

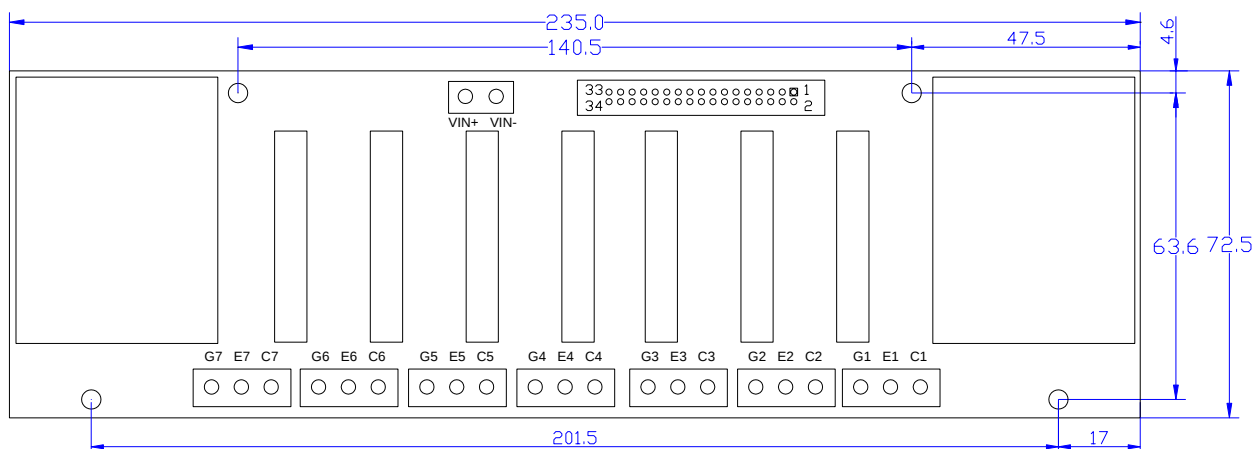
## MAST5-7A 型 IGBT 驱动板

## 使用 说 明

## 一：功能描述

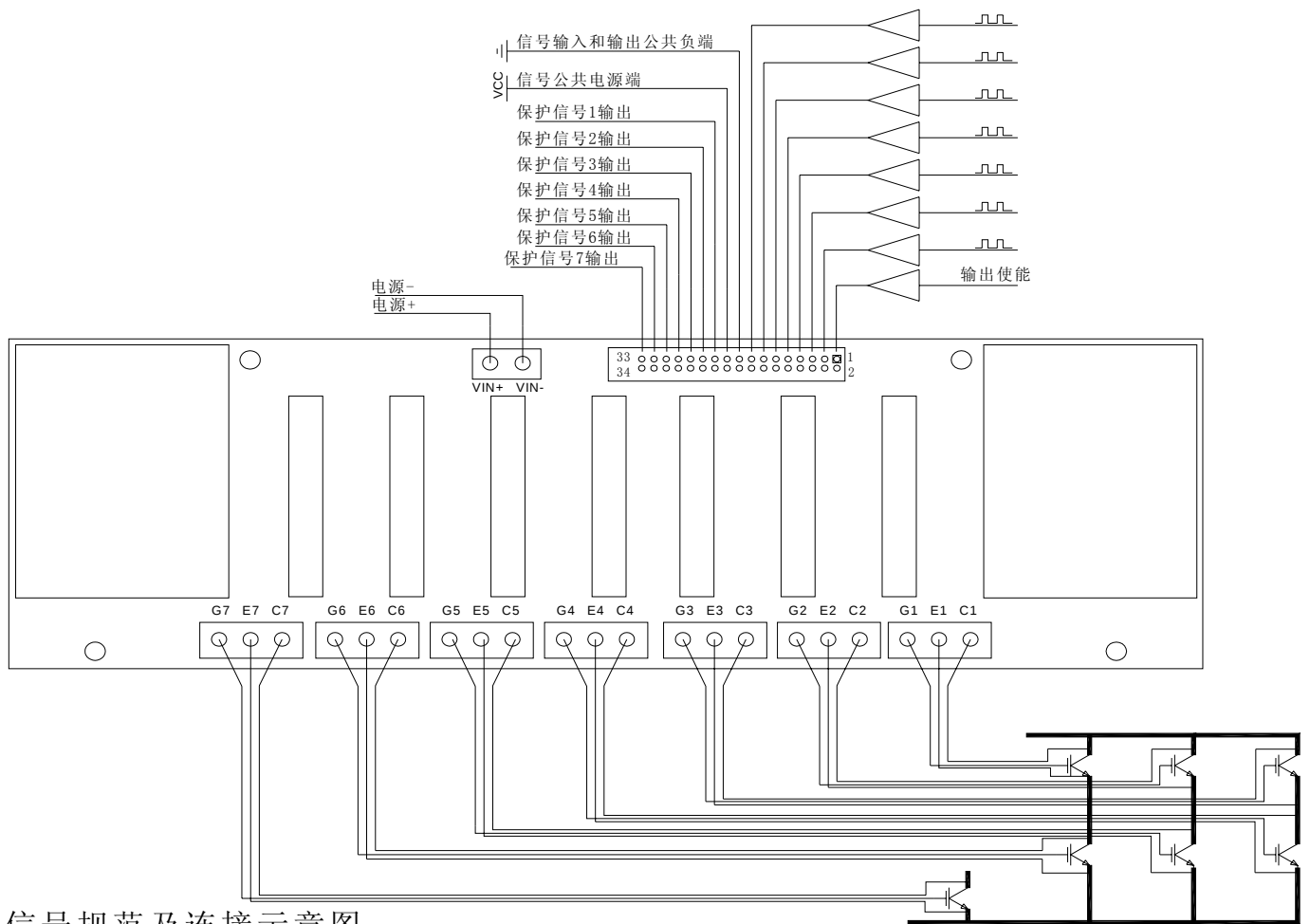
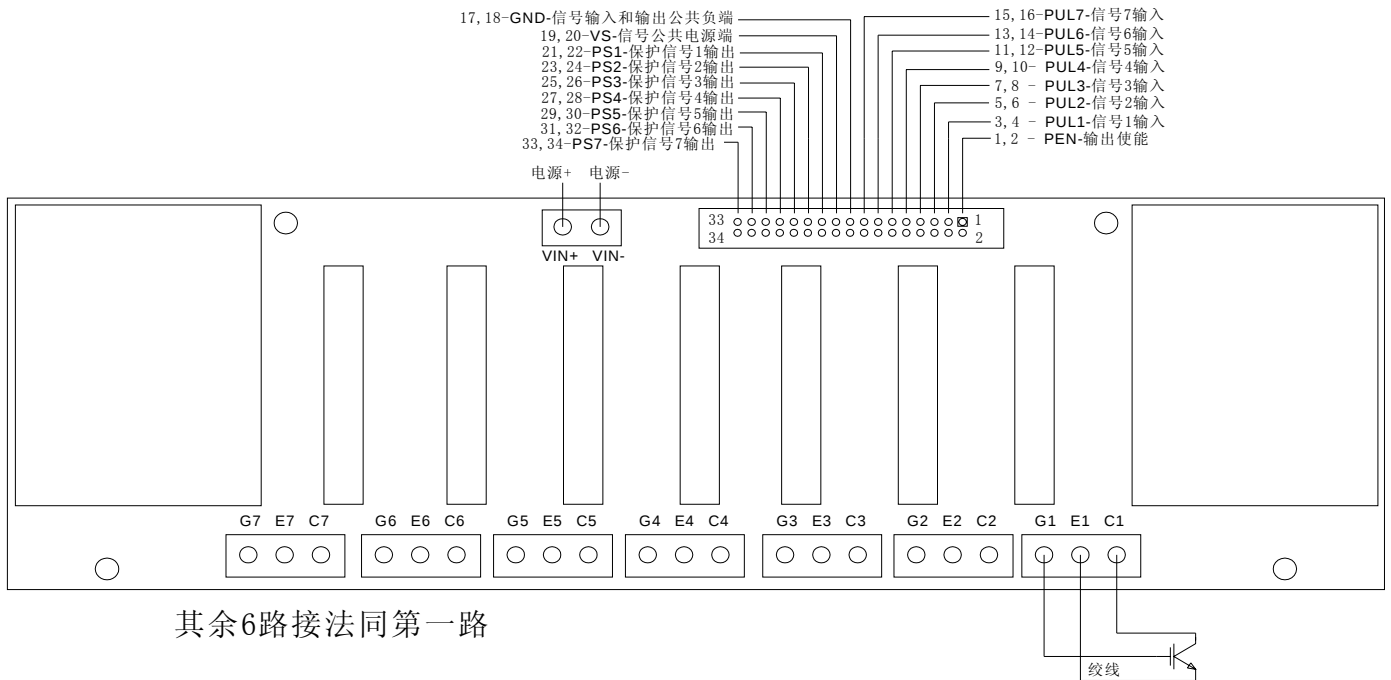
- 内置 7 路 IGBT 驱动，采用 AST965，每路驱动电流均为 5A。
- 内置 7 路相互隔离 DC-DC，隔离电压 3000VAC。
- **电流源驱动方式**，在同等 EMI 情况下，减小密勒效应时间，降低开关损耗。
- 每路均具有  $V_{CE}$  检测方式的短路保护。
- 每路均具有欠压保护。
- 每路均具有 IGBT 栅极 TVS 保护元件。
- 每路均具有电源指示、脉冲指示。
- 集中的扁平线信号接口，支持多种输入电平。
- 外部只需输入 1 路电源 12VDC (9-18V)，或 24VDC (18-32V)

