

# 2FHC0435

## 应用手册

紧凑型驱动核，支持多电平

---

2FHC0435 是一款带有电气接口的双通道驱动器，该款驱动器带有 ASIC 数字控制，可以安全可靠的驱动 IGBT。该驱动器适用于 1800A /1700V 以内常见的所有 IGBT，支持多电平拓扑。

2FHC0435 是一款紧凑型驱动核，尺寸为 57mm\*52mm，最大高度 18.6mm。

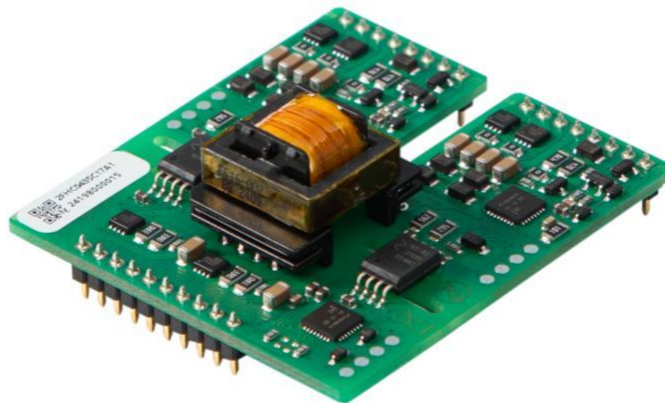


图 1 2FHC0435

## 目录

一、 驱动器概述 .....	3
二、 引脚定义 .....	4
三、 原边接口描述 .....	5
1. 原边推荐电路 .....	5
2. 原边接口说明 .....	5
VDC&VCC .....	6
INx .....	6
SOx .....	7
NC .....	8
四、 副边接口描述 .....	9
1. 副边推荐电路 .....	9
2. 副边接口说明 .....	10
门极驱动端子(GHx & GLx) .....	11
DC 电源及发射极端子 (VIS0x、VEx、COMx) .....	11
检测阈值 (REFx) .....	11
集电极电位检测 (VCEx) .....	12
有源钳位(ACLx) .....	13
五、 工作原理 .....	15
1. 电源及电气隔离 .....	15
2. 电源监控 .....	15
3. VCE 检测和短路保护 .....	15
4. 软关断功能 (SSD) .....	18
5. 智能故障管理 .....	18
六、 技术支持 .....	19
七、 法律免责声明 .....	19
八、 厂家信息 .....	19

## 一、驱动器概述

2FHC0435 是 Firststack 基于数字控制开发的拥有完整双通道的紧凑型 IGBT 驱动核，具备隔离的电源、电源电压监控功能、短路保护和软关断、高级有源钳位、智能故障管理功能。

