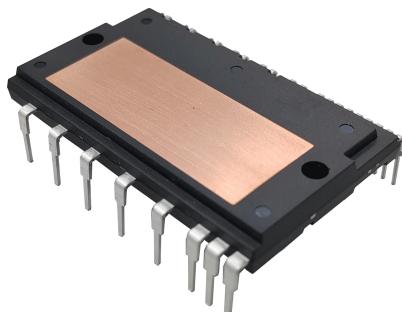


智能功率模块 650V/50A



DIP29-DBC

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

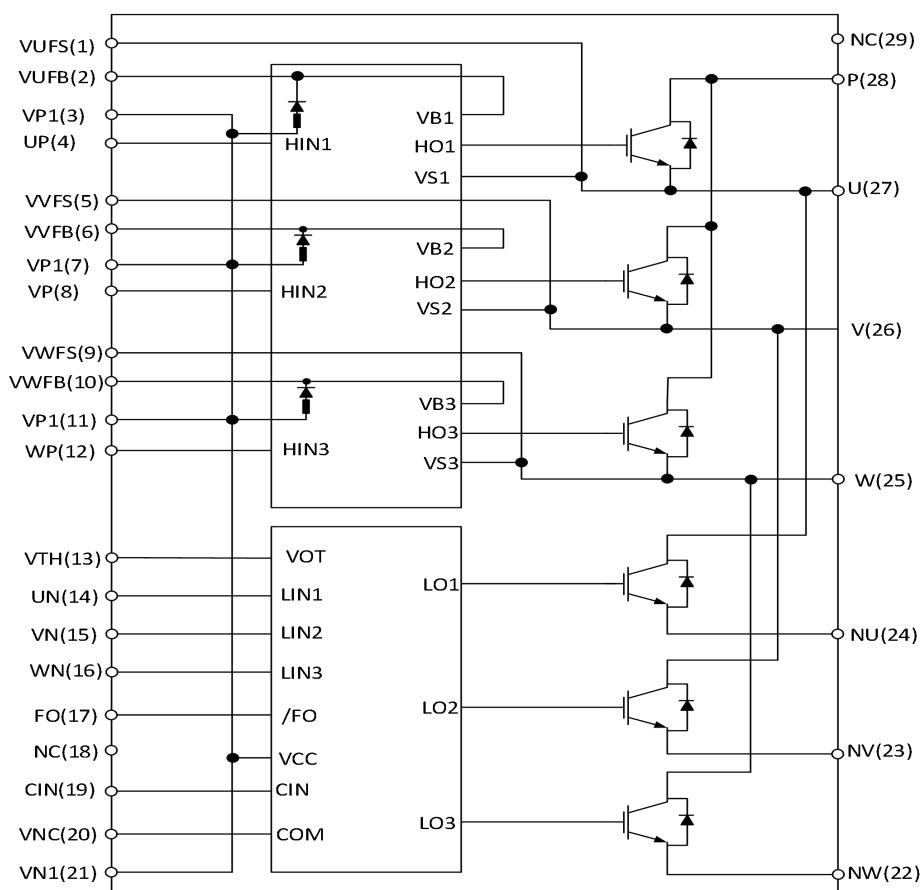
特点:

- 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。

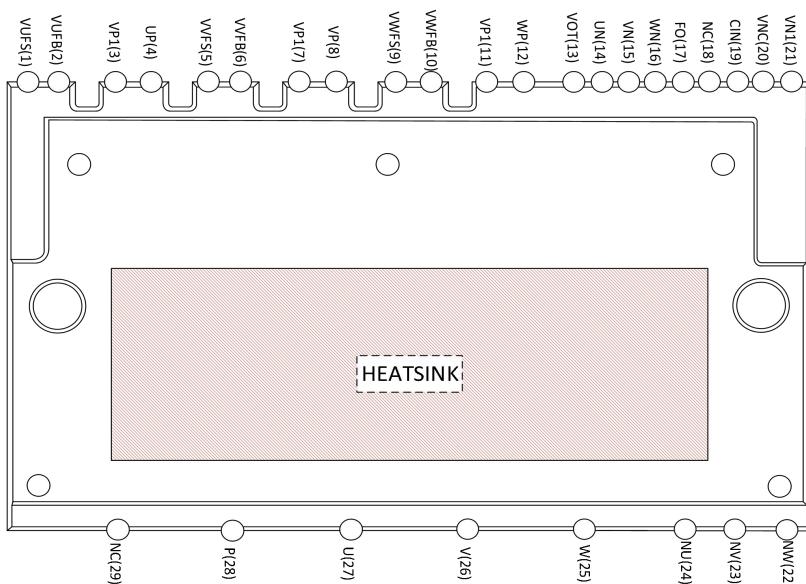
应用:

