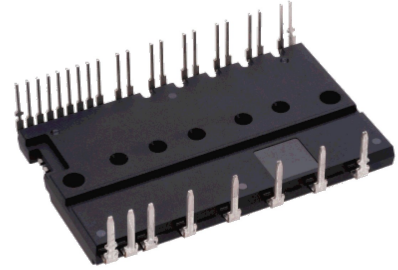


### 主要特点:

- 1200V/15A 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
- 内置自举二极管及限流电阻
- 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:

TRM1512BS1 是一款 1200V 15A 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 和限流电阻, 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
TRM1512BS1	TRM1512BS1	DIP29	是	条管

### 模块内部电路图:

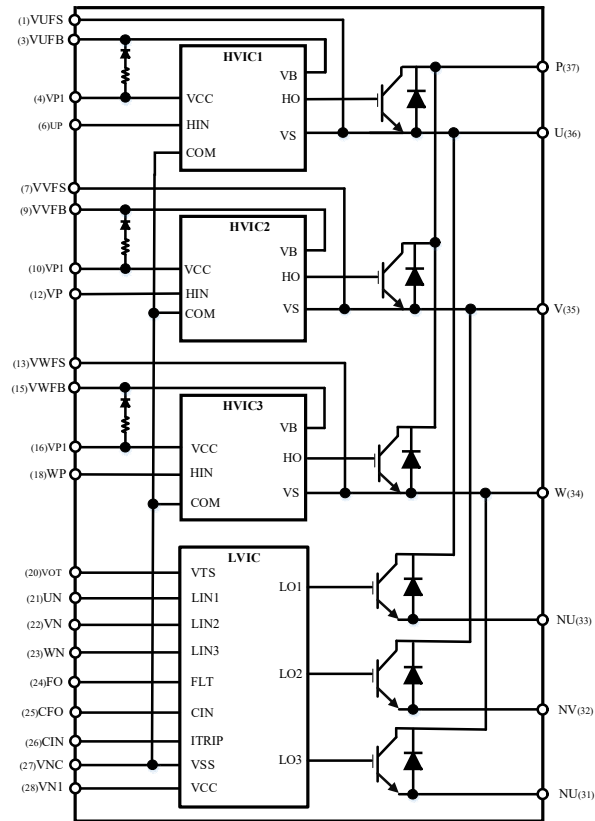


图 1: 模块内部电路图

### 管脚定义:

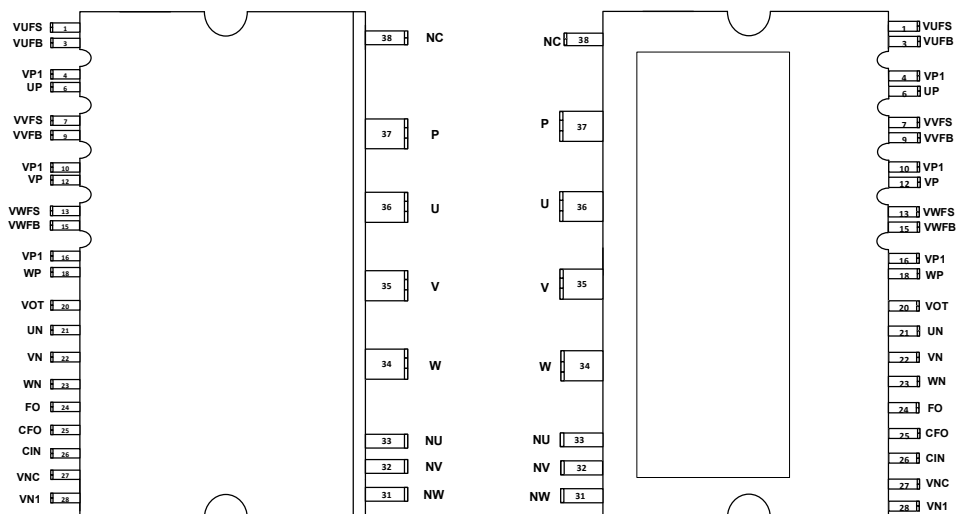


图2: 模块管脚定义

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)	15	A
$\pm I_{cP}$	集电极电流 (峰值)	$T_c = 25^\circ\text{C}$ , 脉冲宽度小于1ms	30	
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  $150^\circ\text{C}$ (@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

