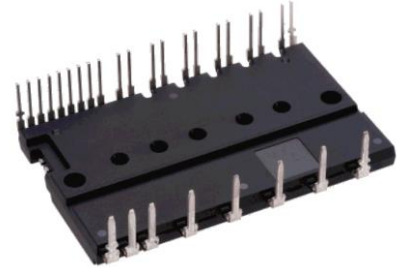


主要特点:

- 1200V/25A 三相全桥智能功率模块
- 内置低损耗沟道栅-场截止型 IGBT
- 下桥臂 IGBT 发射极输出
- 内置带限流电阻的自举二极管
- VOT 线性温度输出
- 兼容 3.3V, 5V 和 15V 逻辑电平
- UVLO欠压保护, 过流保护, 过温保护

封装类型: DIP29



产品简述:

TRM2512BS1 是一款 1200V 25A 三相全桥智能功率模块, 内置低损耗沟槽栅场截止型 IGBT 和 FRD, 并内部集成了自举二极管 BSD, 简化了客户的 PCB 设计。内部集成温度输出 VOT 功能用于检测模块内部的温度。集成多种保护功能, 包含 UVLO 欠压保护, CIN 过流保护。输入带滤波功能, 并兼容 3.3V, 5V 和 15V 逻辑电平。

应用:

- 变频空调压缩机驱动
- 工业伺服变频器
- 大功率变频风机水泵
- 电机驱动器

订货信息:

订货信息	产品名称	封装形式	无卤素	包装方式
TRM2512BS1	TRM2512BS1	DIP29	是	条管

模块内部电路图:

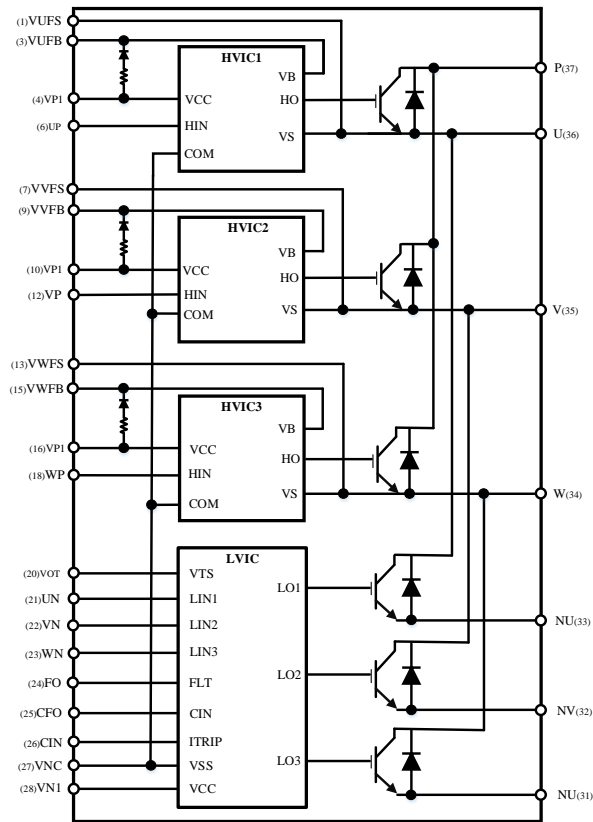


图 1: 模块内部电路图

管脚定义:

