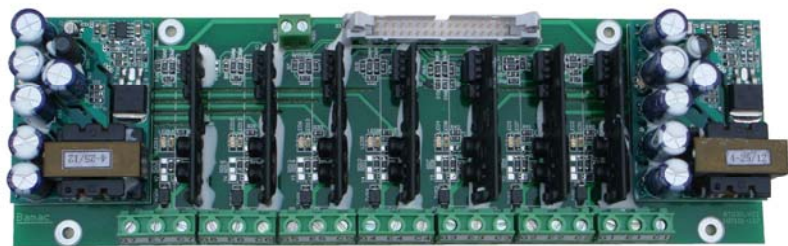


MAST5-7C-U12 型 IGBT 驱动板

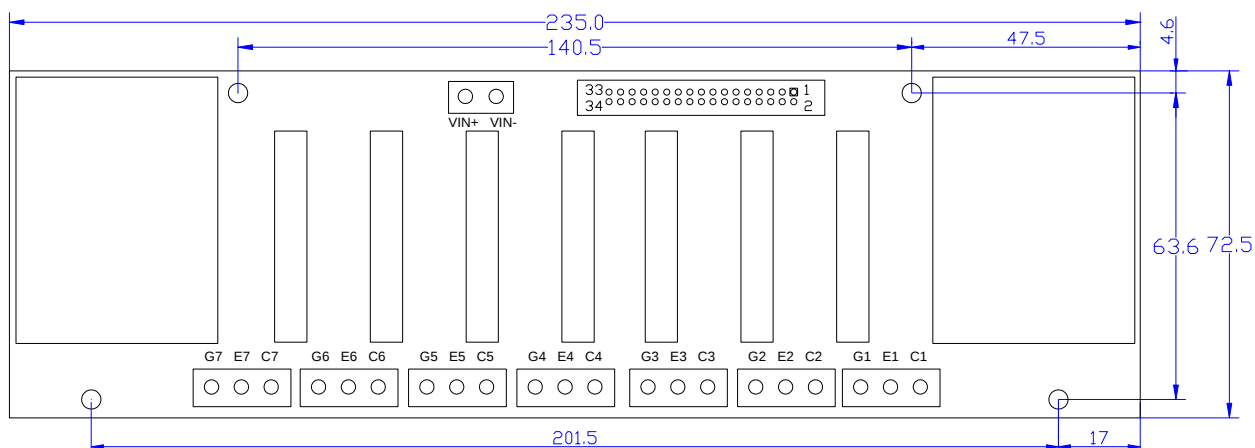


使用 说 明

一：功能描述

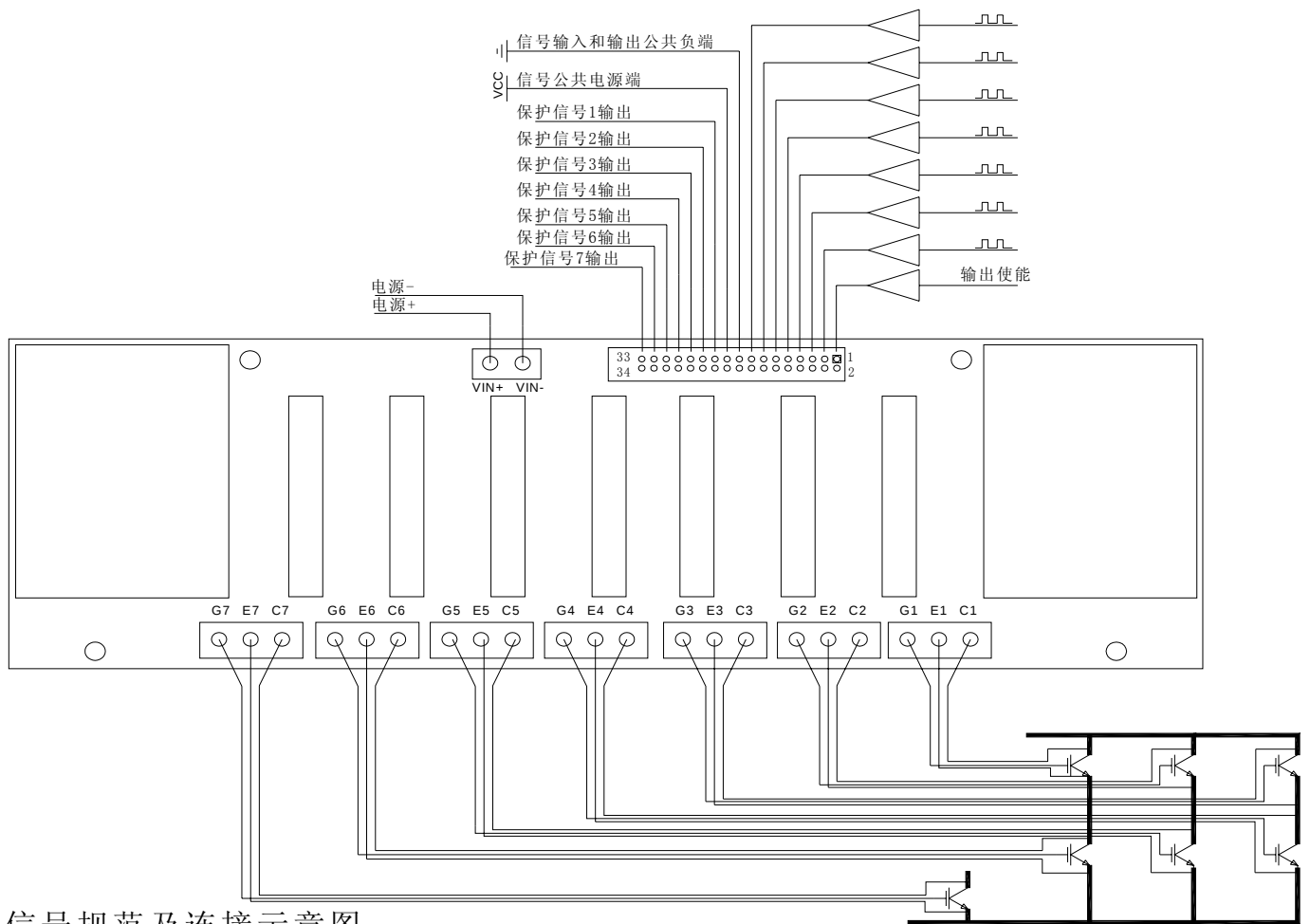
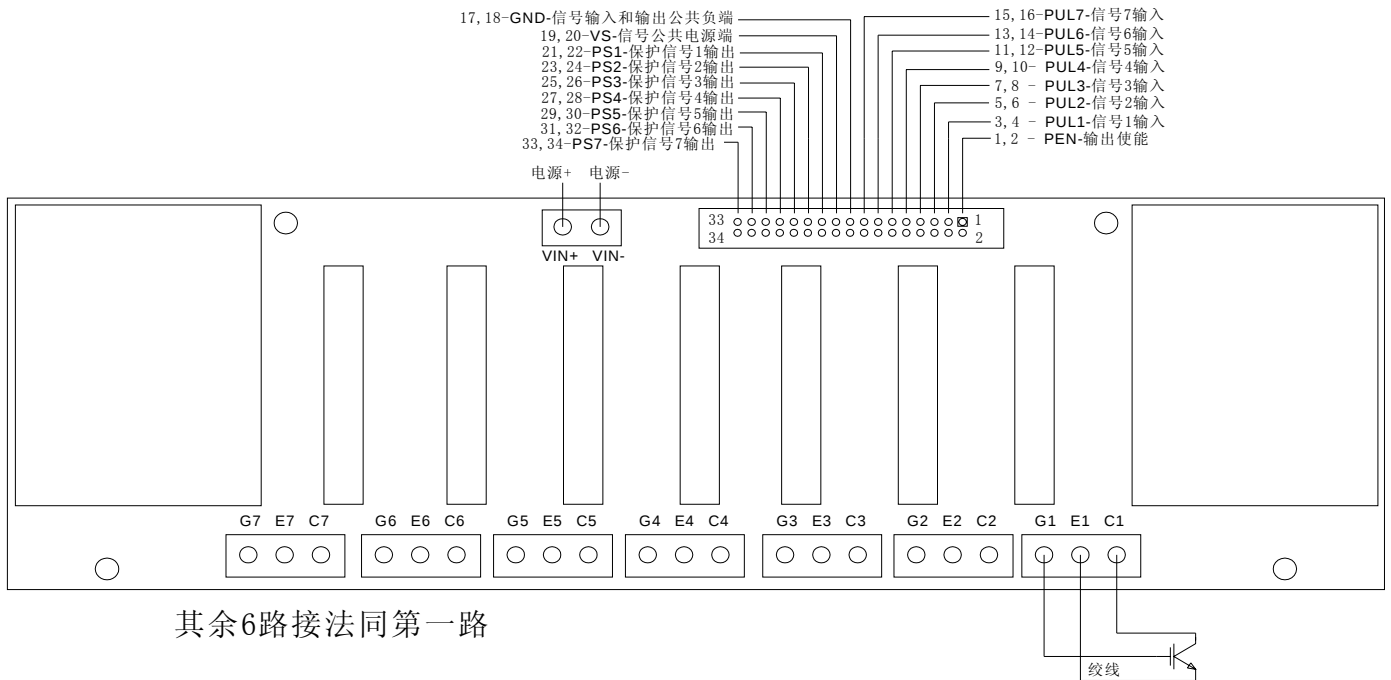
- 内置 7 路 IGBT 驱动，采用 AST965，每路驱动电流均为 5A。
- 内置 7 路相互隔离 DC-DC，隔离电压 2500VAC。
- 电流源驱动方式，在同等 EMI 情况下，减小密勒效应时间，降低开关损耗。
- 每路均具有 V_{CE} 检测方式的短路保护。
- 每路均具有欠压保护。
- 每路均具有 IGBT 栅极 TVS 保护元件。
- 每路均具有电源指示、脉冲指示。
- 集中的扁平线信号接口，支持多种输入电平。
- 外部只需输入 1 路电源 12VDC (9-18V)，或 24VDC (18-32V)