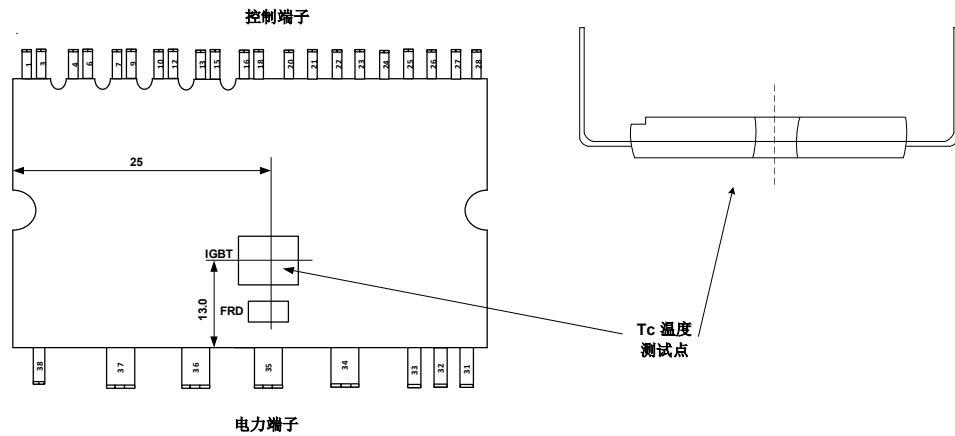


图3: 壳温测试点

### 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	-	1.45	-	°C/W
Rth(j-c)F		单个FRD芯片	-	1.80	-	°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	$V_D = V_{DB} = 15V$ $V_{IN} = 5V, I_C = 15A, T_j = 25^\circ C$	-	1.7	2.1	V
		$V_D = V_{DB} = 15V$ $V_{IN} = 5V, I_C = 15A, T_j = 125^\circ C$	-	1.8	2.3	V
$V_{EC}$	FWD 正向导通电压	$V_{IN} = 0V, I_C = -15A, T_j = 25^\circ C$	-	1.8	2.1	V
$t_{ON}$	开关时间 (见备注 2)	$V_{CC} = 600V, V_D = V_{DB} = 15V,$ $I_C = 15A$ $V_{IN} = 0V \sim 5V, \text{感性负载}$	600	890	1100	ns
$t_{C(ON)}$			200	400	600	ns
$t_{OFF}$			-	1600	2000	ns
$t_{C(OFF)}$			150	350	500	ns
$t_{rr}$			-	400	-	ns
$E_{on}$	开通损耗	$I_C = 15A, V_{CC} = 600V,$	1000	-	2800	$\mu J$
$E_{off}$	关断损耗	$V_{DB} = V_D = 15V, T_j = 25^\circ C$	600	-	2000	$\mu J$
$I_{CES}$	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。