- 空调压缩机
- 冰箱压缩机
- 低功率变频器
- 工业缝纫机

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 ($T_j = 25^\circ\text{C}$, 除非特殊说明)

逆变部分

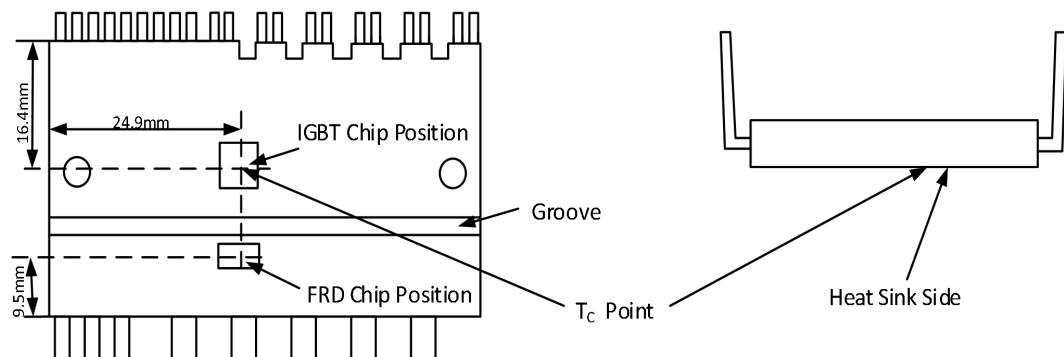
符号	参数	条件	额定值	单位
V_{DC}	直流母线电压	施加在 P 和 N_U, N_V, N_W 之间	450	V
$V_{DC(\text{surge})}$	直流母线浪涌电压	施加在 P 和 N_U, N_V, N_W 之间	500	V
V_{CES}	集电极-发射极电压		600	V
$\pm I_C$	单个 IGBT 集电极持续电流	$T_C = 25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$	50	A
$\pm I_{CP}$	单个 IGBT 集电极峰值电流	$T_C = 25^\circ\text{C}, T_j \leq 150^\circ\text{C}$, 脉宽 $\leq 1\text{ms}$	100	A
P_c	每个模块集电极最大耗散功率	$T_C = 25^\circ\text{C}$, 单个芯片	100	W
T_j	结温		-20~+150	$^\circ\text{C}$

控制部分

符号	参数	条件	额定值	单位
V_D	控制电源电压	施加在 V_{CCH} -COM1, V_{CCL} -COM2 之间	20	V
V_{DB}	高侧控制电压	施加在 V_{UFB} -U, V_{VFB} -V, V_{WFB} -W 之间	20	V
V_{IN}	输入信号电压	施加在 U_P, V_P, W_P -COM1, U_N, V_N, W_N -COM2 之间	-0.5~ V_D	V
V_{FO}	故障输出电源电压	施加在 FO - COM2 之间	-0.5~ V_D	V
I_{FO}	故障输出电流	FO 端灌电流	1	mA
V_{CIN}	电流检测端输入电压	施加在 CIN - COM2 之间	-1.0~ V_D	V

整机

符号	参数	条件	额定值	单位
$V_{DC(\text{PROT})}$	短路保护限压	$V_{CC}=V_{BS}=13.5\sim 16.5\text{V}$, $T_j=150^\circ\text{C}$, 单次且小于 $2\mu\text{s}$	400	V
T_c	模块工作壳温	T_c 的检测点如图 1 所示	-20~+100	$^\circ\text{C}$
T_{stg}	存储温度		-40~+125	$^\circ\text{C}$
V_{iso}	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_{rms}

图 1 T_c 测量位置

热阻

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

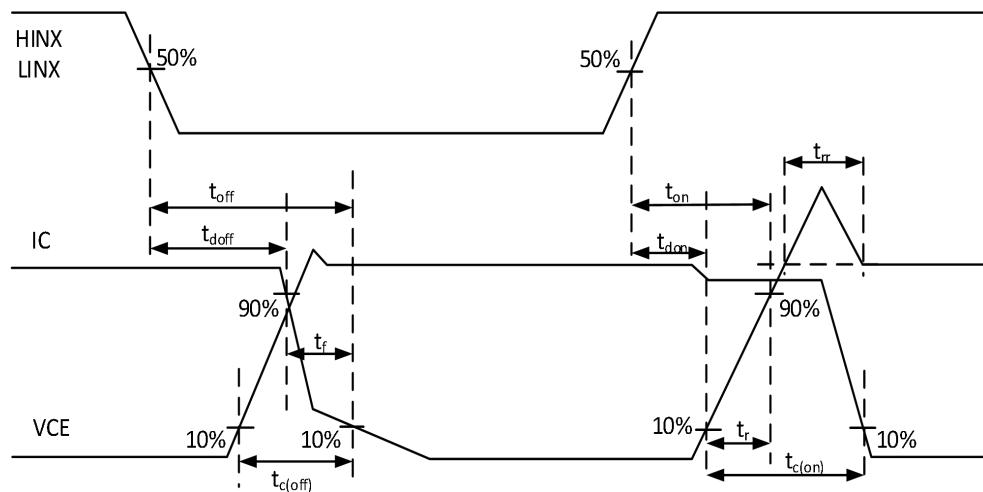
注1：在IPM和散热器的接触面上涂导热硅脂，建议厚度为+100μm~+200μm。IPM外壳和散热器之间的接触热阻Rth(c-f)建议在0.3K/W。