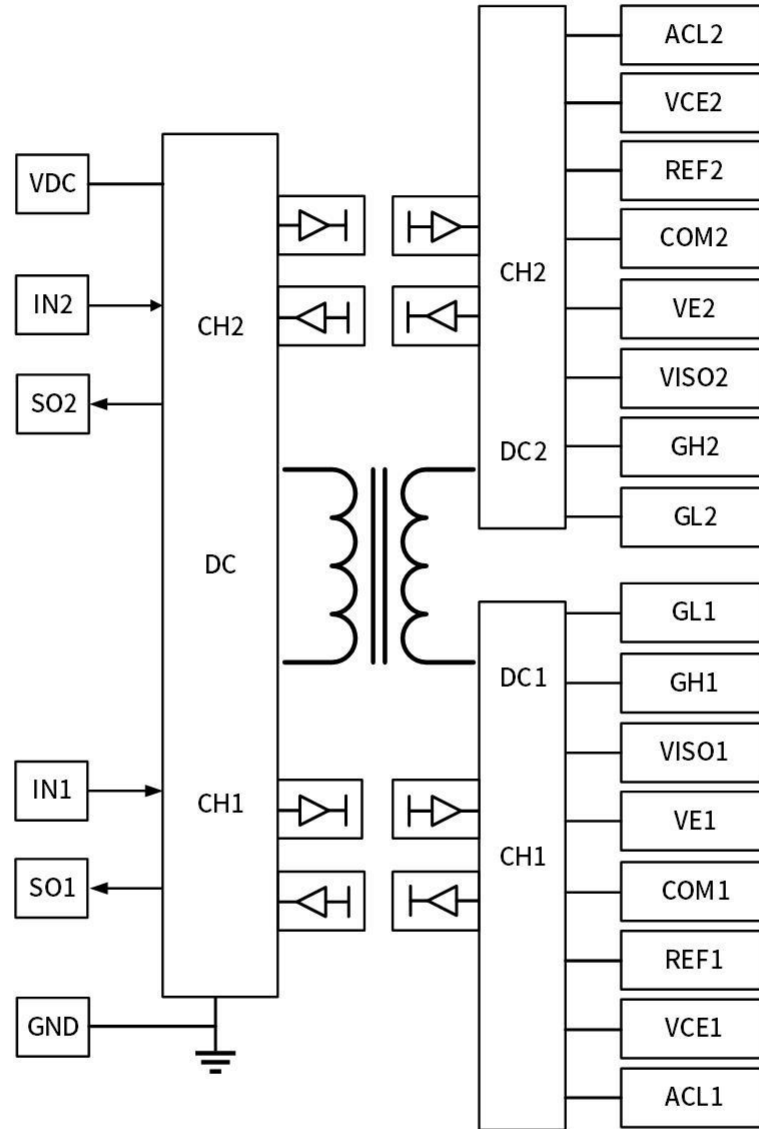


图 2 2FHC0435 驱动器基本框图

## 二、引脚定义

端子	引脚	定义	功能
P1	1	VDC	供电电源
	2	SO1	通道 1 状态输出，正常为高阻，故障为低
	3	SO2	通道 2 状态输出，正常为高阻，故障为低
	4	NC	NC
	5	NC	NC
	6	VCC	原边控制电源
	7	GND	接地端
	8	IN1	通道 1 信号输入端
	9	IN2	通道 2 信号输入端
	10	GND	接地端
P2	11	ACL1	通道 1 有源钳位
	12	VCE1	通道 1 的 VCE 检测：通过二极管/电阻网络连接到模块集电极
	13	REF1	设置通道 1 的 VCE 检测阈值：通过电阻连接到 VE1
	14	COM1	通道 1 负电源
	15	VE1	通道 1 发射极：连接到功率器件的（辅助）发射极
	16	VISO1	通道 1 正电源
	17	GH1	通道 1 门极开通管脚
	18	GHL	通道 1 门极关断管脚
P3	22	ACL2	通道 2 有源钳位
	23	VCE2	通道 2 的 VCE 检测：通过二极管/电阻网络连接到模块集电极
	24	REF2	设置通道 2 的 VCE 检测阈值：通过电阻连接到 VE2
	25	COM2	通道 2 负电源
	26	VE2	通道 2 发射极：连接到功率器件的（辅助）发射极
	27	VISO2	通道 2 正电源
	28	GH2	通道 2 门极开通管脚
	29	GL2	通道 2 门极关断管脚