二：结构和尺寸



板总高度：38mm。

三：连接及说明



1、扁平线引脚定义描述表

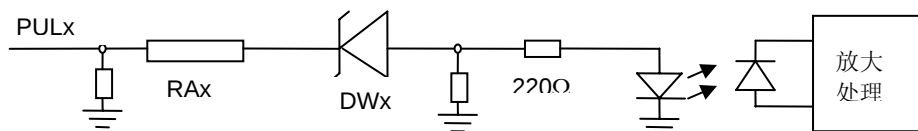
序号	功能号	描 述
1	PEN	驱动输出使能，如 PEN 为低电平，则无论输入信号如何变化，所有驱动输出保持为负电位；PEN 为高电平时，允许驱动输出为高（根据输入信号变化）；PEN 信号须有 2mA 以上的高电平驱动能力，该信号不能悬空，不使用时应连接到 VCC
2		
3	PUL1	第一路信号输入（信号 1 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
4		
5	PUL2	第二路信号输入（信号 2 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
6		
7	PUL3	第三路信号输入（信号 3 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
8		
9	PUL4	第四路信号输入（信号 4 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
10		
11	PUL5	第五路信号输入（信号 5 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
12		
13	PUL6	第六路信号输入（信号 6 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
14		
15	PUL7	第七路信号输入（信号 6 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
16		
17	GND	信号输入和保护信号输出的公共负端，一般接 GND
18		
19	VS	保护信号输出的公共正端，一般接 VCC(3.3V、5V、12V 或 15V)
20		
21	PS1	第一路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
22		
23	PS2	第二路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
24		
25	PS3	第三路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
26		
27	PS4	第四路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
28		

29	PS5	第五路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
30		
31	PS6	第六路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
32		
33	PS7	第七路保护信号输出，当检测到短路保护或欠压保护时，该引脚输出高电位。
34		

注：扁平线插座均为双线并连在一起，即：1,2 脚连接在一起，3,4 脚连接在一起，.....33,34 脚连接在一起。

2、信号输入说明

板内信号每路的输入电路如图所示：



其中：x=1,2,3,4,5,6,7。

信号输入为共负端输入，要求每路具有高电平 8mA 以上驱动能力，对于 5V 信号接口，推荐信号使用 74F125、74HC245 等驱动后再送至驱动板；对于 12V 或 15V 信号接口，推荐信号使用 CD4050 等驱动后再送至驱动板。如信号输入没有足够的驱动能力，IGBT 驱动输出可能不稳定。