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		
$V_{CE(\text{sat})}$	IGBT 集电极-发射极饱和压降	$V_D = V_{DB} = 15\text{V}$, $I_C = 50\text{A}, T_j = 25^\circ\text{C}$	-	1.70	1.95	V	
		$V_{IN} = 5\text{V}$ $I_C = 50\text{A}, T_j = 125^\circ\text{C}$	-	2.0	2.3		
V_F	续流二极管正向压降	$V_{IN} = 0\text{V}, I_F = 50\text{A}$	-	1.40	-	V	
HS	t_{on}	图 2. 开关时间定义 $V_{DC} = 400\text{V}, V_D = V_{DB} = 15\text{V}$ $I_C = 50\text{A}, V_{IN} = 0 \leftrightarrow 5\text{V}$ 感性负载	-	900	-	ns	
	$t_{C(on)}$		-	400	-		
	t_{off}		-	1300	-		
	$t_{C(off)}$		-	320	-		
	t_{rr}		-	160	-		
LS	t_{on}	$V_{DC} = 400\text{V}, V_D = V_{DB} = 15\text{V}$ $I_C = 50\text{A}, V_{IN} = 0 \leftrightarrow 5\text{V}$ 感性负载	-	1000	-	ns	
	$t_{C(on)}$		-	500	-		
	t_{off}		-	1250	-		
	$t_{C(off)}$		-	320	-		
	t_{rr}		-	160	-		
ICES	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	

图 2. 开关时间



控制部分

符号	参数	条件		范围			单位	
				Min	Typ	Max		
I _D	控制电源静态电流	V _{CCH} -COM1 与 V _{CCL} -COM2 的电流之和	V _D =15V, V _{IN} =0V	-	1.3	1.6	mA	
I _{DB}		V _{UFB} -U, V _{VFB} -V, V _{WFB} -W 各相电流	V _D =V _{DB} =15V, V _{IN} =0V	-	300	500	μA	
V _{SC(ref)}	短路保护触发电压	V _D =15V		0.45	0.48	0.51	V	
U _{VD_{bt}}	高侧欠压保护	T _j ≤125°C	V _{DB} 检测电压	-	11.5	-	V	
U _{VD_{br}}			V _{DB} 复位电压	-	10.5	-	V	
U _{VD_t}	低侧欠压保护		V _D 检测电压	-	12	-	V	
U _{VD_r}			V _D 复位电压	-	11	-	V	
V _{OT}	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 _t	过温保护	LVIC 温度		115	125	135	°C	
OT _{rh}		过温保护迟滞		-	10	-		
V _{FOH}	故障输出电压	V _{CIN} =0V, FO 通过 10KΩ 电阻上拉到 5V		4.8	-	-	V	
V _{FOL}		V _{CIN} =1V, I _{FO} = 1mA		-	-	0.5		
t _{FOD}	故障输出脉冲宽度			-	60	-	μs	
I _{INH}	输入信号高电平电流	V _{IN} = 5V		-	1	-	mA	
I _{INL}	输入信号低电平电流	V _{IN} = 0V		-1	0	-	μA	
V _{th(on)}	输入信号开通阈值电压	施加在 U _P , V _P , W _P , U _N , V _N , W _N 与 COM2 之间	-		-	3.0	V	
V _{th(off)}	输入信号关断阈值电压		0.8		-	-		
V _F	自举二极管导通压降	IF=10mA, 包括限流电阻的压降		-	2.4	-	V	
R _{BSD}	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/μs
t _{dead}	防止桥臂直通的死区时间	针对每一路输入信号		1	-	-	μs
f _{PWM}	PWM 开关频率	T _C ≤100°C, T _j ≤125°C		-	-	20	kHz
I _O	允许的有效电流	V _{DC} =300V, V _D =15V, P.F=0.8,	f _{PWM} =5kHz	-	-	25	Arms
		PWM 输入, T _C ≤100°C, T _j ≤125°C (注 2)	f _{PWM} =15kHz	-	-	17	
PWIN _(on)	最小输入脉冲宽度	(注 3)		0.7	-	-	μs
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	°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 PWIN(on)和 PWM(off), IPM 可能不会工作。