## 二：结构和尺寸



板总高度：38mm。

### 三：连接及说明



信号规范及连接示意图

## 1、扁平线引脚定义描述表

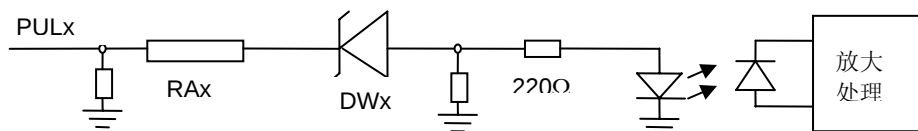
| 序号 | 功能号  | 描 述                                                                                             |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | PEN  | 驱动输出使能，如 PEN 为低电平，则无论输入信号如何变化，所有驱动输出保持为负电位；PEN 为高电平时，允许驱动输出为高（根据输入信号变化）；PEN 信号须有 1mA 以上的高电平驱动能力 |
| 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。

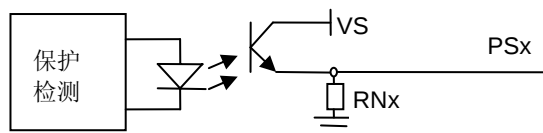
缺省的元件值为 5V 或 3.3V 输入信号电平，如输入信号电平是 12V、15V 或 24V，可以改变 RA1-RA7 以及 DW1-DW7 值进行匹配。

|                                 | 3.3V | 5V   | 12-15V | 24V      |
|---------------------------------|------|------|--------|----------|
| RA1,RA2,RA3,RA4,RA5,<br>RA6,RA6 | 0Ω电阻 | 0Ω电阻 | 680Ω电阻 | 2KΩ电阻    |
| DW1,DW2,DW3,DW4,DW5,<br>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。

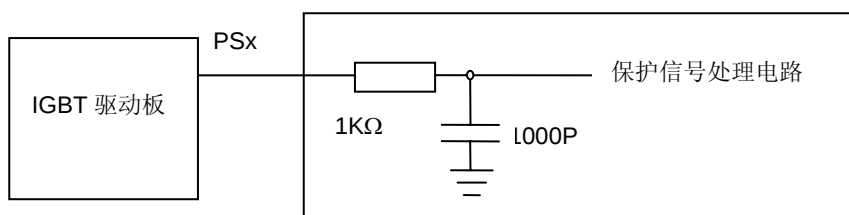
C 极和 E 极截止耐压为 30V，因此，可根据需要配置成 5V（3.3V）、12V、15V 或 24V 系统。

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,<br>RN6,RN7 | 680Ω电阻 | 680Ω电阻 | 2KΩ电阻  | 5.1KΩ电阻 |