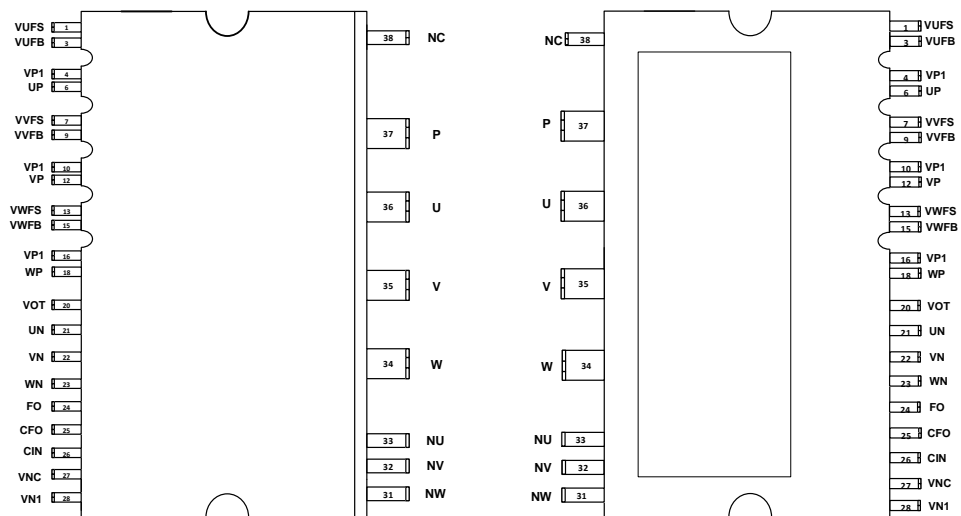


图2: 模块管脚定义

管脚编号	管脚名称	管脚描述
1	VUFS	U 相上臂驱动地
3	VUFB	U 相上臂驱动电源
4	VP1	U 相驱动电源
6	UP	U 相上臂控制信号输入
7	VVFS	V 相上臂驱动地
9	VVFB	V 相上臂驱动电源
10	VP1	V 相驱动电源
12	VP	V 相上臂控制信号输入
13	VWFS	W 相上臂驱动地
15	VWFB	W 相上臂驱动电源
16	VP1	W 相驱动电源
18	WP	W 相上臂控制信号输入
20	VOT	温度检测输出
21	UN	U 相下臂控制信号输入
22	VN	V 相下臂控制信号输入
23	WN	W 相下臂控制信号输入
24	FO	故障输出
25	CFO	故障恢复延时输入
26	CIN	过流保护输入
27	VNC	控制电源地
28	VN1	控制电源
31	NW	W相下臂IGBT发射极输出
32	NV	V相下臂IGBT发射极输出
33	NU	U相下臂IGBT发射极输出
34	W	W相输出
35	V	V相输出
36	U	U相输出
37	P	逆变器直流输入

表 1: 模块管脚定义

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
VCC	电源电压	应用于P-NU, NV, NW之间	900	V
VCC (Surge)	电源电压 (含浪涌)	应用于P-NU, NV, NW之间	1000	
VCES	集电极-发射极间电压	应用于IGBT 集电极C和发射极E之间	1200	
$\pm I_c$	集电极电流	$T_c = 25^\circ\text{C}$ (T_c 测试方法见图 3)	25	A
$\pm I_{cP}$	集电极电流 (峰值)	$T_c = 25^\circ\text{C}$, 脉冲宽度小于1ms	50	
TJ	结温	(见备注1)	-40~+150	$^\circ\text{C}$

表2: 逆变部分极限参数

备注 1: IPM 功率晶片最大额定结温为 150°C (@表面温度 $T_c \leq 100^\circ\text{C}$)。然而,为了确保 IPM 运行安全, 结温应限定于 $T_j(av) \leq 125^\circ\text{C}$ (@表面温度 $T_c \leq 100^\circ\text{C}$)。

控制部分：

符号	参数	条件	额定值	单位
VDB	上桥臂控制电源电压	应用于UFB-U, VFB-V, WFB-W之间	20	V
VD	控制电源电压	应用于VP1-VNC和VN1-VNC之间	20	
VIN	输入信号电压	应用于UP,VP,WP,UN,VN,WN-VNC之间	-0.5~VD+0.5	
VFO	故障输出电压	应用于FO -VNC之间	-0.5~VD+0.5	
Ifo	故障输出电流	FO端子灌入电流值	1.0	mA
Vsc	电流检测端输入电压	应用于CIN-VNC之间	-0.5~VD+0.5	V

表3: 控制部分极限参数

系统:

符号	参数	条件	额定值	单位
VCC(PROT)	电源电压自己保护范围 (短路)	$V_D = V_{DB} = 13.5 \sim 16.5V$ $T_j = 125^\circ C$, 无重复, 时间小于 2us	800	V
TC	模块正常工作时壳体温度	Tc的测量点如图3所示	-40~+100	°C
TSTG	贮存温度		-40~+125	°C
VISO	绝缘耐压	正弦波60Hz, AC 1分钟, 在插脚和散热片之间	2500	V

表4: 系统极限参数

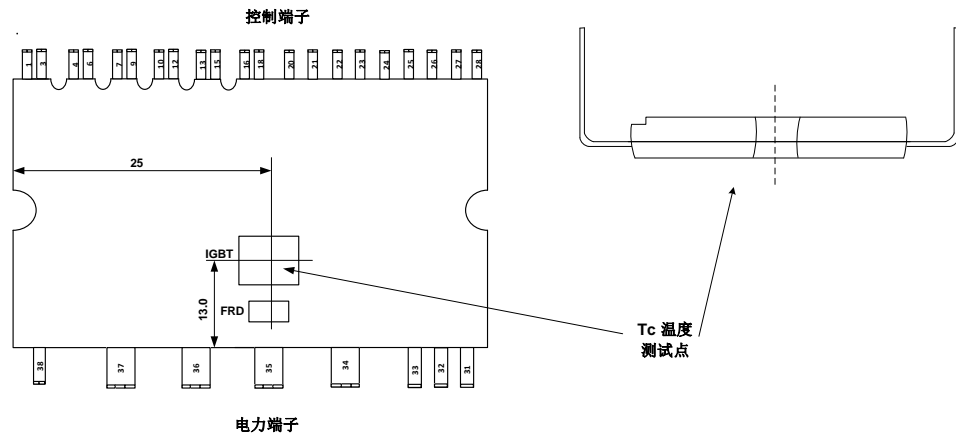


图3: 壳温测试点

热阻:

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Rth(j-c)Q	结点到壳的热阻	单个IGBT芯片	-	1.2	1.4	°C/W
Rth(j-c)F		单个FRD芯片	-	1.8	2.0	°C/W

表5: 热阻参数

电气特性: (Tj= 25°C, 除非特殊说明)