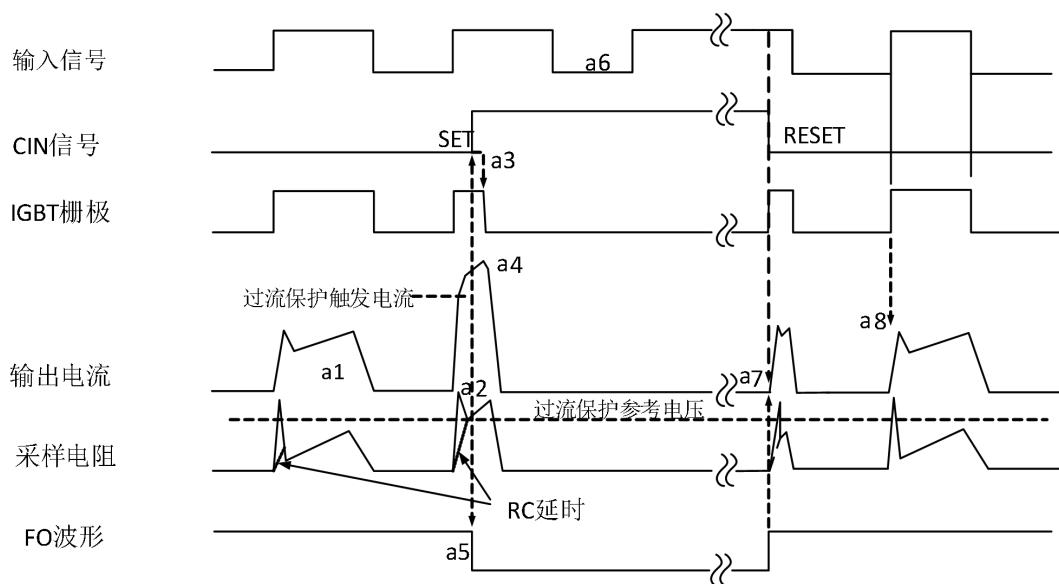
机械特性和额定值

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	μm

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1.5~2.0μs, 确保SC触发后IGBT在2.0μs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60us。
- 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。