### 三、原边接口描述

#### 1. 原边推荐电路

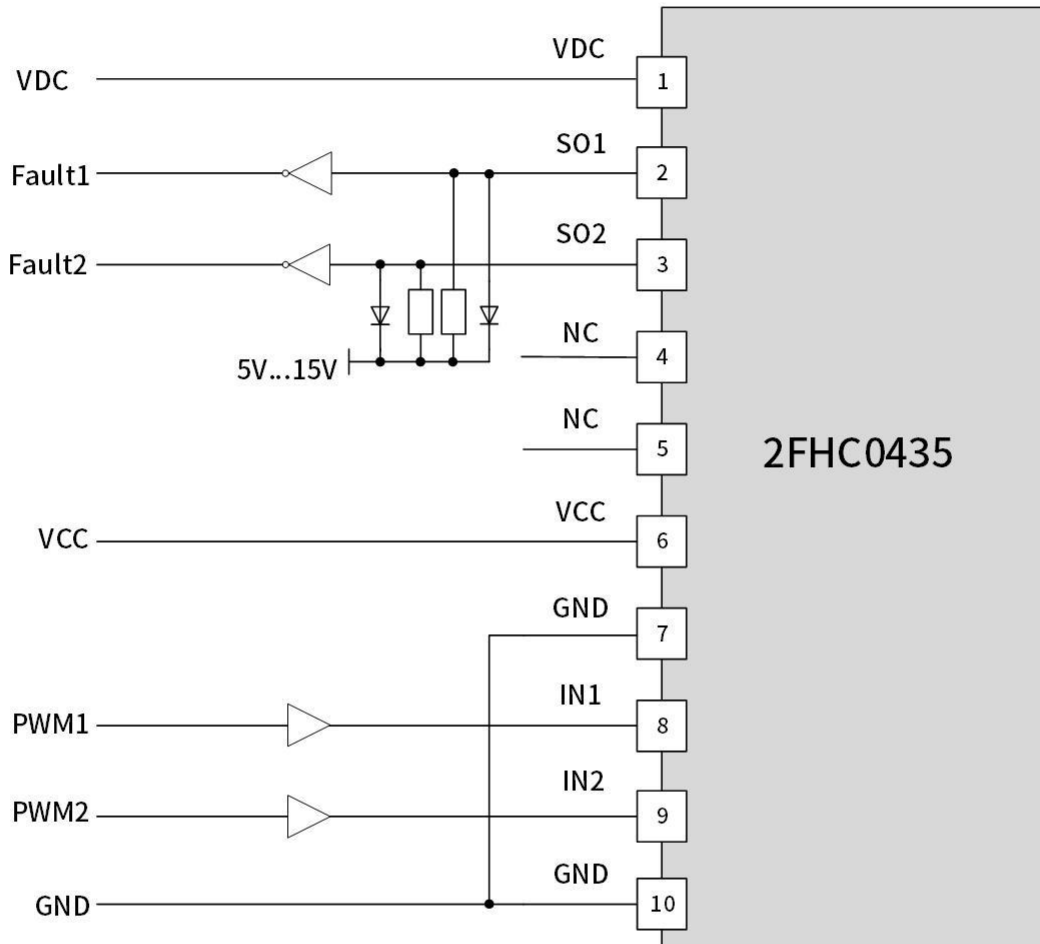


图 3 原边外围接口推荐电路

#### 2. 原边接口说明

驱动核 2FHC0435 的原边配有一个 10 针接口端子：

- 2x 电源输入端
- 2x 驱动信号输入端
- 2x 故障信号输出端

- 2x GND(共地)
- 2x NC(悬空)

## VDC&VCC

2FHC0435 配置 2 个电源端子，其中 VDC 用于给隔离 DC/DC 变换器供电，VCC 用于原边控制电路供电，两个电源可以单独供电，也可以分别供电，推荐共用一个 15V 的电源供电即可。

单个驱动器所需最大供电电源规格为 15V@1.1A，客户可以根据如下公式计算驱动所需的最小电源功率：驱动单路带载功率\*2/80%+2W。

## INx

驱动器输入信号引脚，支持 5~15V 逻辑电平，设计时注意输入阻抗匹配，建议增加 10kΩ 以上的下拉电阻。

INx 的功能与驱动器设定的模式有关，通过软件设定驱动的模式，外部硬件不可调整。

### 直接模式：

IN1 和 IN2 相互独立，互不影响。CH1 和 CH2 可以同时打开。

半桥拓扑：控制电路提供的 PWM 信号需设定足够的死区时间，避免 CH1 和 CH2 同时为高，使得上下桥臂同时导通，引起直通短路。

### 半桥模式：

IN1 为驱动信号输入端（PWM），IN2 为信号输入使能端(EN)。

IN2 为低电平，两输出通道被封锁，输出信号均为低电平。

IN2 为高电平，两输出通道被使能，输出信号跟随输入信号 IN1 变化。

IN2 为高电平时：IN1 由低变高，G2 门极信号立即封锁，经过一个死区时间  $T_d$  之后，G1 门极开通；IN1 由高变低，G1 门极信号立即封锁，经过一个死区时间  $T_d$  之后，G2 门极开通。



