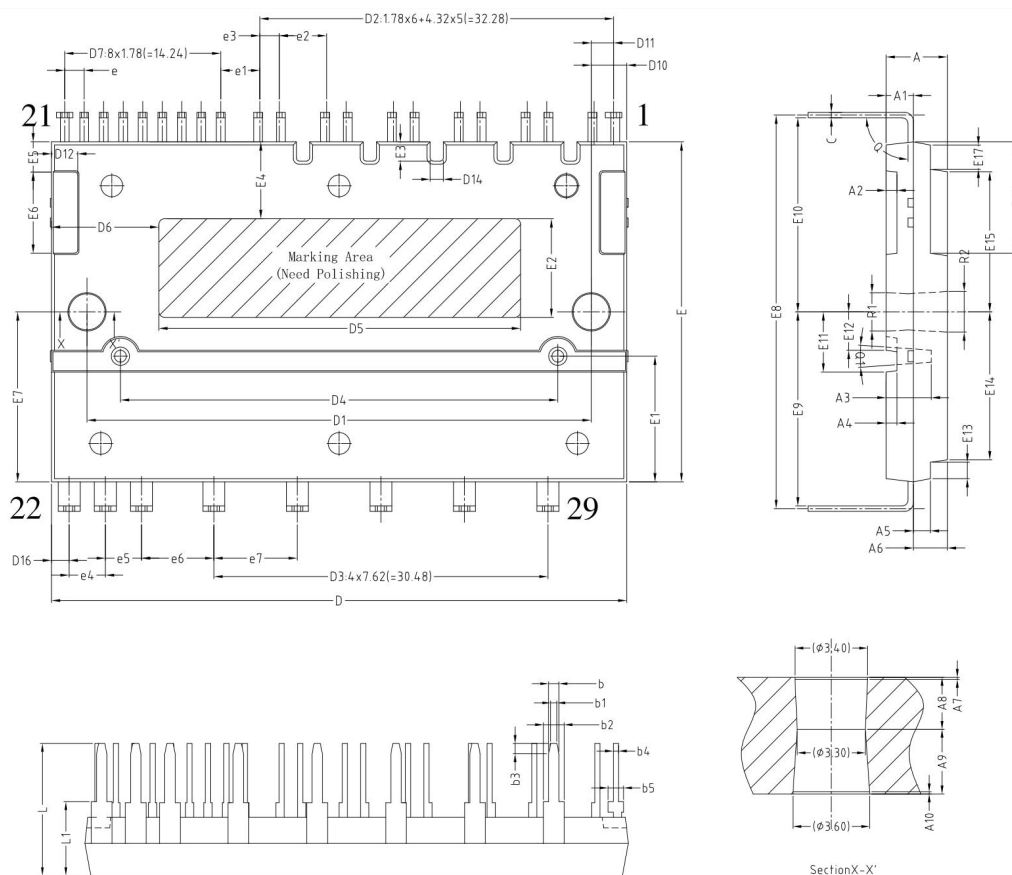
(7)所有的电容应尽可能靠近IPM模块对应的引脚。

(8)器件内置了HVIC，兼容单片机3.3V/5V信号，可以直接通过单片机控制。

(9)为了避免高频噪声叠加到控制电源线上，导致IPM工作异常，控制电源的纹波要尽可能小，一般要求 $dV/dt \leq \pm 1V/\mu s$ ,  $V_{ripple} \leq 2V_{p-p}$ 。

外形封装图

单位: mm



标识	Min	Nom	Max	标识	Min	Nom	Max	标识	Min	Nom	Max	标识	Min	Nom	Max
A	5.50	5.60	5.70	D1	45.85	46.00	46.15	E3	1.55	1.75	1.95	c	1.45	1.70	1.95
A1	1.89	2.24	2.59	D2	31.98	32.28	32.58	E4	6.70	7.00	7.30	e1	3.41	3.51	3.61
A2	0.90	1.00	1.10	D3	30.18	30.48	30.78	E5	2.60	2.80	3.00	e2	4.16	4.31	4.46
A3	4.10	4.12	4.14	D4	39.80	39.90	40.00	E6	7.20	7.40	7.60	e3	1.67	1.77	1.87
A4	0.90	1.00	1.10	D5	32.80	33.00	33.20	E7	15.30	15.50	15.70	e4	3.20	3.30	3.40
A5	1.42	1.72	2.02	D6	9.60	9.80	10.00	E8	35.30	36.00	36.70	e5	3.20	3.30	3.40
A6	2.95	3.35	3.75	D7	14.04	14.24	14.44	E9	17.70	18.70	19.70	e6	6.50	6.60	6.70
b	0.95	1.00	1.05	D10	3.00	3.20	3.40	E10	17.60	18.70	19.80	e7	7.52	7.62	7.72
b1	0.70	0.75	0.80	D11	1.68	1.88	2.08	E11	5.40	5.60	5.80	L	12.50	12.70	12.90
b2	1.92	1.97	2.02	D12	2.20	2.40	2.60	E12	3.10	3.40	3.70	L1	6.20	6.60	7.00
b3	0.50	0.60	0.70	D14	1.00	1.20	1.40	E13	1.31	1.46	1.61	Q	90°	90°	95°
b4	0.40	0.50	0.60	D16	1.44	1.64	1.84	E14	13.25	13.40	13.55	Q1	7°	8°	9°
b5	1.40	1.50	1.60	E	30.95	31.10	31.25	E15	12.52	12.67	12.82				
C	0.40	0.50	0.60	E1	11.30	11.50	11.70	E16	9.90	10.10	10.30				
D	52.45	52.60	52.75	E2	8.90	9.10	9.30	E17	1.90	2.10	2.30				