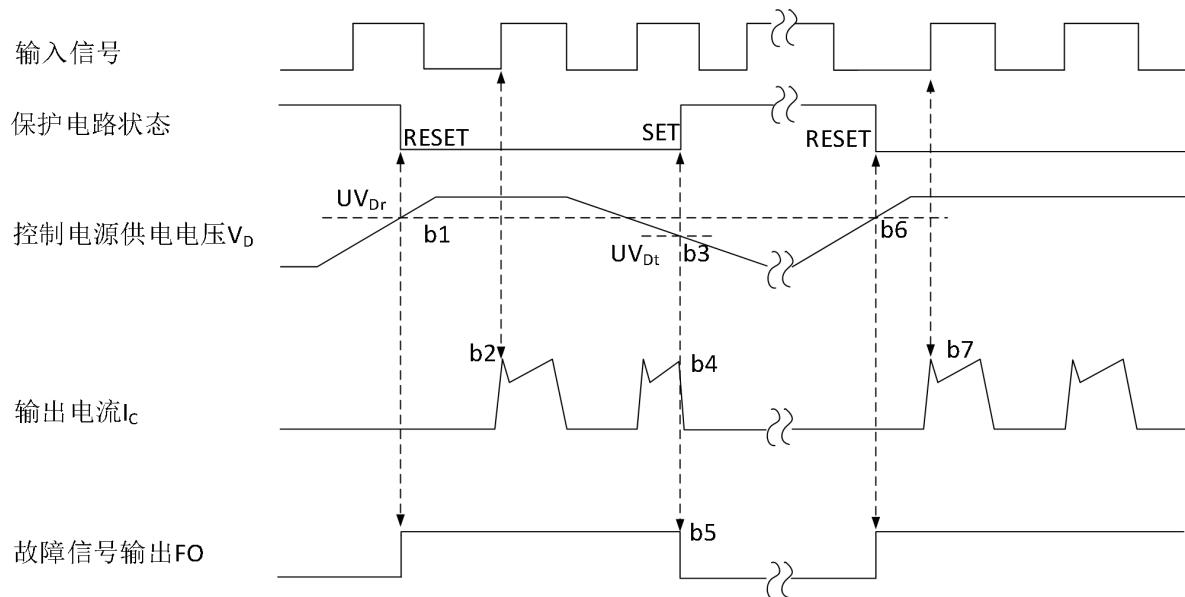


[B] 低侧控制电源 V_D欠压保护时序

- 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60us。

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。

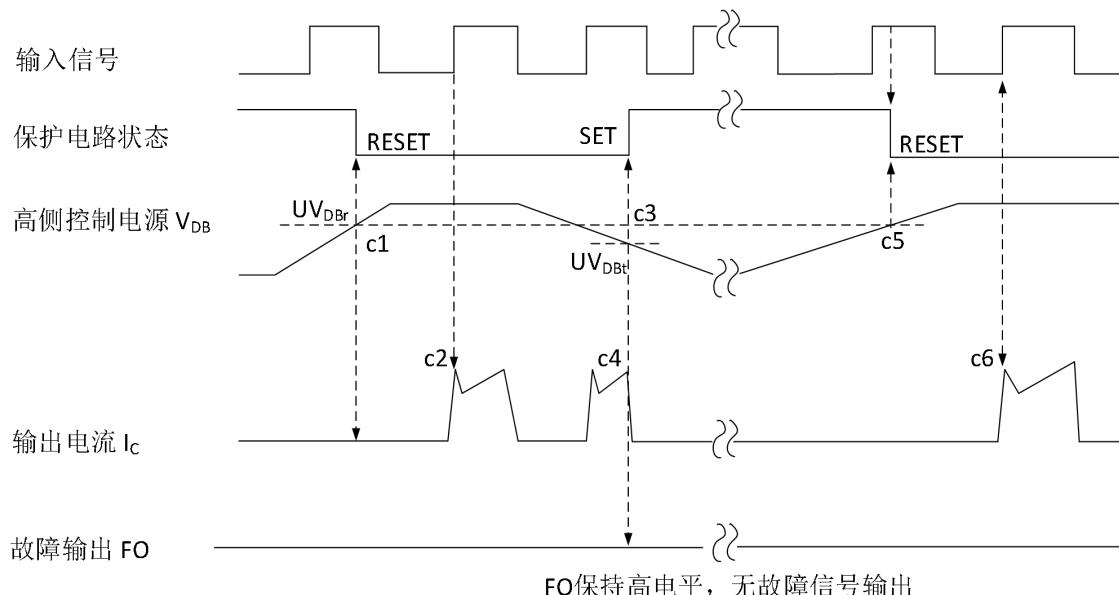
c2. 正常工作, IGBT导通, 给负载提供电流。

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。

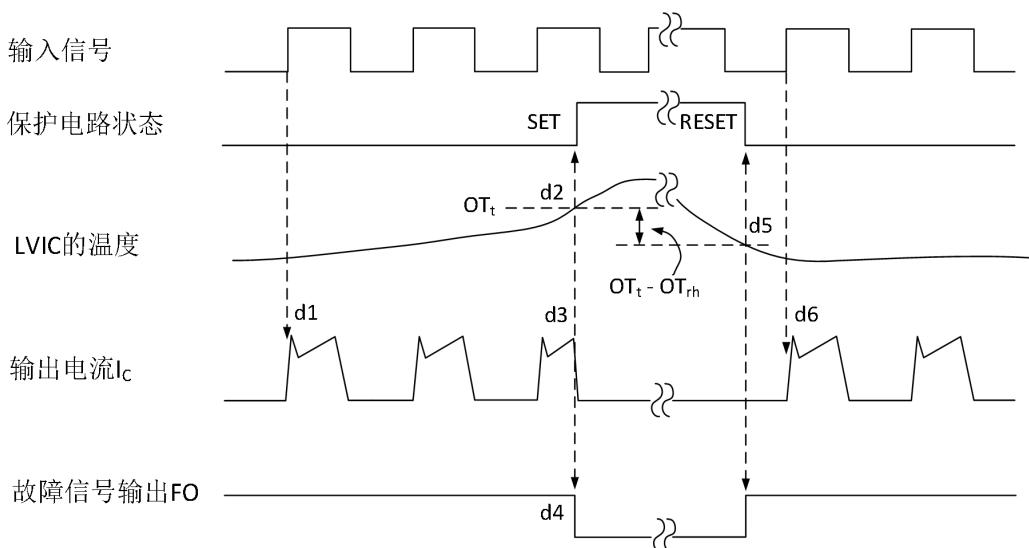
c5. 控制电源电压 V_{DB} 再次升高, 超过复位电压 (UV_{DBr}), 且在下一个高电平时打开IGBT。