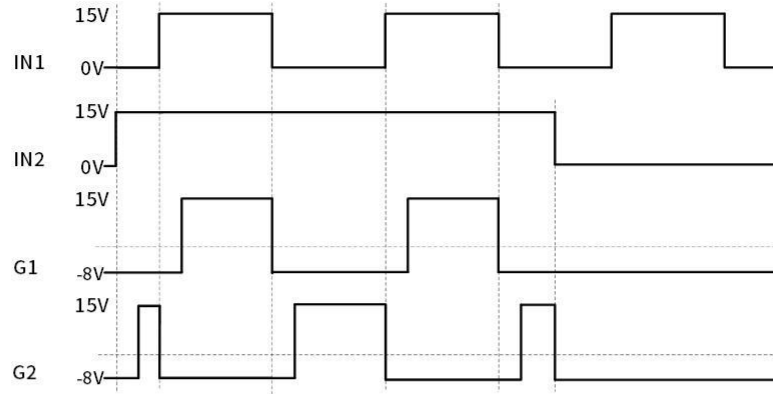


图 4 半桥模式逻辑图

**注意:**

2FHC0435 的死区时间  $T_d$  通过软件设定, 默认  $4\mu s$ , 外部不可更改;

IN2 由低电平转至高电平时, 需经过一个死区, 输出才会跟随 IN1 变化。

## SOx

输出端 SOx 为晶体管漏极开路形式, 推荐使用单独的故障信号以便精准定位问题。也可以将它们连接在一起, 以提供公共故障信号。

在故障状态下, 流过 SOx 的电流值不能超过数据手册中规定的 10mA 最大值。

未检测到故障时, 输出为高阻态, 需在主控板安装上拉电阻, 上拉电压范围建议 5~15V, 阻值建议: 5V---3.3k~4.7k, 15V---10k~15k。

通道 'x' 中检测到故障时, 状态输出 SOx 端被拉到低电平 (连接到 GND)。

### SOx 输出逻辑

#### 原边欠压:

驱动器原边发生欠压故障时, 栅极直接负压关断, 并维持封波一个阻断时间, 同时两个 SOx 均上报一次 40ms 低电平故障后恢复高电平 40ms。

若上述过程结束前, 该欠压故障消失, 则 SOx 保持高电平; 若上述过程结束时, 该欠压故障仍然存在, 则故障重新拉低直到故障消失后, 经过 1 个阻断时间 (80ms) 再翻转为高电平。

原边封波: 原边欠压故障消失之后, 再过 80ms, 阻断结束, 原边正常处理 INx 信号。

#### 副边欠压:

驱动器副边发生欠压故障时, 栅极先执行软关断, 后投入负压持续一定时间之后, 保持 0V

关断，并且维持封波，对应的 SOx 信号上报 20ms 低电平故障后恢复高电 100ms。

若上述过程结束前，副边欠压故障消失，则 SOx 保持高电平；若上述过程结束时，副边欠压故障仍然存在，则故障信号重新拉低，直到该故障消失，再经过 80ms，SOx 信号翻转为高电平。