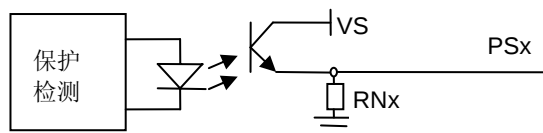
缺省的元件值为 5V 或 3.3V 输入信号电平，如输入信号电平是 12V、15V 或 24V，可以改变 RA1-RA7 以及 DW1-DW7 值进行匹配。

	3.3V	5V	12-15V	24V
RA1,RA2,RA3,RA4,RA5, RA6,RA6	0Ω电阻	0Ω电阻	680Ω电阻	2KΩ电阻
DW1,DW2,DW3,DW4,DW5, DW6,DW7	0Ω电阻	0Ω电阻	0Ω电阻	5.1V 稳压管

注：信号电平为 24V 时，DW1-DW7 安装 5.1V 稳压管，可以提高信号传输抗干扰能力，可用于较远距离传输信号，例如 2m 以上。

3、保护信号输出说明

板内每路保护信号输出电路如图所示：



其中：x=1,2,3,4,5,6,7。

板上 6 路 IGBT 驱动的保护信号均单独输出，输出的信号类似于光电耦合器，其 C 极接信号电源端，其 E 极引出保护信号，并通过 RN1-RN7 接地。当保护发生时，C 极和 E 极导通，PS1—PS7 输出高电平；保护解除时，C 极和 E 极截止，PS1—PS7 输出低电平。

C 极和 E 极截止耐压为 30V，因此，可根据需要配置成 5V（3.3V）、12V、15V 或 24V 系统。

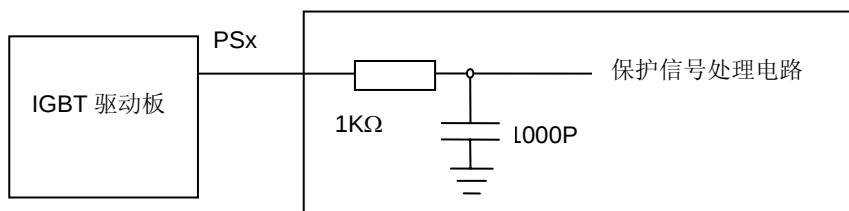
不同 VS 情况下所使用的 RNx 电阻值如下表：

	3.3V	5V	12-15V	24V
RN1,RN2,RN3,RN4,RN5, RN6,RN7	680Ω电阻	680Ω电阻	2KΩ电阻	5.1KΩ电阻

注：1、VS 在板内仅连接保护信号输出电路，其它电路未使用 VS。

2、如图所示，该输出信号是电阻下拉输出信号，请实际使用时注意信号的驱动能力，应选择输入电流较小的输入电路。同时，为了增强抗干扰能力，请使用一个阻容输入电路：

3、可以将所有 PSx 信号并联在一起作为一个信号输出，这时，RNx 的焊装方法须做调整：只焊装 RN1，其它 RNx 空，RN1 的阻值与上表同。这样连接时，当所有驱动均正常时，该信号保持低电平，如果任一路驱动发生保护，则该信号均输出高电平。



4、电源输入

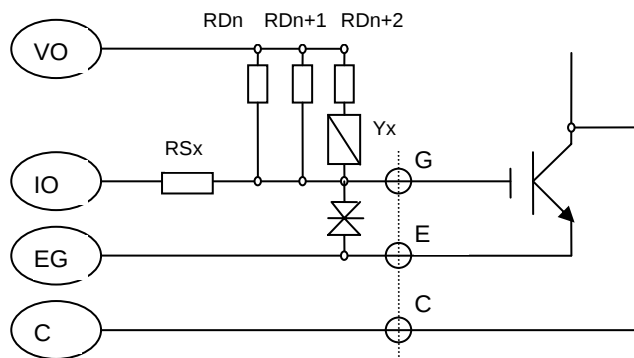
在 VIN+和 VIN-分别输入电源的正极和负极，电压可以有 12V 和 24V 两种。