c6. 正常工作, IGBT导通, 给负载提供电流。



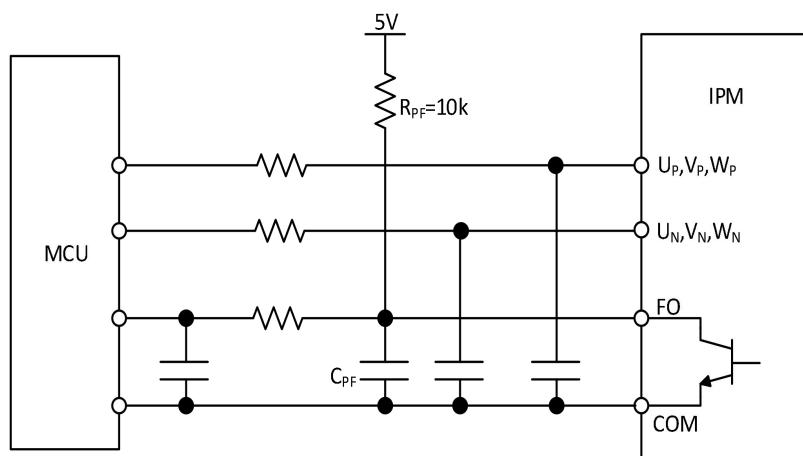
[D] 过温保护（低侧 LVIC 的温度）时序

- 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

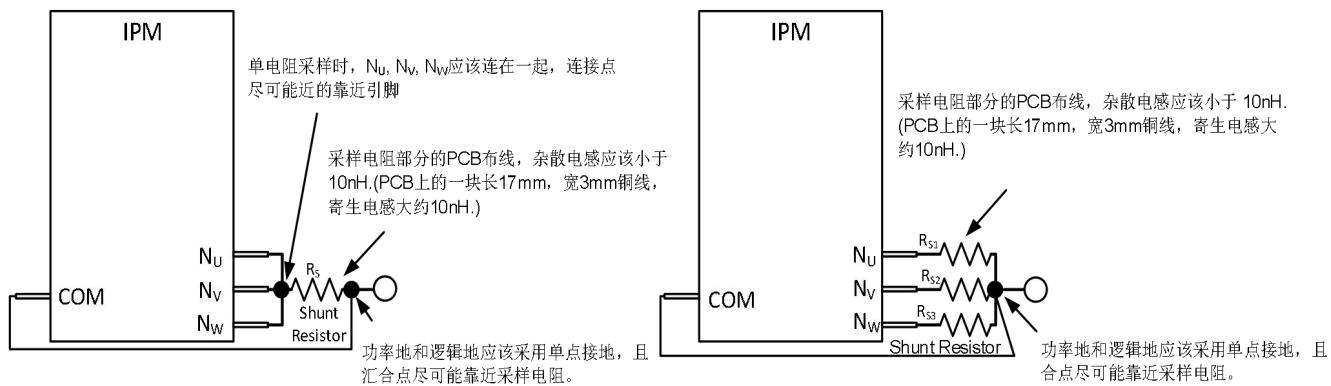


注 4:

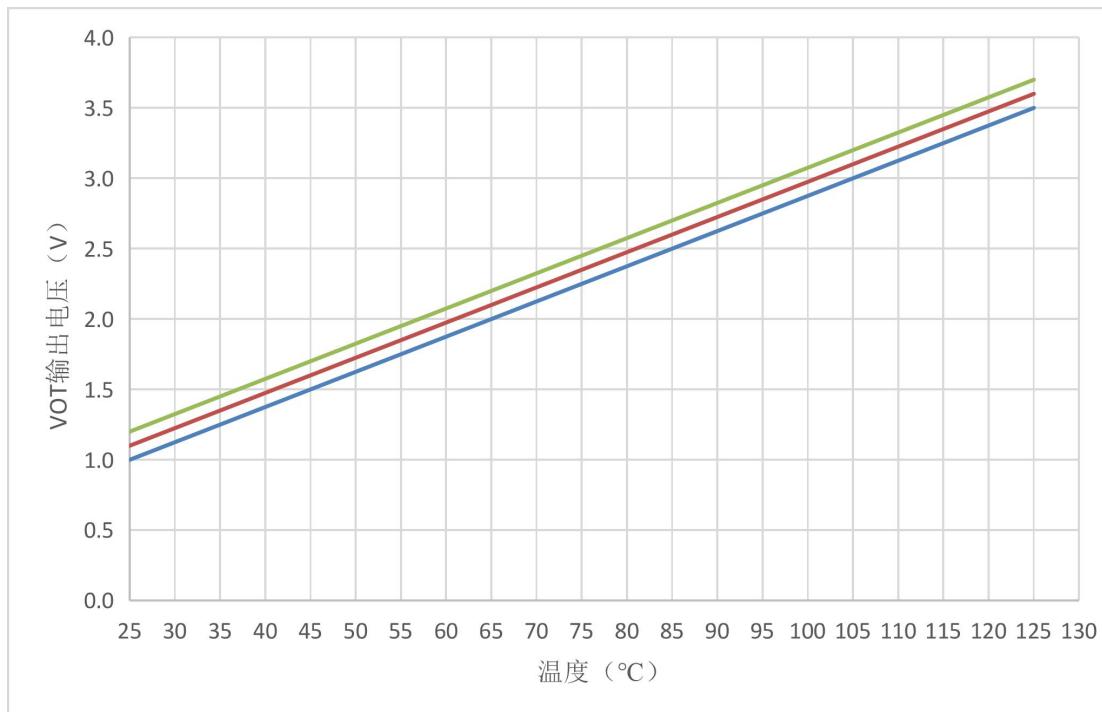
- (1) 每个输入端的 RC 耦合应随着 PWM 控制方案和 PCB 布局来匹配选型。
- (2) 在 IPM 输入信号部分内置了一个 5K 下拉电阻, 因此, 当使用外接滤波电路时应注意输入端的压降。
- (3) FO 输出是开漏型, FO 引脚应该用一个电阻将其上拉至 5V 或者 15V, 电阻的大小需要确保 I_{FO} 小于 1mA。

