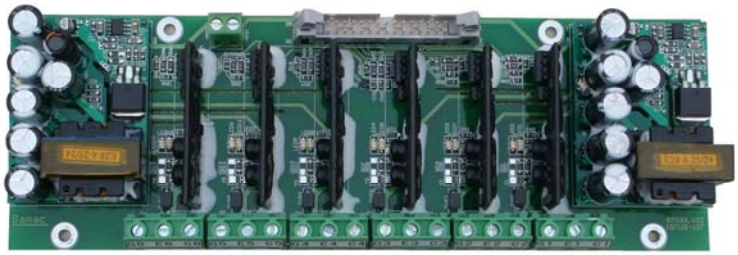
MAST5-6C-U17 型
IGBT 驱动板

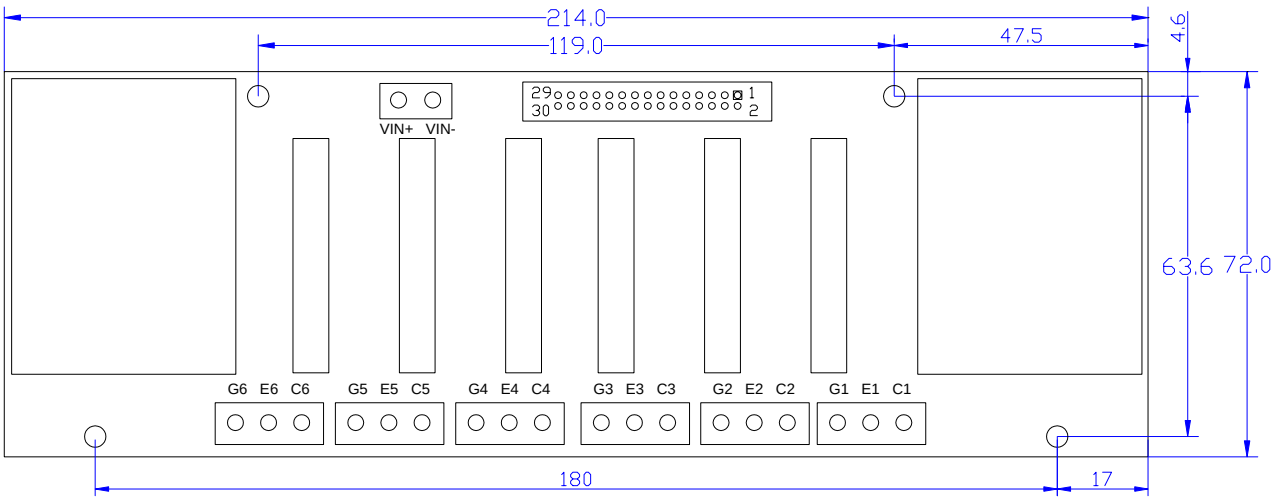


使 用 说 明

一：功能描述

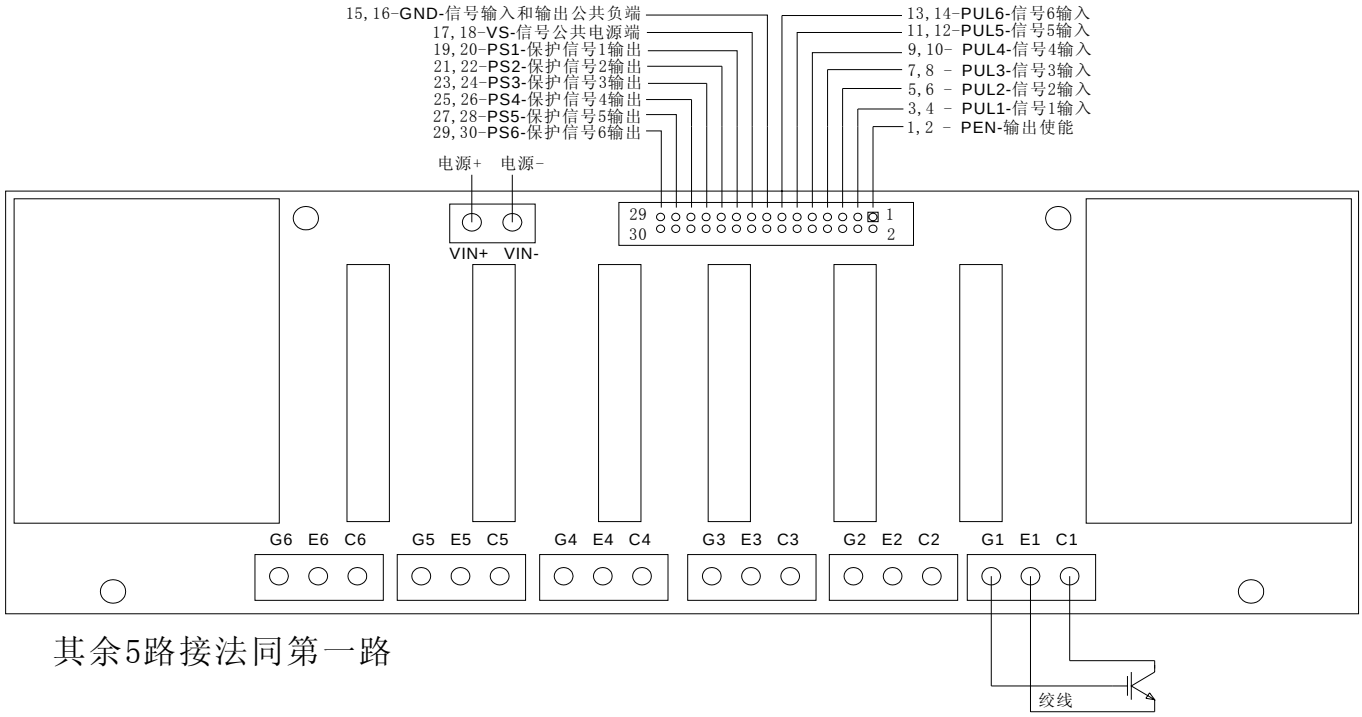
- 内置 6 路 IGBT 驱动，采用 AST965，每路驱动电流均为 5A。
- 内置 6 路相互隔离 DC-DC，隔离电压 3500VAC。
- **电流源驱动方式**，在同等 EMI 情况下，减小密勒效应时间，降低开关损耗。
- 每路均具有 V_{CE} 检测方式的短路保护。
- 每路均具有欠压保护。
- 每路均具有 IGBT 栅极 TVS 保护元件。
- 每路均具有电源指示、脉冲指示。
- 集中的扁平线信号接口，支持多种输入电平。
- 外部只需输入 1 路电源 12VDC（9-18V），或 24VDC（18-32V）