原边封波：副边欠压故障消失后，经过 60~80ms, 阻断结束，原边正常处理 INx 信号。

#### **短路故障：**

驱动器副边发生短路故障时，栅极先执行软关断功能，后投入负压保持关断状态并且维持封波 80ms，对应的 SOx 信号上报故障，拉低 10ms 后自动恢复高电平。

2FHC0435 具备智能故障管理功能，TSOX 详情请参照本文中的“**智能故障管理**”。

## **NC**

NC 引脚与驱动器内部没有电气连接，若 NC 引脚有外部电路连接，也不会影响驱动器的功能。



## 四、副边接口描述

### 1. 副边推荐电路

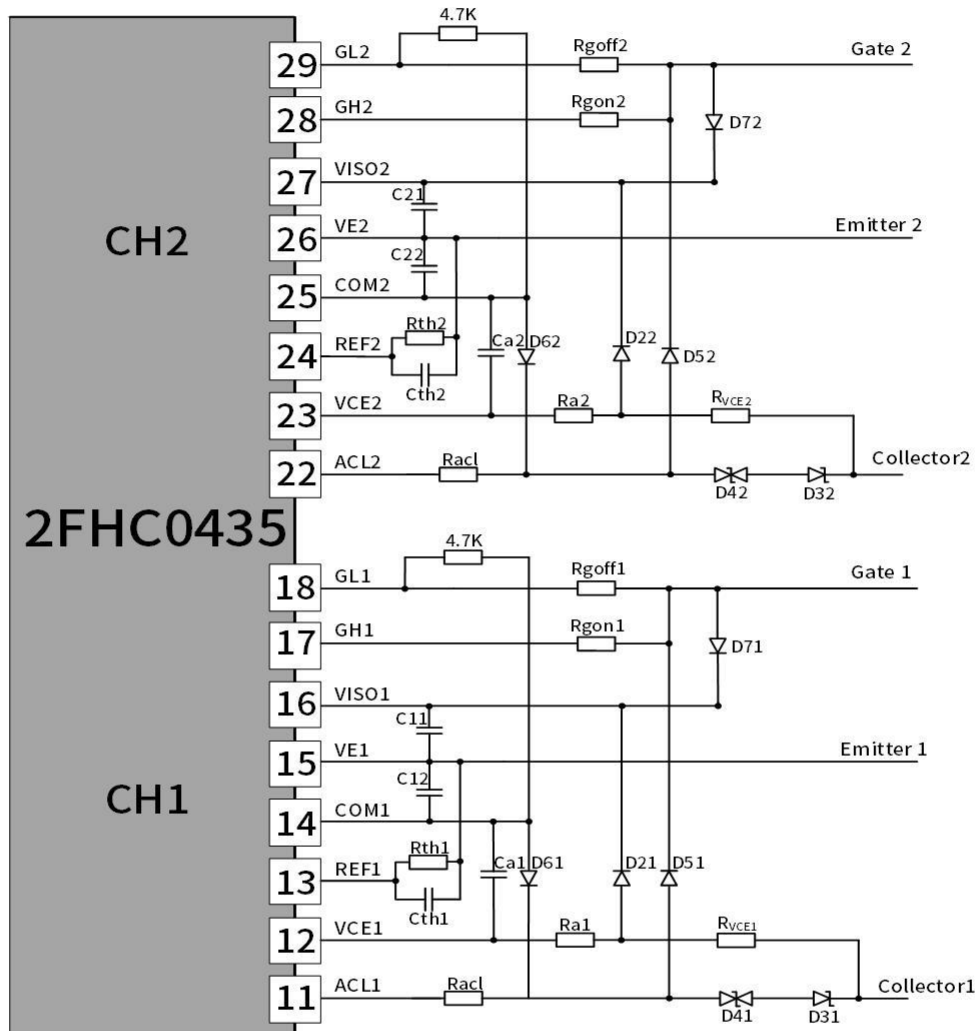


图 5 副边推荐电路-电阻检测

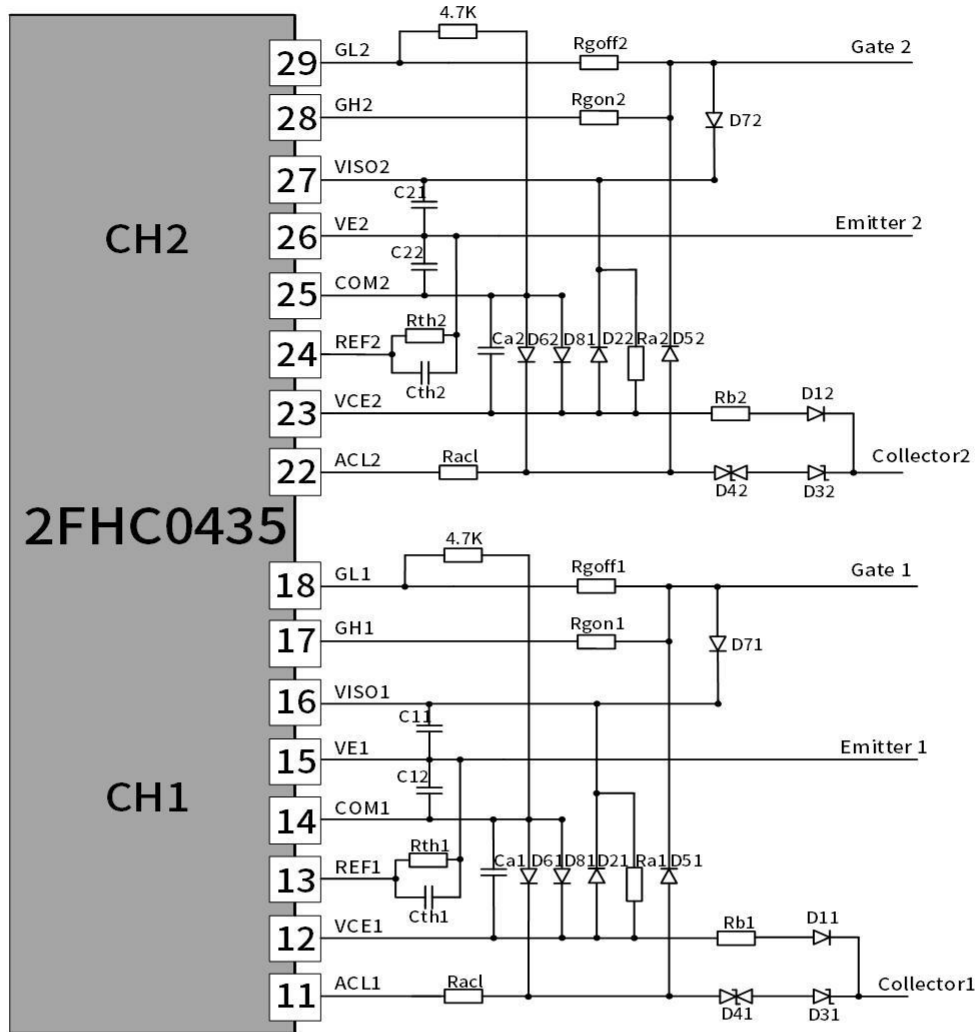


图 6 副边推荐电路-二极管检测

## 2. 副边接口说明

驱动器的副边有两个通道 CH1 和 CH2，各配有 8 个针接口端子

- 1x 关断门极端子 GLx
- 1x 开通门极端子 GHx
- 1x DC/DC 输出正端 VISOx
- 1x 发射极端子 VEx
- 1x DC/DC 输出负端 COMx
- 1x 参考端子 REFx (短路保护阈值)
- 1x 集电极电位检测端子 VCEx
- 1x 有源钳位端子 ACLx

## 门极驱动端子(GHx & GLx)

驱动器通过门极驱动端子连接电阻到 IGBT 的门极。GHx 和 GLx 管脚分别控制 IGBT 的开通和关断，可以根据需要分别设置开通和关断电阻。可以参考“图 5/6”进行设计。