注：VS 在板内仅连接保护信号输出电路，其它电路未使用 VS。

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：



#### 4、电源输入

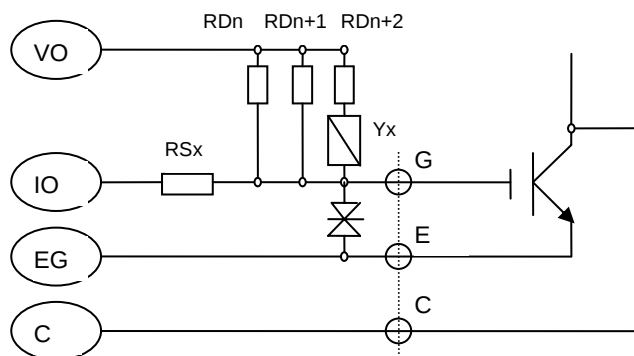
在 VIN+和 VIN-分别输入电源的正极和负极，电压可以有 12V 和 24V 两种。

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：

$$I = 0.4 + \frac{2}{RD1 // RD2} \quad (A) \quad \text{其中 } RD1 // RD2 \text{ 为两个电阻并联值。}$$

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<br>开通/关断 | RDn  | RDn+1 | RDn+2 | RSx | Yx      |
|----|------------|---------------|------|-------|-------|-----|---------|
| 1  | 电流源        | 1.2A/1.2A     | 5.1Ω | 5.1Ω  | 空     | 0Ω  | 空       |
| 2  |            | 2.2A/2.2A     | 2.2Ω | 2.2Ω  | 空     | 0Ω  | 空       |
| 3  |            | 3.1A/3.1A     | 1.5Ω | 1.5Ω  | 空     | 0Ω  | 空       |
| 4  |            | 4A / 4A       | 1.5Ω | 1.5Ω  | 2.2Ω  | 0Ω  | 0Ω电阻    |
| 5  |            | 5A / 5A       | 1.0Ω | 1.0Ω  | 3.3Ω  | 0Ω  | 0Ω电阻    |
| 6  |            | 2.2A/4.2A     | 2.2Ω | 2.2Ω  | 1.0Ω  | 0Ω  | S24 二极管 |
| 7  |            | 3.2A/1.2A     | 5.1Ω | 5.1Ω  | 1.0Ω  | 0Ω  | S24 二极管 |
| 8  | 电压源—<br>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、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<br>驱动电流 | 2.0μC 栅极电荷时<br>栅极脉冲上升时间 | 电压源-电阻驱动<br>驱动电阻/峰值电流 | 2.0uC 栅极电荷时<br>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<br>驱动电流 | 3.0μC 栅极电荷时<br>栅极脉冲上升时间 | 电压源-电阻驱动<br>驱动电阻/峰值电流 | 3uC 栅极电荷时栅<br>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 0.75 $\mu$ S              | 5 $\Omega$ / 4.8A     | 约 1.56 $\mu$ S              |
| 5A            | 约 0.6 $\mu$ S               | 3.3 $\Omega$ / 7.3A   | 约 1.03 $\mu$ S              |
| 6A            | 约 0.5 $\mu$ S               | 2.0 $\Omega$ / 12A    | 约 0.63 $\mu$ S              |
| 电流源驱动<br>驱动电流 | 4 $\mu$ C 栅极电荷时栅<br>极脉冲上升时间 | 电压源-电阻驱动<br>驱动电阻/峰值电流 | 4 $\mu$ C 栅极电荷时栅<br>极脉冲上升时间 |
| 2A            | 约 2.0 $\mu$ S               | 10 $\Omega$ / 2.4A    | 约 4.16 $\mu$ S              |
| 3A            | 约 1.33 $\mu$ S              | 7.5 $\Omega$ / 3.2A   | 约 3.1 $\mu$ S               |
| 4A            | 约 1.0 $\mu$ S               | 5 $\Omega$ / 4.8A     | 约 2.1 $\mu$ S               |
| 5A            | 约 0.8 $\mu$ S               | 3.3 $\Omega$ / 7.3A   | 约 1.4 $\mu$ S               |
| 6A            | 约 0.67 $\mu$ S              | 2.0 $\Omega$ / 12A    | 约 0.83 $\mu$ 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<sub>x</sub> (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 $\mu$ 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) | 36     | V  |
|        |                  | VDD-VSS (12V) | 20     | V  |
| 输入电压   | V <sub>I</sub>   |               | -7~7   | V  |
| 运行频率   | F <sub>OP</sub>  |               | 0—100K | Hz |
| 耐电压    | V <sub>RMS</sub> | 50Hz 正弦有效值    | 3000V  | V  |
| 最大功率消耗 | P <sub>D</sub>   |               | 20     | W  |