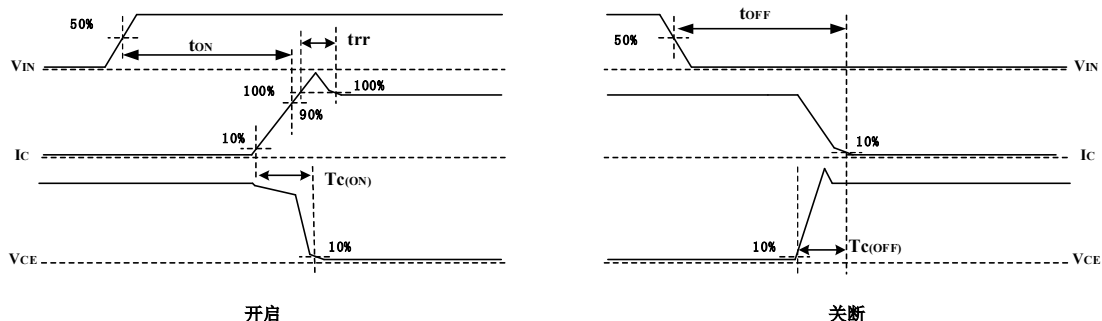


图4: 开关时间定义

**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
$V_{FOL}$		$V_{sc} = 1V$ , $I_{FO}=1.0mA$		-	-	0.2	V
$V_{sc, TH+}$	短路正向触发阈值	$V_D = 15V$		0.45	0.48	0.51	V
$UV_{DD}$	电源欠压保护控制	触发电平		10.0	-	12.0	V
$UV_{DR}$		复位电平		10.5	-	12.5	
$UV_{DBD}$		触发电平		10.3	-	12.5	
$UV_{DBR}$		复位电平		10.8	-	13.0	
$R_{on, FLT}$	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	$V_{IN} = 0V \text{ \& } 5V$		-	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)		-	0.7	1.0	V
$R_{BS}$	自举电阻	自举电路的限流电阻		20	22	24	$\Omega$
$V_{OT}$	温度输出	$T_c=25^\circ C$		0.8	1.1	1.3	V
		$T_c=120^\circ C$		2.51	2.64	2.76	