逆变部分

符号	项目	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{CE(sat)}$	集电极与发射极间饱和电压	$V_D = V_{DB} = 15V$ $V_{IN} = 5V, I_C = 25A, T_j = 25^\circ C$	-	1.9	2.1	V
		$V_D = V_{DB} = 15V$ $V_{IN} = 5V, I_C = 25A, T_j = 125^\circ C$	-	2.0	2.4	V
V_{EC}	FWD 正向导通电压	$V_{IN} = 0V, I_C = -25A, T_j = 25^\circ C$	-	2.4	3.1	V
t_{ON}	开关时间 (见备注 2)	$V_{CC} = 600V, V_D = V_{DB} = 15V,$ $I_C = 25A$ $V_{IN} = 0V \sim 5V, \text{感性负载}$	850	1550	2000	ns
$t_{c(ON)}$			150	350	700	ns
t_{OFF}			850	1680	2000	ns
$t_{c(OFF)}$			110	200	580	ns
t_{rr}			100	400	600	ns
E_{on}	开通损耗	$I_C = 25A, V_{CC} = 600V,$	580	-	880	μJ
E_{off}	关断损耗	$V_{DB} = V_D = 15V, T_j = 25^\circ C$	2900	-	3200	μJ
I_{CES}	集电极到发射极漏电流	$V_{CE} = V_{CES}, T_j = 25^\circ C$	-	-	0.1	mA
		$V_{CE} = V_{CES}, T_j = 125^\circ C$	-	-	1	mA

表6: 逆变部分参数

备注 2: t_{ON} 和 t_{OFF} 包括驱动 I_C 内部传输延迟时间。 $t_{c(ON)}$ 和 $t_{c(OFF)}$ 是 IGBT 自身被内部给定门极驱动条件下的开关时间。详见图 4。

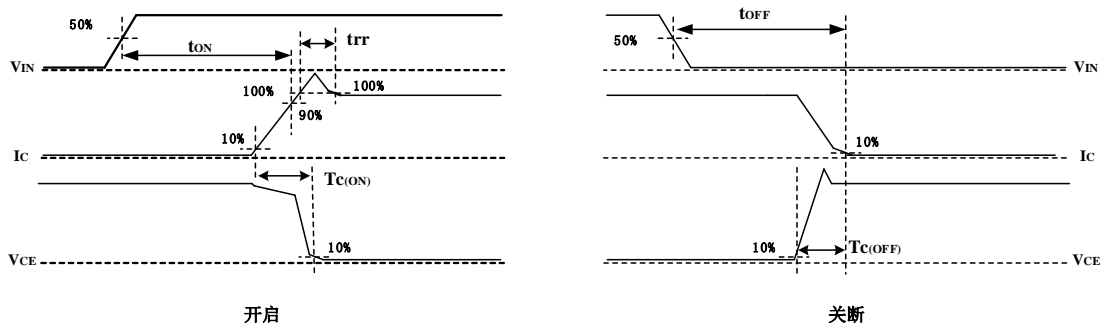


图4: 开关时间定义

控制部分

符号	项目	条件		最小值	典型值	最大值	单位
I_D	V_D 静态电流	$V_D = 15V$ $V_{IN} = 5V$	VP1-VNC	-	-	5.6	mA
I_{DB}	V_{DB} 静态电流	$V_{DB} = 15V$ $V_{IN} = 5V$	UFB - U, VFB - V, WFB - W	-	-	550	uA
I_{IN}	输入电流	$V_{in}=5V$		0.7	1.0	1.5	mA
V_{FOH}	故障输出电压	$V_{sc} = 0V$, FO 脚通过 10K 电阻上拉至 5V		4.9	-	-	V
V_{FOL}		$V_{sc} = 1V$, $I_{FO}=1.0mA$		-	-	0.95	V
$V_{SC,TH+}$	短路正向触发阈值	$V_D = 15V$		0.45	0.48	0.52	V
UV_{DD}	电源欠压保护控制	触发电平		10.0	11.0	12.0	V
UV_{DR}		复位电平		10.8	12.0	13.0	
UV_{DBD}		触发电平		10.0	11.0	12.0	
UV_{DBR}		复位电平		10.5	11.5	12.5	
$R_{on,FLT}$	故障低有效阻抗			-	100	150	ohm
T_{FO}	故障输出脉冲宽度	无外部CFO电容 (注: $T_{FO}=10M\Omega \times C_{FO}$)		-	80	-	us
$T_{FIL,IN}$	输入信号滤过时间	$V_{IN} = 0V \& 5V$		-	350	-	ns
T_{CINMIN}	CIN 输入信号滤过时间	$V_{IN} = 0V \text{ or } 5V$, $V_{CIN} = 5V$		-	2000	-	ns
$V_{IN}(ON)$	开启阈值电压	应用于 UP,VP,WP,UN,VN,WN 和 VNC 之间		-	-	2.6	V
$V_{IN}(OFF)$	关断阈值电压			0.8	-	-	
$V_{th}(hys)$	通/断门限滞环电压	应用于 UP,VP,WP,UN,VN,WN 和 VNC 之间		-	1.3	-	V
V_F	自举二极管压降	$I_F=10mA$ 包括限流电阻的压降 (参考图 5)		0.5	0.9	1.3	V
RBS	自举电阻	包含在自举二极管内		16	10	20	Ω
VOT	温度输出	$T_c=25^\circ C$		0.8	1.1	1.3	V
		$T_c=120^\circ C$		-	3.55	-	