连接电源时请注意电源输入的极性和电压值。

电源电路、信号输入和保护信号输出电路、驱动输出电路三者是相互隔离的。

5、驱动输出电路

5.1、驱动输出电路如图所示：



其中：n=1,4,7,10,13,16,19；x=1,2,3,4,5,6,7。

RSx 为“电流源驱动启动的 0 欧电阻”，如 RSx 安装一个 0 欧电阻，则为电流源驱动方式；如 RSx 空，则为电压源—电阻驱动方式。RDn、RDn+1、RDn+2 分别为驱动电流控制电阻，驱动电流大小见下文，其中 RDn+2 受 Yx 的影响，Yx 为 IGBT 开通/关断采用不同驱动电流的控制元件，如在 Yx 位置安装一个二极管（应选择肖特基二极管），通过安装二极管的方向，可以达到慢速开通/快速关断，或快速开通/慢速关断的目的（图示中，二极管 A 极在下，K 极在上时是慢速开通/快速关断）。

5.2、与驱动方式和驱动电流大小相关的元件：

路数	驱动电流控制电阻	电流源驱动启动的 0 欧电阻	IGBT 开通/关断采用不同驱动电流控制
第一路	RD1、RD2、RD3	RS1	Y1
第二路	RD4、RD5、RD6	RS2	Y2
第三路	RD7、RD8、RD9	RS3	Y3
第四路	RD10、RD11、RD12	RS4	Y4
第五路	RD13、RD14、RD15	RS5	Y5
第六路	RD16、RD17、RD18	RS6	Y6
第七路	RD19、RD20、RD21	RS7	Y7

5.3、驱动电流的计算

计算方法与 AST965 模块相同，以第一路为例：采用电流源驱动时（RS1 安装 0 欧电阻），且如果 RD3 和 Y1 均为空，则 RD1、RD2 在板上是并联的，第一路的驱动电流即为：

$$I = 0.2 + \frac{2}{RD1 // RD2} \quad (A) \quad \text{其中 } RD1 // RD2 \text{ 为两个电阻并联值。}$$

驱动板出厂时驱动电流缺省值为 2.2A，两个电阻均为 2.2Ω。

每一路均可以单独使用不同的驱动方式和驱动电流值。

5.4、几种应用的元器件选取举例

序	驱动方式	驱动电流 开通/关断	RDn	RDn+1	RDn+2	RSx	Yx
1	电流源	0.7A/0.7A	8.2Ω	8.2Ω	空	0Ω	空
		1.0A/1.0A	5.1Ω	5.1Ω	空	0Ω	空
		1.5A/1.5A	3.3Ω	3.3Ω	空	0Ω	空
2		2.0A/2.0A	2.2Ω	2.2Ω	空	0Ω	空
3		3.0A/3.0A	2.2Ω	2.2Ω	2.0Ω	0Ω	0Ω电阻
4		4.2A / 4.2A	1.0Ω	1.0Ω	空	0Ω	空
5		5A / 5A	1.0Ω	1.0Ω	2.2Ω	0Ω	0Ω电阻
6		2.0A/4.0A	2.2Ω	2.2Ω	1.0Ω	0Ω	S24 二极管
7		3.0A/1.0A	5.1Ω	5.1Ω	1.0Ω	0Ω	S24 二极管
8	电压源 —电阻	1A/1A	47Ω	47Ω	空	空	空
9		2A/2A	22Ω	22Ω	空	空	空
10		3A/3A	22Ω	22Ω	22Ω	空	0Ω电阻
11		4A/4A	15Ω	15Ω	15Ω	空	0Ω电阻
12		5A/5A	12Ω	12Ω	12Ω	空	0Ω电阻
13		2A/4A	22Ω	22Ω	10Ω	空	S24 二极管
14		3A/1A	47Ω	47Ω	10Ω	空	S24 二极管

注：二极管 S24 的安装方向参见 5.1 图示和说明。

5.5、用电流源驱动方式替代电压源—电阻驱动方式时

推荐的电阻选择对比表：

序	原电压源—电阻驱动时的驱动电阻值	对应电流源驱动并使用 MAST5 系列驱动板时的参数选择					
		RDn	RDn+1	RDn+2	RSx	Yx	对应的电流源驱动电流
1	22Ω	39Ω	39Ω	空	0Ω	空	0.30A
2	15Ω	16Ω	16Ω	空	0Ω	空	0.45A