二：结构和尺寸

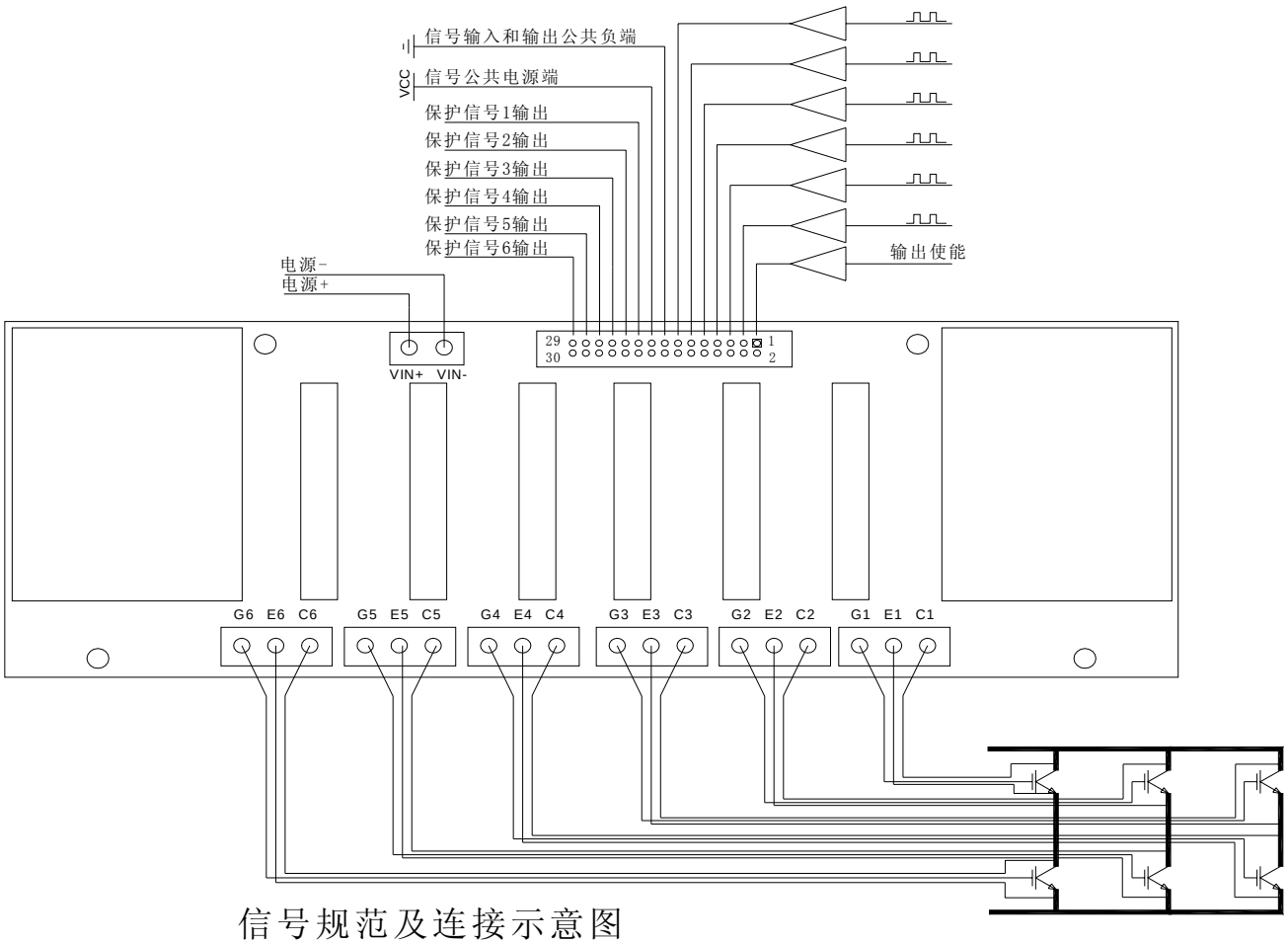


板总高度：45mm。

三：连接及说明



其余5路接法同第一路



信号规范及连接示意图

1、扁平线引脚定义描述表

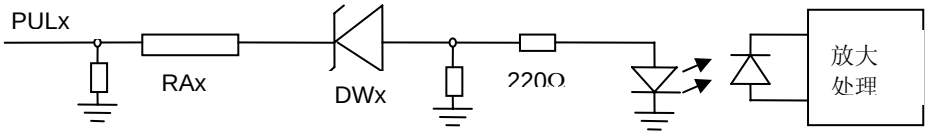
序号	功能号	描　述
1 2	PEN	驱动输出使能，如 PEN 为低电平，则无论输入信号如何变化，所有驱动输出保持为负电位；PEN 为高电平时，允许驱动输出为高（根据输入信号变化）；PEN 信号须有 2mA 以上的高电平驱动能力，该信号不能悬空，不使用时应连接到 VCC
3 4	PUL1	第一路信号输入（信号 1 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
5 6	PUL2	第二路信号输入（信号 2 输入），当 PEN 为高时，信号输入为高时，驱动输出正电位，信号输入为低时，驱动输出负电位。信号输入须具有 8mA 以上的高电平驱动能力
7 8	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
9 10	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
11 12	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
13 14	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
15 16	GND	信号输入和保护信号输出的公共负端，一般接 GND
17 18	VS	保护信号输出的公共正端，一般接 VCC（3.3V、5V、12V 或 15V）
19 20	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。
21 22	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。
23 24	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。
25 26	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。
27 28	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。
29		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