表7: 控制参数

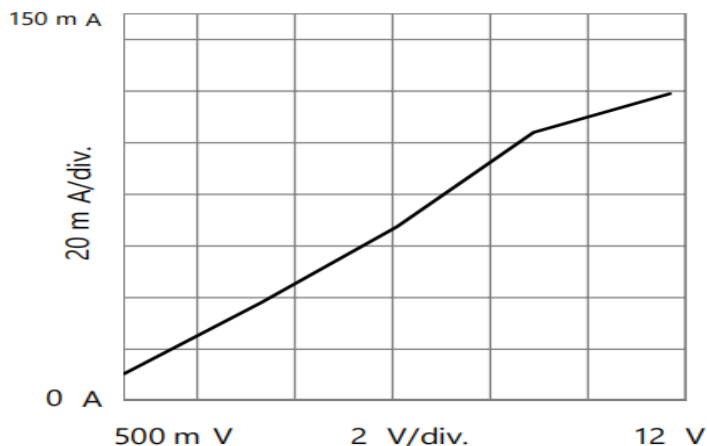


图5: VF-IF特性曲线

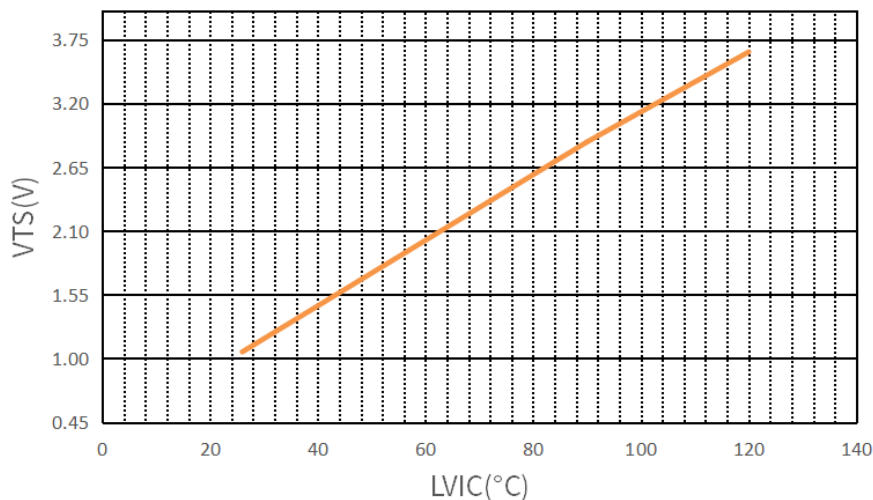


图6: VOT 输出电压曲线

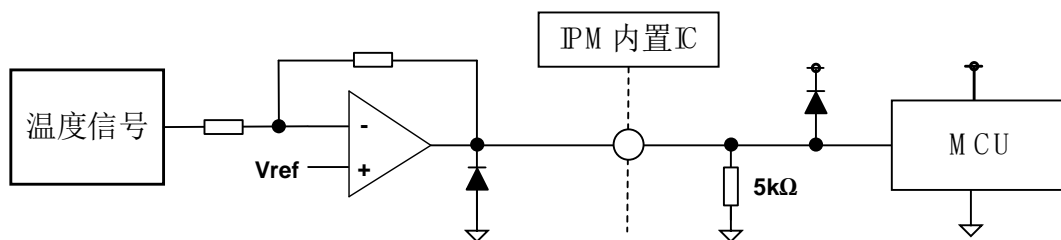


图7: VOT 输出电路

- (1) 使用温度监测功能时，连接5kΩ的VOT引脚，省去内部OTP功能，如果使用内部超温停机功能，保持VOT引脚打开（无连接），然而VOT也可操作，但精确度较低。
- (2) 在3.3V单片机等低压控制器上使用VOT时，VOT输出可能超过控制电源电压3.3V，建议在控制器电源和VOT输出之间插入钳二极管，用于防止过电压损坏。

推荐工作条件： (T_j= 25°C, 除非特殊说明)

符号	项目	条件	数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V _{CC}	电源电压	应用于 P – NU, NV, NW 之间	350	600	900	V
V _D	控制电源电压	应用于 VP1– VNC 之间	13.5	15	16.5	V
Δ V _D , Δ V _{DB}	控制电压波动		-1	-	1	V/us
V _{DB}	上臂控制电源电压	应用于 VUFB – U, VVFB – V, VWFB-W 之间	13	15	18.5	V
T _{dead}	死区时间	各桥臂输入对应, T _c ≤ 100°C	2	-	-	us
f _{PWM}	PWM 频率	-20°C ≤ T _c ≤ +100°C -20°C ≤ T _j ≤ +150°C	-	-	20	kHz
PWM	最小输入信号脉冲宽度	ON	1	-	-	us
		OFF	2	-	-	us
V _{NC}	VNC变化范围	在VNC-NU, NV, NW 之间 (包括浪涌)	-5.0	-	+5.0	V
T _j	结温		-20	-	125	°C

表8: 推荐工作条件

机械特性:

参数	条件	数值			单位
		最小值	典型值	最大值	
安装扭矩	螺丝钉尺寸: M3	-	0.69	-	N·m
设计平面度	见图8	-50	-	+100	um
极限拉力	控制引脚: 4.9N, 电源引脚: 9.8N; EIAJ-ED-4701	10	-	-	s
极限弯曲应力	控制引脚: 2.45N, 电源引脚: 4.9N, 90度弯曲 EIAJ-ED-4701	2	-	-	times
重量		-	22	-	g