3	10Ω	8.2Ω	8.2Ω	空	0Ω	空	0.69A
4	8.2Ω	6.8Ω	6.8Ω	空	0Ω	空	0.79A
5	7.5Ω	5.6Ω	5.6Ω	空	0Ω	空	0.91A
6	6.8Ω	5.1Ω	5.1Ω	空	0Ω	空	0.98A
7	5.6Ω	3.9Ω	3.9Ω	空	0Ω	空	1.23A
8	4.7Ω	3.3Ω	3.3Ω	空	0Ω	空	1.49A
9	3.9Ω	3.9Ω	3.9Ω	3.9Ω	0Ω	0Ω电阻	1.74A
10	3.3Ω	2.2Ω	2.2Ω	空	0Ω	空	2.02A
11	2.7Ω	2.7Ω	2.7Ω	2.2Ω	0Ω	0Ω电阻	2.59A
12	2.2Ω	2.2Ω	2.2Ω	2.0Ω	0Ω	0Ω电阻	3.02A
13	2.0Ω	2.0Ω	2.0Ω	1.6Ω	0Ω	0Ω电阻	3.45A
14	1.6Ω	1.0Ω	1.0Ω	空	0Ω	空	4.20A
15	1.2Ω	1.0Ω	1.0Ω	2.2Ω	0Ω	0Ω电阻	5.0A

注:1、不同类型和制造商生产的 IGBT 特性不同,还应根据实际的线路结构和 IGBT 波形选择电阻值。

2、如 IGBT 开通和关断需设计不同的速度,也可参照不同的驱动电流值选取电流源驱动下的电阻值。

5.6、电流源驱动与电压源—电阻驱动的对比关系参照下表: (仅供参考)

电流源驱动 驱动电流	2.0μC 栅极电荷时 栅极脉冲上升时间	电压源-电阻驱动 驱动电阻/峰值电流	2.0uC 栅极电荷时 栅极脉冲上升时间
1A	约 2.0μS	15Ω / 1.6A	约 3.1μS
2A	约 1.0μS	10Ω / 2.4A	约 2.1μS
3A	约 0.67μS	7.5Ω / 3.2A	约 1.56μS
4A	约 0.5μS	5Ω / 4.8A	约 1.0μS
5A	约 0.4μS	3.3Ω / 7.3A	约 0.69μS
电流源驱动 驱动电流	3.0μC 栅极电荷时 栅极脉冲上升时间	电压源-电阻驱动 驱动电阻/峰值电流	3uC 栅极电荷时栅 极脉冲上升时间
2A	约 1.5μS	10Ω / 2.4A	约 3.1μS
3A	约 1.0μS	7.5Ω / 3.2A	约 2.34μS
4A	约 0.75μS	5Ω / 4.8A	约 1.56μS
5A	约 0.6μS	3.3Ω / 7.3A	约 1.03μS

6A	约 0.5 μ S	2.0 Ω / 12A	约 0.63 μ S
电流源驱动 驱动电流	4 μ C 栅极电荷时栅 极脉冲上升时间	电压源-电阻驱动 驱动电阻/峰值电流	4 μ C 栅极电荷时栅 极脉冲上升时间
2A	约 2.0 μ S	10 Ω / 2.4A	约 4.16 μ S
3A	约 1.33 μ S	7.5 Ω / 3.2A	约 3.1 μ S
4A	约 1.0 μ S	5 Ω / 4.8A	约 2.1 μ S
5A	约 0.8 μ S	3.3 Ω / 7.3A	约 1.4 μ S
6A	约 0.67 μ S	2.0 Ω / 12A	约 0.83 μ S

注：IGBT 栅极电荷主要由输入栅极电容电荷和密勒效应电荷组成，不同工艺、不同制造商的 IGBT 栅极电荷各有不同，一般 IGBT 容量越大，栅极电荷也越大，具体数值请参见 IGBT 数据手册。

6、短路保护动作时间调整

如果所驱动的 IGBT 模块工作电流大、导通压降较高且开关速度较低，短路保护动作过快时可能产生误动作，在排除欠压保护的可能性后，可适当调节短路保护的動作时间，方法是在 C_x (x=1,2,3,4,5,6,7) 上安装一个频率特性较好的电容，以使短路保护动作时间延长，每 1000PF 的电容器大约产生 1 μ S 的延时。