表7: 控制参数

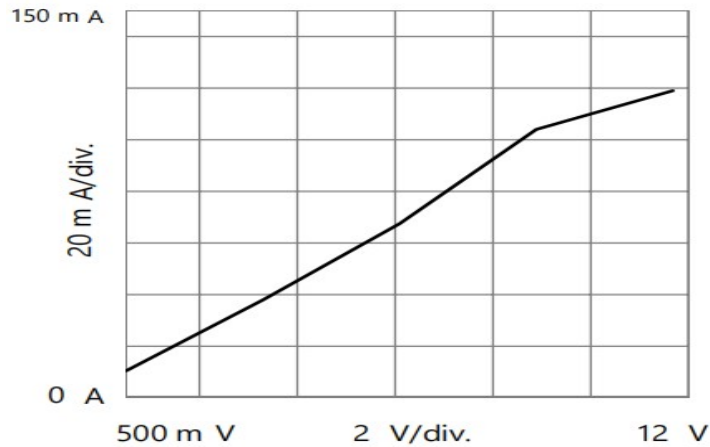


图5: VF-IF特性曲线

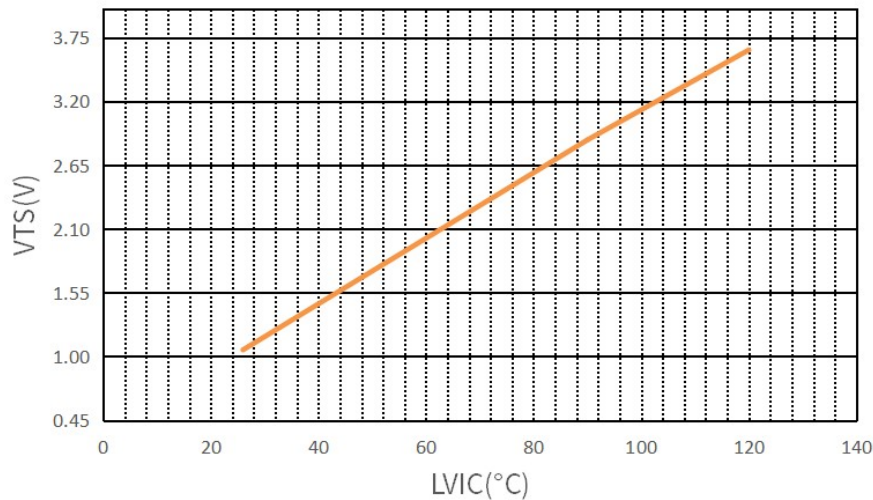


图6: VOT 输出电压曲线

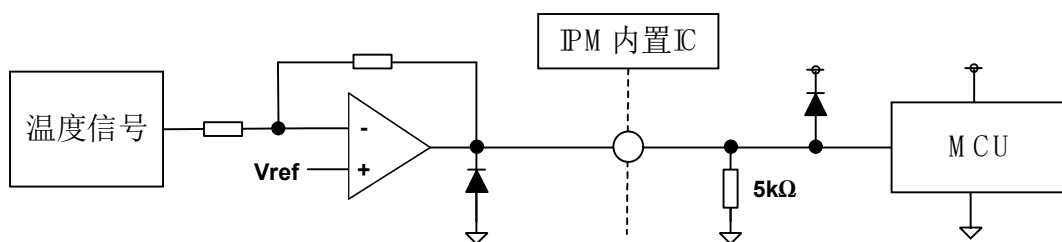


图7: VOT 输出电路

- (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：（ $T_j = 25^\circ\text{C}$ ，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	20	V
$\Delta V_D, \Delta V_{DB}$	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, $T_c \leq 100^\circ\text{C}$	2.0	-	-	us
$f_{PWM}$	PWM 频率	$-20^\circ\text{C} \leq T_c \leq +100^\circ\text{C}$ $-20^\circ\text{C} \leq T_j \leq +150^\circ\text{C}$	-	-	20	kHz
PWM	最小输入信号脉冲宽度	ON	1.0	-	-	us
		OFF	2.0	-	-	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	$^\circ\text{C}$

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	0.59	0.78	0.98	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		-	21	-	g