表9: 机械特性

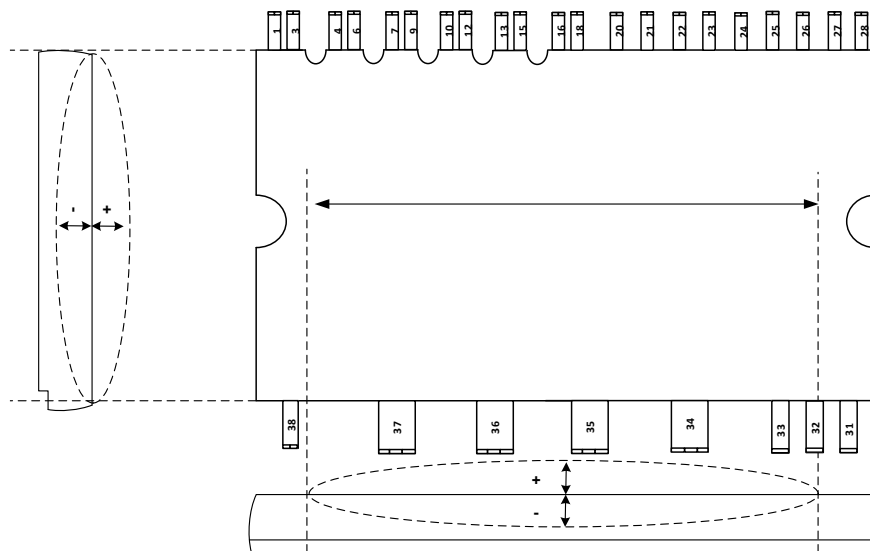


图8: 平面检测位置

应用指南:

增强型输入滤波:

增强型滤波器能够改善 HVIC 内部模块的输入/输出脉冲的一致性并有助于滤除尖峰干扰信号和窄脉冲, 如下图9和图10是经典输入滤波器和增强型输入滤波器演示图。

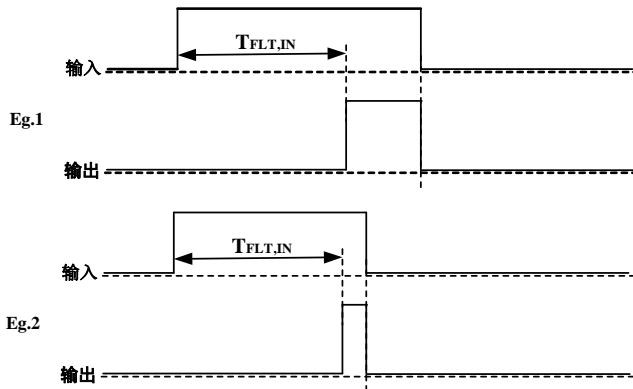


图9: 典型输入滤波

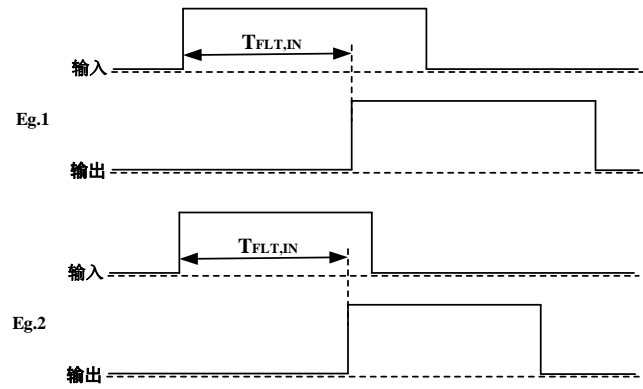


图10: 增强型输入滤波

欠压保护功能时序:

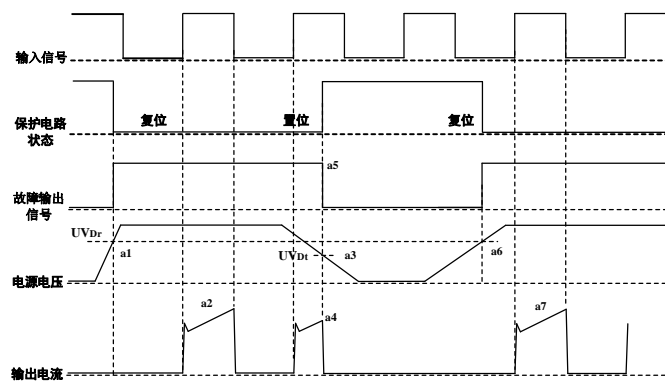


图11: 欠压保护时序图 (低侧)

a1 : 电源电压上升: 当该电压上升到欠压恢复点, 在下一个欠压信号被执行前该线路将启动运行。

a2 : 正常运行: IGBT 开启并加载电流。

a3 : 欠压检测点(UV_{Dt})。

a4 : 不管输入是什么信号, IGBT都是关闭状态。。

a5 : 故障输出开启。

a6 : 欠压恢复(UV_{Dr})。

a7 : 正常运行: IGBT 导通并加载负载电流。

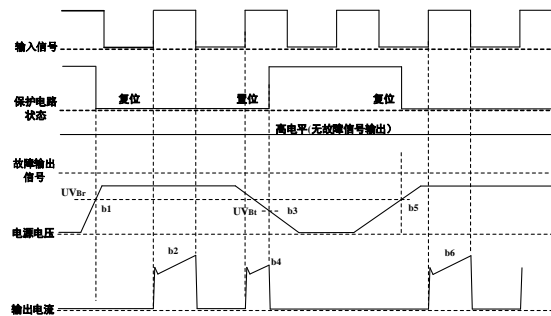


图12: 欠压保护时序图 (高侧)