30	PS6	输出高电位。

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，.....29,30 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。

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。

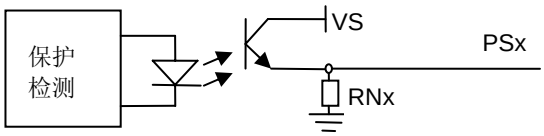
缺省的元件值为 5V 或 3.3V 输入信号电平，如输入信号电平是 12V、15V 或 24V，可以改变 RA1-RA6 以及 DW1-DW6 值进行匹配。

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

注：信号电平为 24V 时，DW1-DW6 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。

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-RN6 接地。当保护发生

时，C 极和 E 极导通，PS1－PS6 输出高电平；保护解除时，C 极和 E 极截止，PS1－PS6 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。

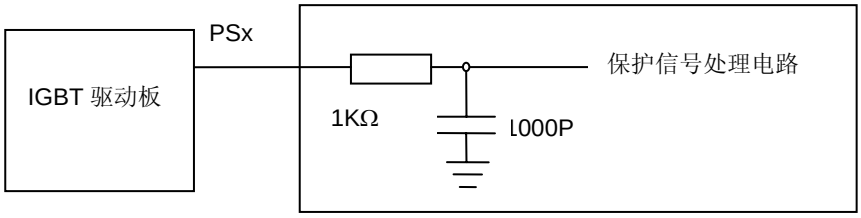
不同 VS 情况下所使用的 RNx 电阻值如下表：

	3.3V	5V	12-15V	24V
RN1,RN2,RN3,RN4,RN5,RN6	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

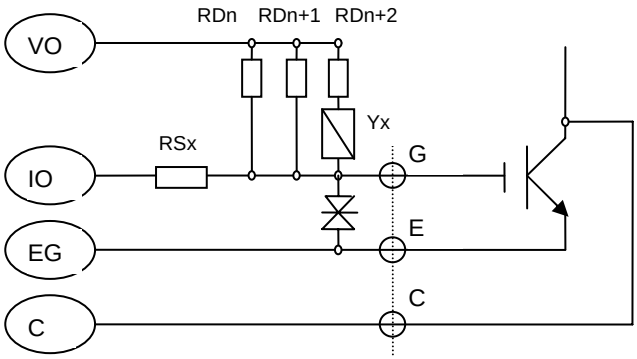
在 VIN+和 VIN-分别输入电源的正极和负极，电压可以有 12V 和 24V 两种。

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；x=1,2,3,4,5,6。

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

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：

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

驱动板出厂时驱动电流缺省值为 1.5A，两个电阻均为 3.3Ω。

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	电压源一电阻	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 0.5μS	2.0Ω / 12A	约 0.63μS
电流源驱动 驱动电流	**4μC 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**	**4uC 栅极电荷时栅极脉冲上升时间**
2A	约 2.0μS	10Ω / 2.4A	约 4.16μS
3A	约 1.33μS	7.5Ω / 3.2A	约 3.1μS

4A	约 1.0μS	5Ω / 4.8A	约 2.1μS
5A	约 0.8μS	3.3Ω / 7.3A	约 1.4μS
6A	约 0.67μS	2.0Ω / 12A	约 0.83μS

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动作时间，方法是在 Cx（x=1,2,3,4,5,6）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 1uS 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）	36	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	3500V	V
最大功率消耗	P_D		30	W
运行环境温度	T_{OP}		-25－70	℃
储藏温度	T_{STG}		-25－100	℃

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）		0.63	1.2	A
		VDD-VSS（12V）		1.25	2.5	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}		1800	2000		V
检测二极管恢复	Trr	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	±0.2－±2.5	A
		F＝20KHz	±0.2－±5.0	A

运行环境温度	T_{OP}		≤60	℃
驱动 IGBT 类型	环境温度 40℃,F=20KHz，300A/1700V，400A/1200V，600A/600V 环境温度 60℃,F=20KHz，200A/1700V，300A/1200V，400A/600V 环境温度 40℃,F=8KHz，400A/1700V，600A/1200V，800A/600V 环境温度 60℃,F=8KHz，300A/1700V，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起动，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。