电流采样电路

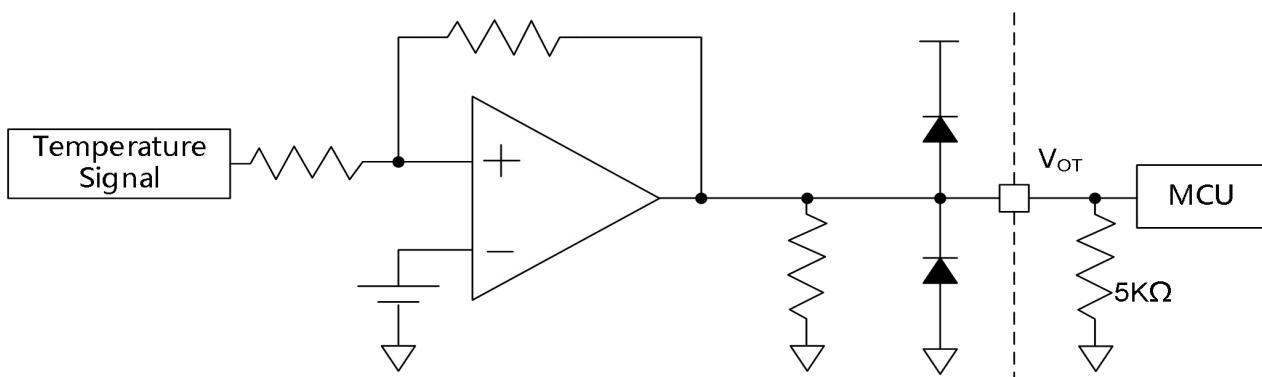
图 5. 推荐的电流采样电路接线方式



LVIC 的温度输出特性曲线

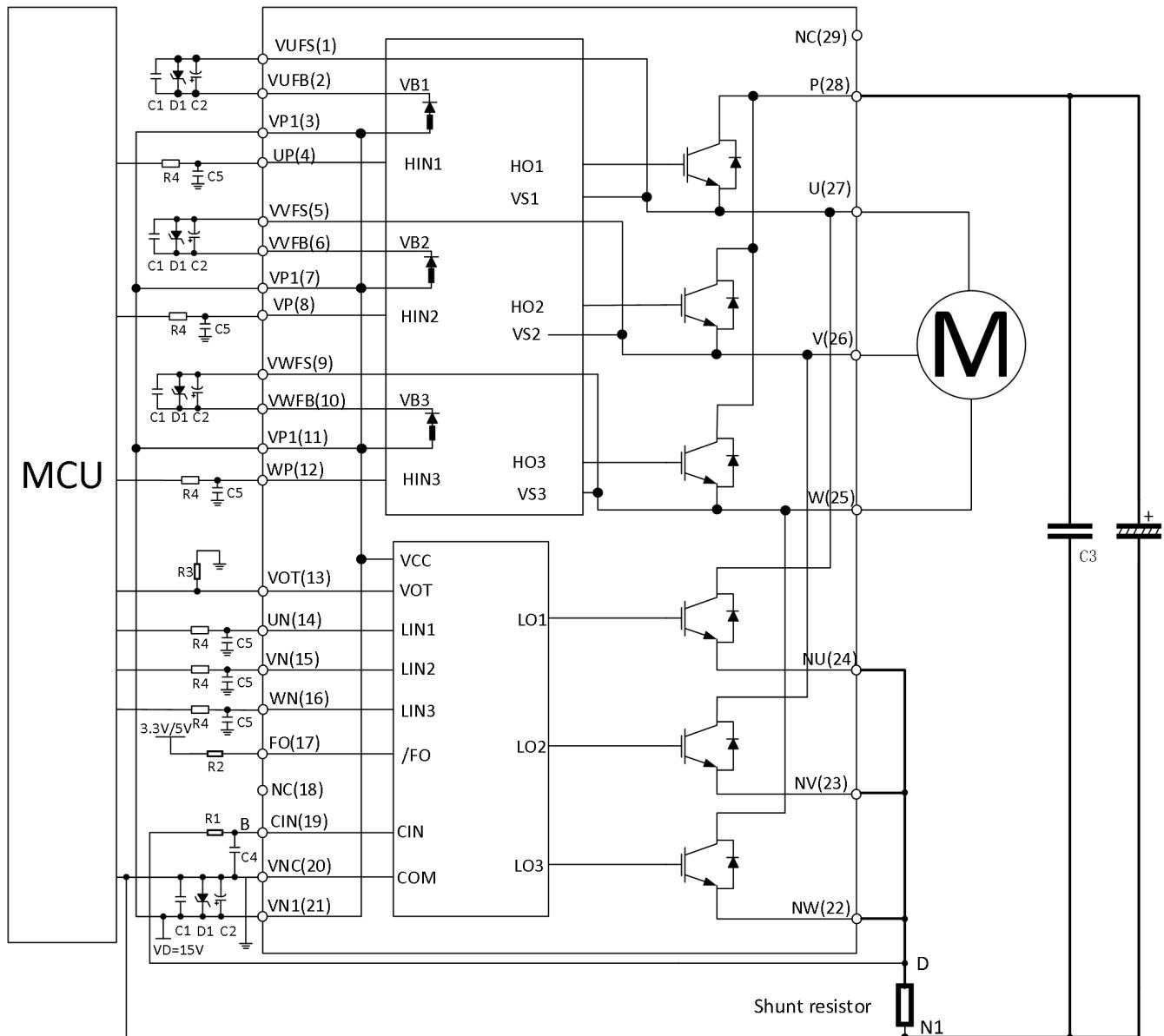


温度输出曲线



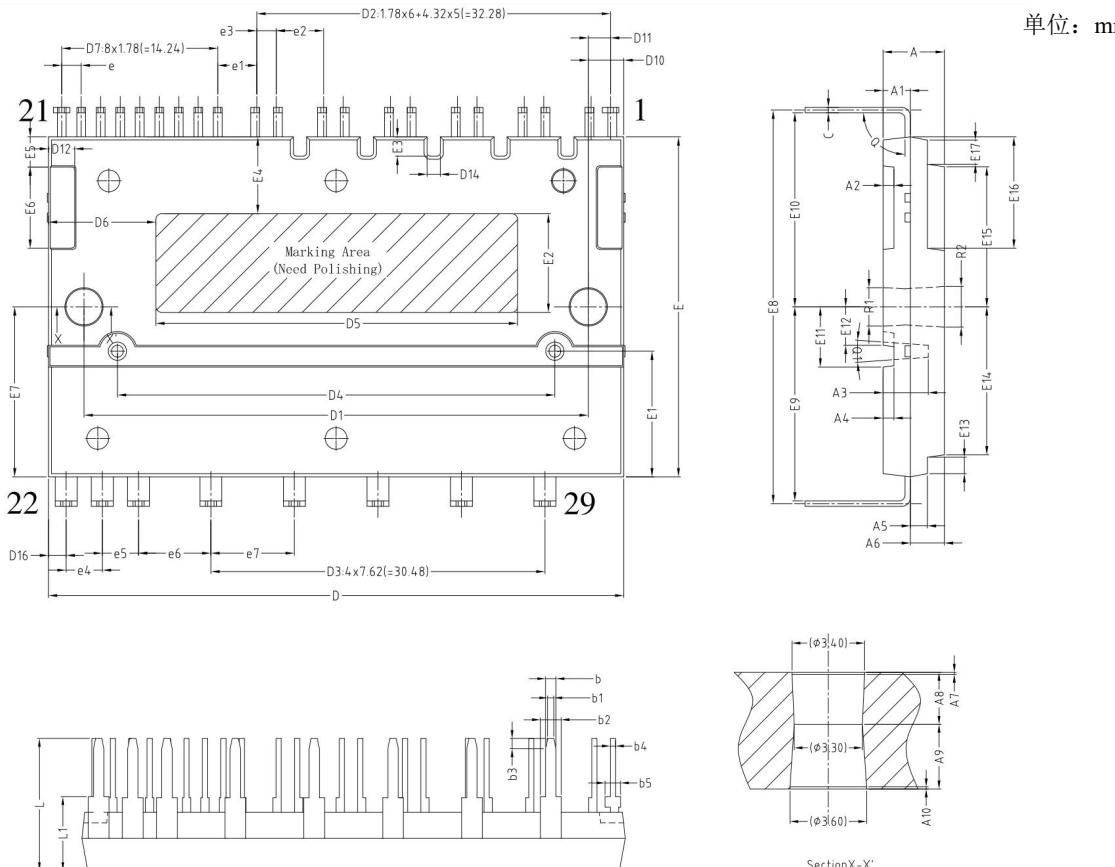
温度输出与单片机的推荐电路

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（ $0.1\mu\text{F}\sim0.22\mu\text{F}$ ），电容的连线要尽量短。
 - (4)短路保护电路, 请选择时间常数在 $1.5\sim2\mu\text{s}$ 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 $dV/dt \leq +/- 1\text{V}/\mu\text{s}$, $V_{ripple} \leq 2\text{V}_{\text{p-p}}$ 。

外形封装图



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				