表9: 机械特性

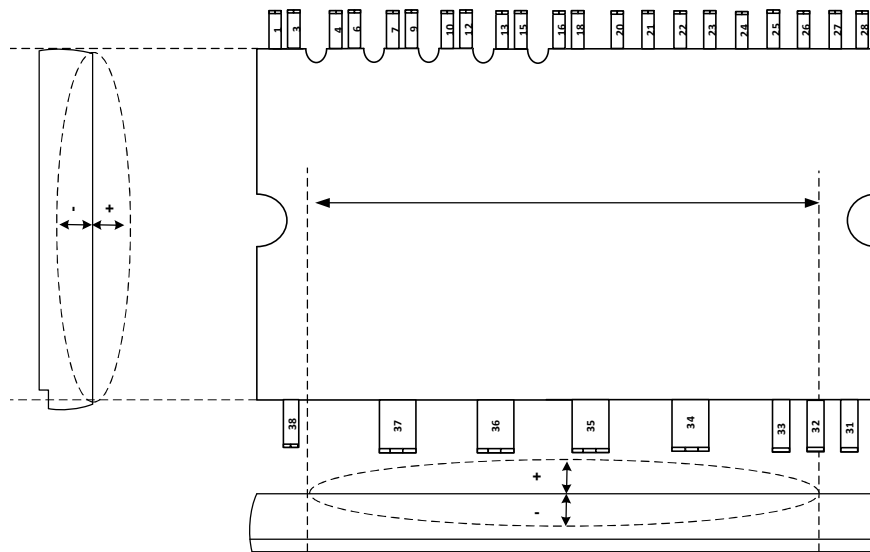


图8: 平面检测位置

### 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。

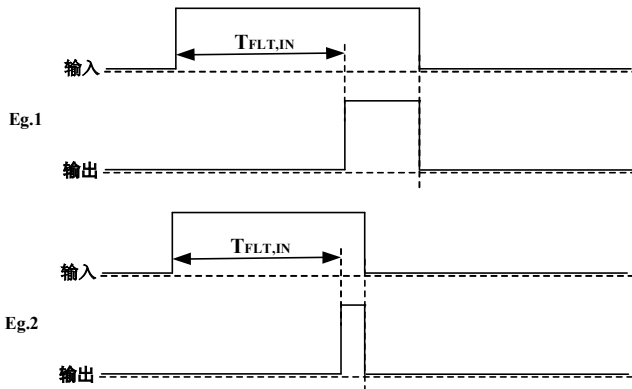


图9：典型输入滤波

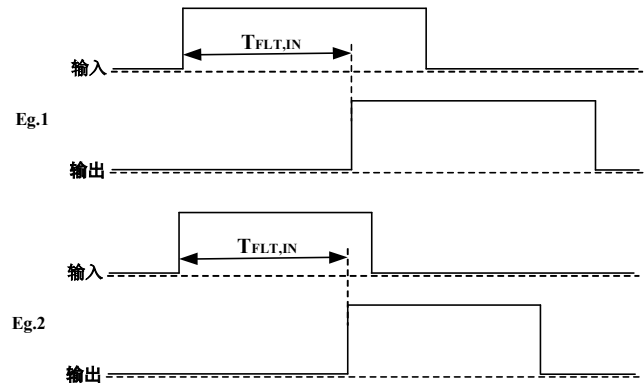


图10：增强型输入滤波

#### 欠压保护功能时序：

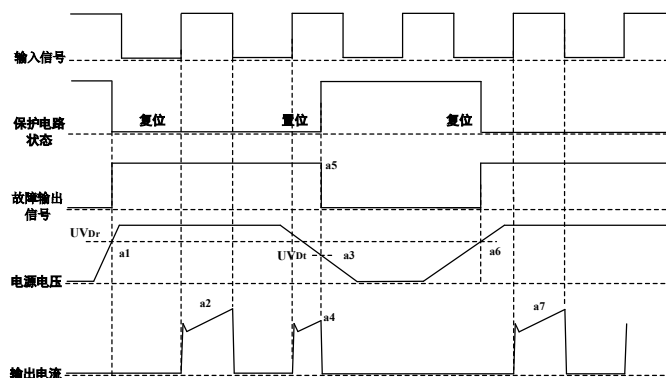


图11：欠压保护时序图（低侧）

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( $UV_{DI}$ )。

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。

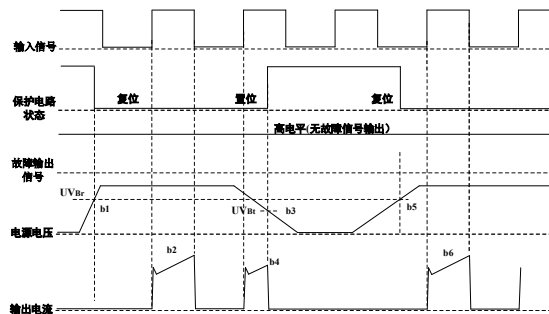


图12: 欠压保护时序图 (高侧)

- 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:

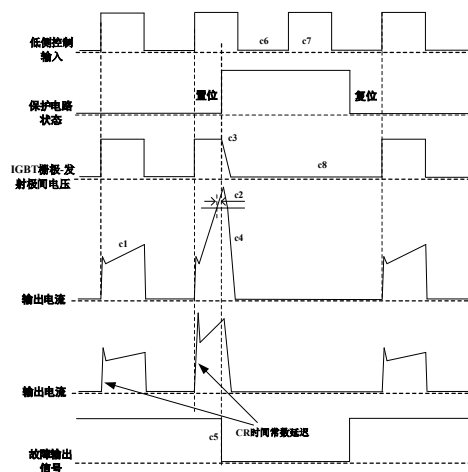


图13: 短路电流保护时序图 (只适合于低侧)