|        |                  |  |         |   |
|--------|------------------|--|---------|---|
| 运行环境温度 | T <sub>OP</sub>  |  | -25—70  | ℃ |
| 储藏温度   | T <sub>STG</sub> |  | -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,<br>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 <sub>IN</sub>    |                      | 4        | 5    | 6   | V     |
| “H”输入电流                     | I <sub>IH</sub>    | V <sub>IN</sub> =5V  |          | 14   |     | mA    |
| “H”输出电压                     | V <sub>OH</sub>    | 驱动 IGBT,VDD=20—30V   | 14       | 15   |     | V     |
| “L”输出电压                     | V <sub>OL</sub>    | 驱动 IGBT,VDD=30V      |          | -13  |     | V     |
|                             |                    | 驱动 IGBT,VDD=24V      |          | -8   |     | V     |
|                             |                    | 驱动 IGBT,VDD=20V      |          | -4   |     | V     |
| 上升时间                        | T <sub>R</sub>     | 空载                   |          | 0.1  |     | μS    |
| 上升时间                        | T <sub>R</sub>     | 负载                   | 取决于负载电容量 |      |     |       |
| 下降时间                        | T <sub>F</sub>     | 空载                   |          | 0.1  |     | μS    |
| 下降时间                        | T <sub>F</sub>     | 负载                   | 取决于负载电容量 |      |     |       |
| 上升延时时间                      | T <sub>PDH</sub>   | 空载                   |          | 0.5  |     | μS    |
| 上升延时时间                      | T <sub>PDH</sub>   | 负载                   | 取决于负载电容量 |      |     |       |
| 下降延时时间                      | T <sub>PDL</sub>   | 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 <sub>SCP</sub>   | 从短路发生到栅极电压下降到 6V 以下  |          | 6    | 9   | μS    |
| 欠压保护动作                      | V <sub>LVP</sub>   |                      |          | 18   |     | V     |
| 保护信号光耦负载电流                  | I <sub>FO</sub>    |                      |          | 5    |     | mA    |
| 保护信号光耦耐压                    | V <sub>FOMAX</sub> |                      |          | 30   |     | V     |
| 保护复位时间                      | T <sub>RST</sub>   |                      |          | 80   |     | mS    |
| 检测二极管耐压                     | V <sub>DIODE</sub> |                      | 1800     | 2000 |     | V     |
| 检测二极管恢复                     | T <sub>rr</sub>    | I <sub>F</sub> =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) | $24 \pm 4$          | V  |
|            |                                                                                                                                                                                                                                | VDD-VSS (12V) | $12 \pm 2$          |    |
| 输入电压       | $V_I$                                                                                                                                                                                                                          |               | 5                   | V  |
| 最大脉冲输出电流   | $I_{OP}$                                                                                                                                                                                                                       | F=40KHz       | $\pm 0.4 - \pm 2.5$ | A  |
|            |                                                                                                                                                                                                                                | F=20KHz       | $\pm 0.4 - \pm 5.0$ | A  |
| 运行环境温度     | $T_{OP}$                                                                                                                                                                                                                       |               | $\leq 60$           | °C |
| 驱动 IGBT 类型 | 环境温度 40°C, F=20KHz, 200A/1700V, 200A/1200V, 400A/600V<br>环境温度 60°C, F=20KHz, 100A/1700V, 100A/1200V, 200A/600V<br>环境温度 40°C, F=8KHz, 400A/1700V, 400A/1200V, 600A/600V<br>环境温度 60°C, F=8KHz, 200A/1700V, 200A/1200V, 400A/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。