需要注意的是：如延时时间过长，在短路时可能不能有效的保护 IGBT，或者缩短其寿命；一般情况下不需要调整短路保护动作时间。

四：电气规范

极限参数：

项目	代号	条件	值	单位
电源电压	VDD	VDD-VSS (24V)	35	V
		VDD-VSS (12V)	20	V
输入电压	V _I		-7~7	V
运行频率	F _{OP}		0—100K	Hz
耐电压	V _{RMS}	50Hz 正弦有效值	2500V	V
最大功率消耗	P _D		35	W
运行环境温度	T _{OP}		-25—70	°C
储藏温度	T _{STG}		-25—100	°C

电气参数: (T=25℃)

项目	代号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	VDD	VDD-VSS (24V)	18	24	32	V
		VDD-VSS (12V)	9	12	18	V
电源电流 (20KHz, 负载电容 0.1uF)	IDD	VDD-VSS (24V)		0.75	1.5	A
		VDD-VSS (12V)		1.50	3.0	A
输入电压	V _{IN}		3	4	6	V
“H”输入电流	I _{IH}	V _{IN} =5V	6	10		mA
“H”输出电压	V _{OH}	驱动 IGBT, VDD=20-30V	13.5	15	16.5	V
“L”输出电压	V _{OL}	驱动 IGBT, VDD=30V		-13		V
		驱动 IGBT, VDD=24V		-7		V
		驱动 IGBT, VDD=20V		-4		V
上升时间	T _R	空载		0.1		μS
上升时间	T _R	负载	取决于负载电容量			
下降时间	T _F	空载		0.1		μS
下降时间	T _F	负载	取决于负载电容量			
上升延时时间	T _{PDH}	空载		0.5		μS
上升延时时间	T _{PDH}	负载	取决于负载电容量			
下降延时时间	T _{PDL}	空载		0.5		μS
下降延时时间	T _{PDL}	负载	取决于负载电容量			
共模电压	CMRR		15	30		KV/μS
短路保护时间	T _{SCP}	从短路发生到栅极电压开始下降	5	7	10	μS
欠压保护动作	V _{LVP}			18		V
保护信号光耦负载电流	I _{FO}			5		mA
保护信号光耦耐压	V _{FOMAX}			30		V
保护复位时间	T _{RST}		50	75	100	mS
检测二极管耐压	V _{DIODE}		1200	1400		V
检测二极管恢复	T _{rr}	I _F =0.5A	50	75		nS

推荐使用条件:

项目	代号	条件	值	单位
电源电压	VDD	VDD-VSS (24V)	24 ± 4	V
		VDD-VSS (12V)	12 ± 2	
输入电压	V _I		5	V
最大脉冲输出电流	I _{OP}	F=40KHz	$\pm 0.2 - \pm 3.5$	A
		F=20KHz	$\pm 0.2 - \pm 5.0$	A
运行环境温度	T _{OP}		≤ 60	°C
驱动 IGBT 类型	环境温度 40°C, F=20KHz, 400A/1200V, 600A/600V 环境温度 60°C, F=20KHz, 300A/1200V, 400A/600V 环境温度 40°C, F=8KHz, 600A/1200V, 800A/600V 环境温度 60°C, F=8KHz, 400A/1200V, 600A/600V			

五：其它注意事项

1、IGBT 开关时的 dv/dt 和 di/dt 很高，在主板连接到驱动板的扁平线上套一个扁磁环，可降低对电子线路的电磁干扰。在每路 IGBT 的三根驱动连接线上也各套一个圆柱磁环，也可降低电磁干扰。还可以在输入电源线上也套一个圆柱磁环。

2、设计 IGBT 驱动板位置时，应尽量靠近 IGBT，使驱动板至 IGBT 的连接线路尽量短，这样驱动波形更佳，电路工作更可靠，但还要考虑靠近 IGBT 是否导致驱动板环境温度过高，如果驱动板环境温度过高，驱动板应该要降额使用。

3、注意输入电源需要有一定的功率裕量，否则在带负载情况下，驱动板上的开关电源可能不能正常启动。例如以 20KHz 的频率驱动 4 路 300A 的 IGBT，正常工作时，输入 24V 或 12V 电源的总功率可能只有 12W 左右，但为保证带负载正常启动，输入电源需要提供 24W 左右的瞬时起动功率，起动持续时间在 1S 以内。所以，一般应按照最大电源电流值选取供电电源。