- b1 : 电源电压上升: 当该电压上升到欠压恢复点, 在下一个欠压信号被执行前该线路将启动运行。
- b2 : 正常运行: IGBT导通并加载
- b3 : 欠压检测 (UVDBt)。
- b4 : 不管输入是什么信号, IGBT都是关闭状态。
- b5 : 欠压恢复(UVDBr)。
- b6 : 正常运行: IGBT导通并加载负载电流。

过流保护功能时序:

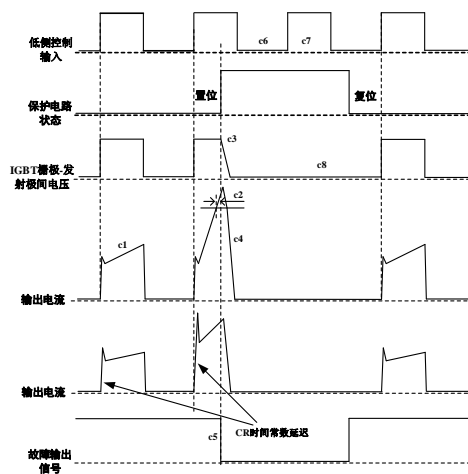


图13: 短路电流保护时序图 (只适合于低侧)

(通过外部分流电阻连接)

- c1 : 正常运行: IGBT 导通载流。
- c2 : 短路电流检测(CIN 触发器)。
- c3 : IGBT 门极被强制关断。
- c4 : IGBT关断。
- c5 : 故障输出定时器开始运行: 故障输出信号的脉冲宽度是由外部电容CFO设定。
- c6 : 输入 “L” : IGBT关闭。
- c7 : 输入 “H” : IGBT 开通, 但是故障信号作用期间, IGBT不导通。
- c8 : IGBT 关断。

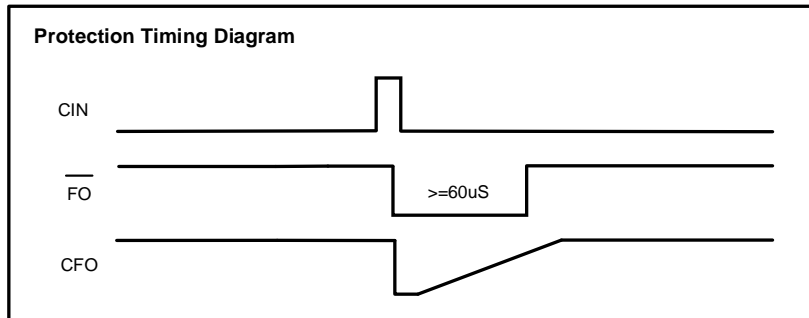


图 14: 过流保护时序图

输入输出接口电路:

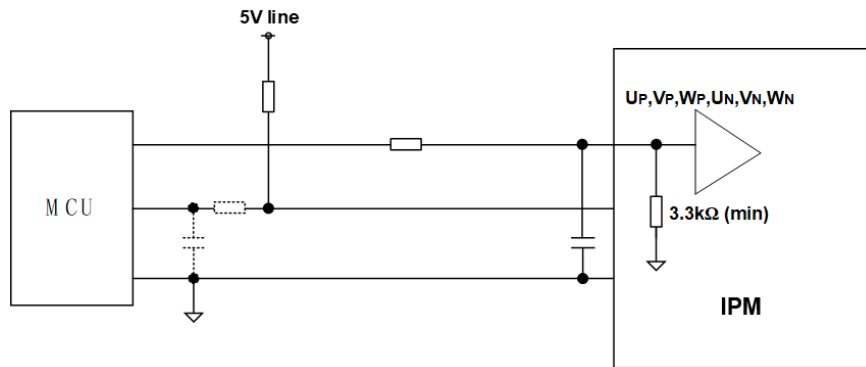


图 15: 推荐的 MCU 输入输出接口电路

备注4: 由于PWM的控制方式和实际应用电路的阻抗及线路板的阻抗, RC去耦可能会有变化。

备注5: 逻辑输入要和标准的CMOS或LSTTL输出相匹配。

分流电阻接线:

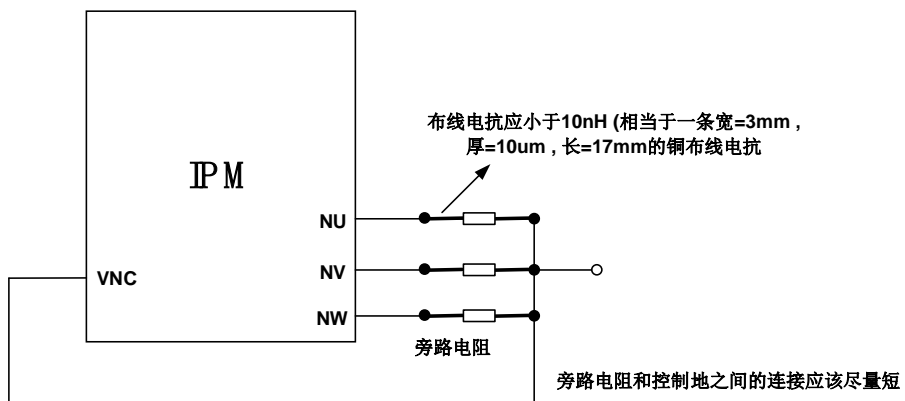


图 16: 旁路电阻接线注意事项

典型应用电路图:

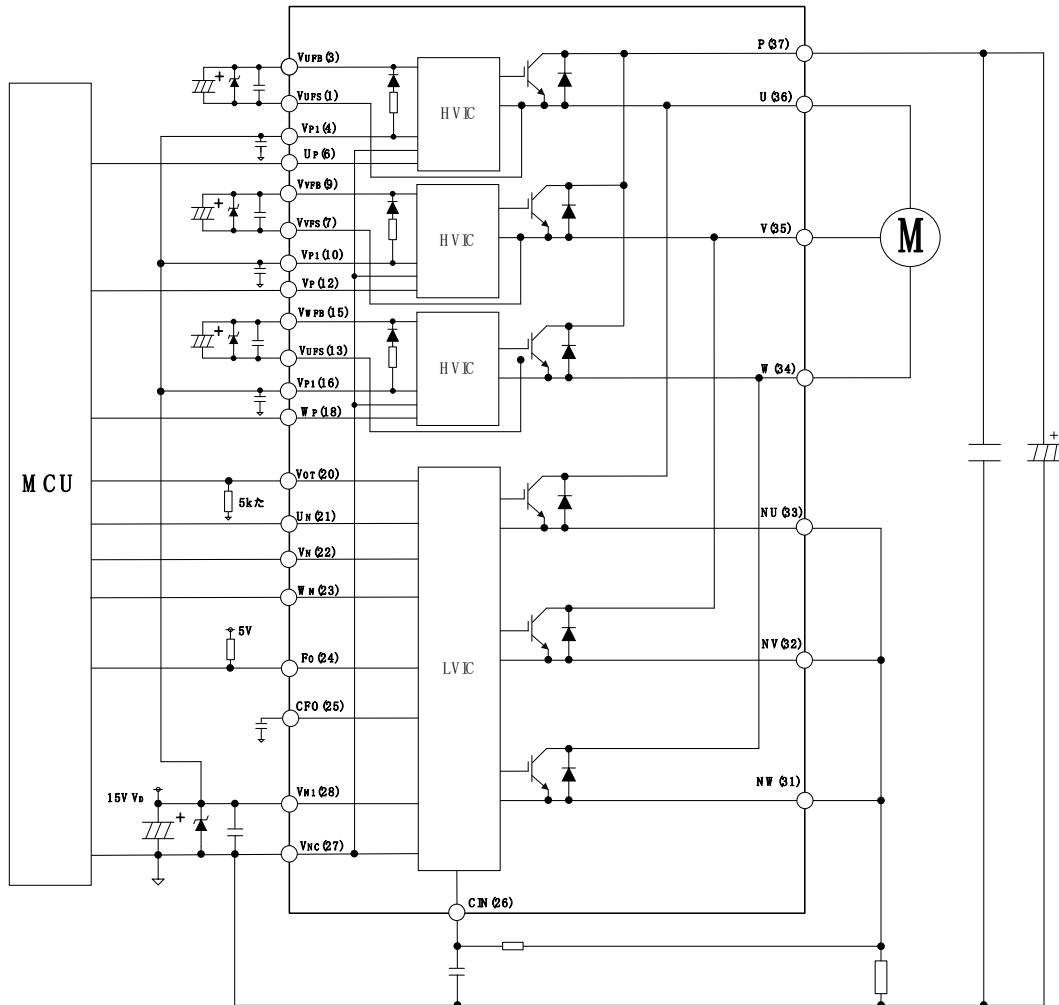
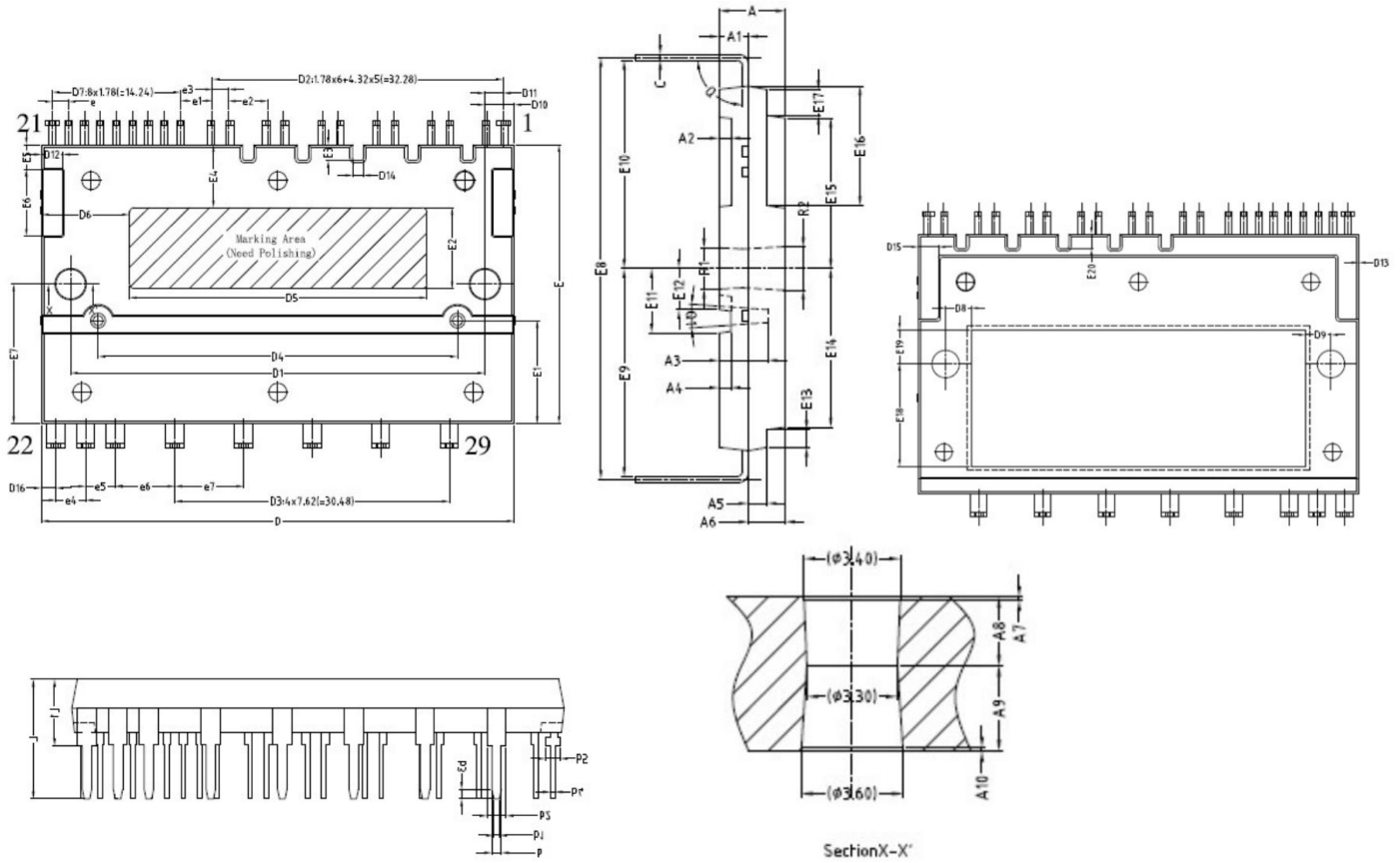