(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。

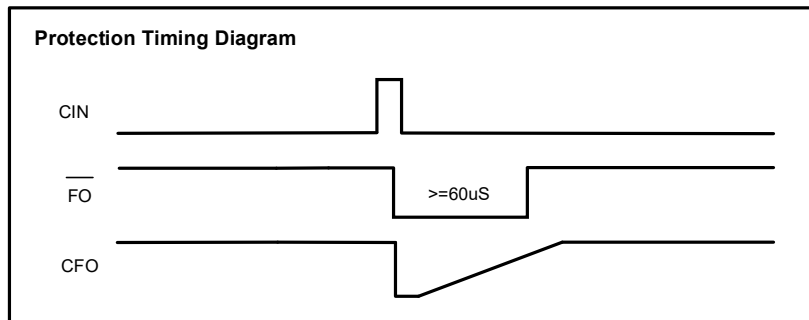


图 14: 过流保护时序图

**输入输出接口电路:**

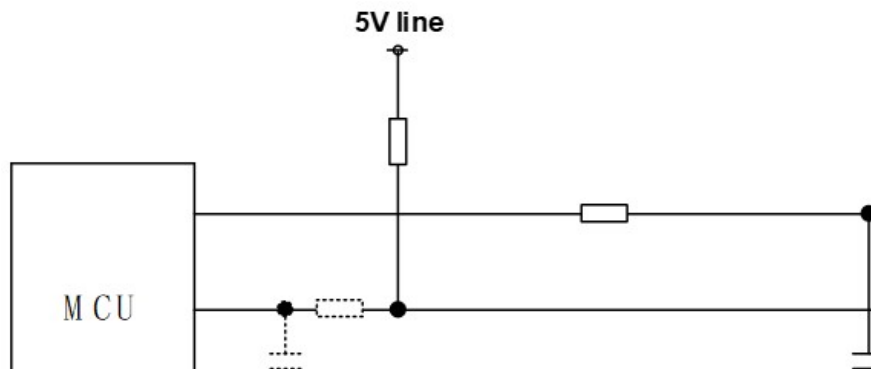


图 15: 推荐的 MCU 输入输出接口电路

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:**

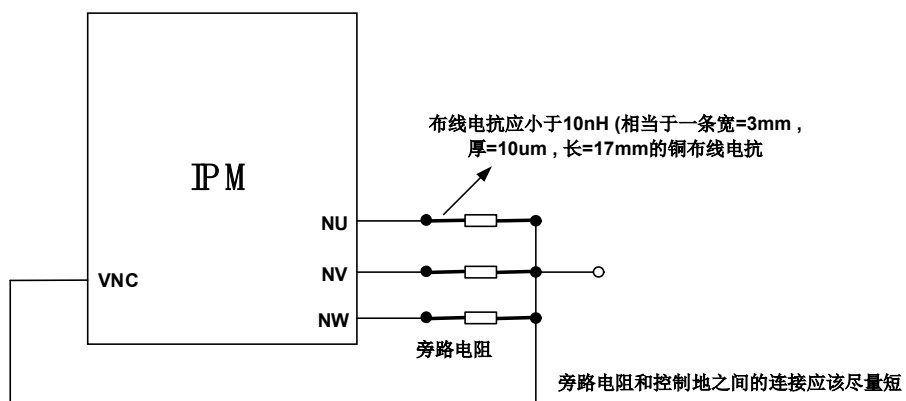
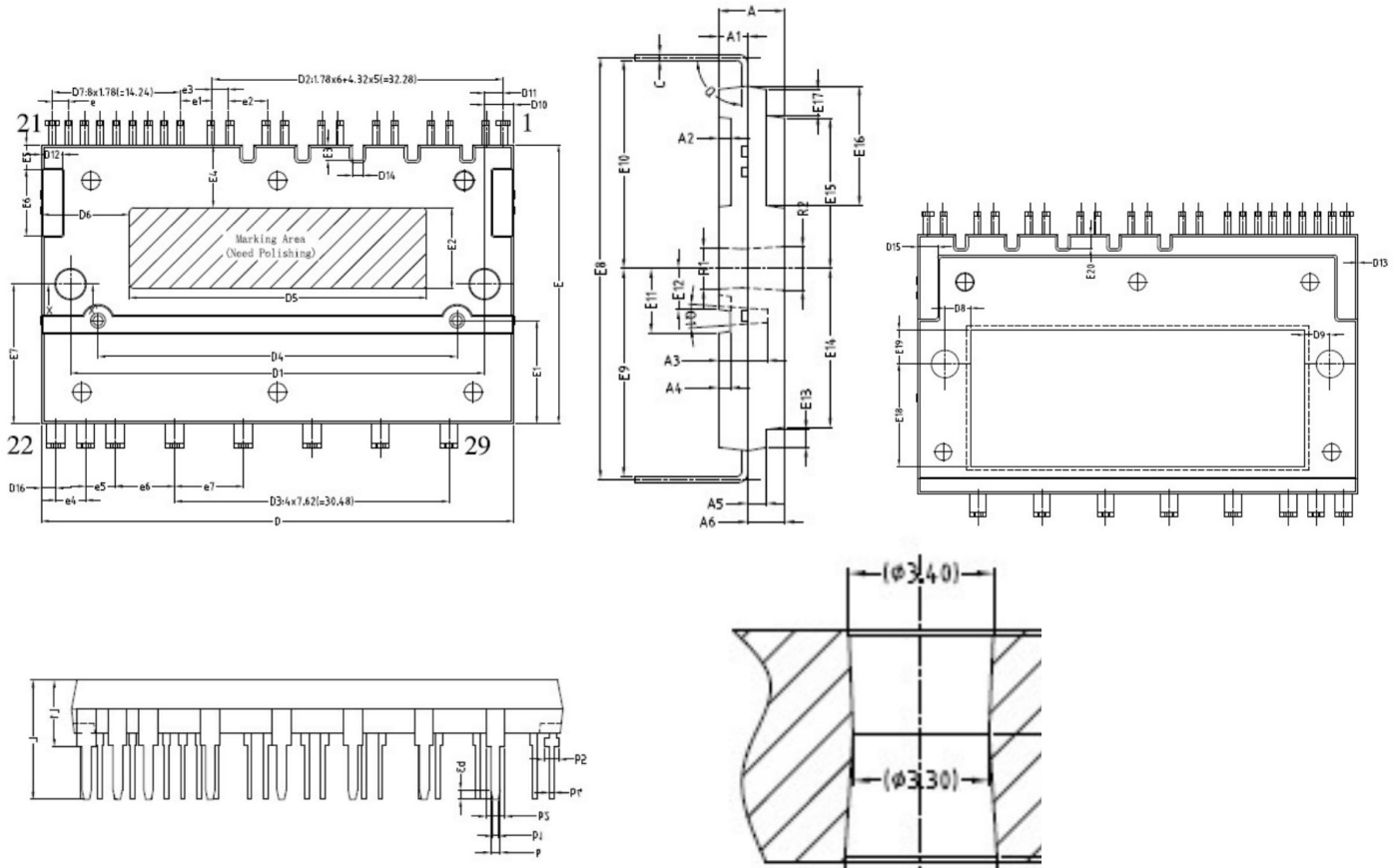


图 16: 旁路电阻接线注意事项



### 外型封装图:



S Y M B O L	COMMON			S Y M B O L	COMMON		
	Dimensions millimeter				Dimensions millimeter		
	Min	Nom	Max		Min	Nom	Max
A	5.50	5.60	5.70	D5	32.80	33.00	33.20
A1	1.89	2.24	2.59	D6	9.60	9.80	10.00
A2	0.90	1.00	1.10	D7	14.04	14.24	14.44
A3	4.10	4.12	4.14	D8	2.89	3.19	3.49
A4	0.90	1.00	1.10	D9	2.90	3.20	3.50
A5	1.42	1.72	2.02	D10	3.00	3.20	3.40
A6	2.95	3.35	3.75	D11	1.68	1.88	2.08
(A7)	-	0.10	-	D12	2.20	2.40	2.60
(A8)	-	2.50	-	D13	-	-	0.10
(A9)	-	3.10	-	D14	1.00	1.20	1.40
(A10)	-	0.10	-	D15	2.20	2.40	2.60
b	0.95	1.00	1.05	D16	1.44	1.64	1.84
b1	0.70	0.75	0.80	E	30.95	31.10	31.25
b2	1.92	1.97	2.02	E1	11.30	11.50	11.70

图18: 外型封装图