图17: 典型应用电路

外型封装图:



S Y M B O L	COMMON			S Y M B O L	COMMON			S Y M B O L	COMMON		
	Dimensions millimeter				Dimensions millimeter				Dimensions millimeter		
	Min	Nom	Max		Min	Nom	Max		Min	Nom	Max
A	5.50	5.60	5.70	D5	32.80	33.00	33.20	E11	5.40	5.60	5.80
A1	1.89	2.24	2.59	D6	9.60	9.80	10.00	E12	3.10	3.40	3.70
A2	0.90	1.00	1.10	D7	14.04	14.24	14.44	E13	1.31	1.46	1.61
A3	4.10	4.12	4.14	D8	2.89	3.19	3.49	E14	13.25	13.40	13.55
A4	0.90	1.00	1.10	D9	2.90	3.20	3.50	E15	12.52	12.67	12.82
A5	1.42	1.72	2.02	D10	3.00	3.20	3.40	E16	9.90	10.10	10.30
A6	2.95	3.35	3.75	D11	1.68	1.88	2.08	E17	1.90	2.10	2.30
(A7)	-	0.10	-	D12	2.20	2.40	2.60	E18	11.80	12.10	12.40
(A8)	-	2.50	-	D13	-	-	0.10	E19	3.70	4.00	4.30
(A9)	-	3.10	-	D14	1.00	1.20	1.40	E20	1.56	1.76	1.96
(A10)	-	0.10	-	D15	2.20	2.40	2.60	e	1.45	1.70	1.95
b	0.95	1.00	1.05	D16	1.44	1.64	1.84	e1	3.41	3.51	3.61
b1	0.70	0.75	0.80	E	30.95	31.10	31.25	e2	4.16	4.31	4.46
b2	1.92	1.97	2.02	E1	11.30	11.50	11.70	e3	1.67	1.77	1.87
b3	0.50	0.60	0.70	E2	8.90	9.10	9.30	e4	3.20	3.30	3.40
b4	0.40	0.50	0.60	E3	1.55	1.75	1.95	e5	3.20	3.30	3.40
b5	1.40	1.50	1.60	E4	6.70	7.00	7.30	e6	6.50	6.60	6.70
C	0.40	0.50	0.60	E5	2.60	2.80	3.00	e7	7.52	7.62	7.72
D	52.45	52.60	52.75	E6	7.20	7.40	7.60	L	12.50	12.70	12.90
D1	45.85	46.00	46.15	E7	15.30	15.50	15.70	L1	6.20	6.60	7.00
D2	31.98	32.28	32.58	E8	35.30	36.00	36.70	Q	90°	90°	95°
D3	30.18	30.48	30.78	E9	17.70	18.70	19.70	Q1	7°	8°	9°
D4	39.80	39.90	40.00	E10	17.60	18.70	19.80				

图18: 外型封装图

修订历史

日期	版本	修订明细
2022.12.01	0.0	初版
2023.07.20	0.1	更新了部分参数

资质等级:工业, 无铅

© 2023 巨风半导体