建议在 GLx 和 COMx (或 VEx) 之间连接一个 4.7kΩ 以上的电阻。在驱动器掉电的情况下，该电阻可以提供一个 IGBT 门极与发射极之间的低阻抗回路，避免浮空电压导致 IGBT 误开通。

需要注意的是，在多并联应用时，并联后的电阻值不得小于 4.7kΩ。

在 IGBT 短路条件下，如果 VGE 电压过高，导致短路电流过大，可以在门极增加一个钳位二极管 D7x 将门极电压钳位至 VISOx，或是在门极与发射极之间连接一个瞬态抑制二极管。门极钳位二极管不得使用肖特基二极管，瞬态抑制二极管需要考虑击穿电压。

请注意，在半桥电路中，建议不要在驱动器供电电压较低的情况下，发波对 IGBT 进行开关动作，否则过高的 VCE 变化率有可能导致 IGBT 出现部分导通。

## DC 电源及发射极端子 (VISOx、VEx、COMx)

驱动器为扩展性设计，将正电源端子 VISOx，负电源端子 COMx，以及发射极端子 VEx 引出。可以在 DC/DC 电源的副边匹配支撑电容。

门极电荷 3μC 以内的 IGBT，无需在副边使用额外的电容即可驱动。对于门极电荷更高的 IGBT，为保证驱动型号在开关状态下，逻辑电平稳定，推荐在 VISOx-VEx、VEx-COMx 之间放置一定的支撑电容。根据对应的 IGBT 的规格，当 Qg 值大于 3μC 时，每增加 1uC，则 C11/C12/C21/C22 最小各增加 3μF 电容。电容应尽可能靠近 VISOx、VEx、COMx 放置，以减少寄生电感量。如果 C1x 和 C2x 电容容值超过 150uF 时，请联系飞仕得技术支持。

建议使用耐压 > 20V 的陶瓷电容。

## 检测阈值 (REFx)

驱动器该引脚内部接 33k 电阻上拉至 VISOx，在 REFx 和 VEx 之间连接一个 Rthx 用于设置短路检测电压阈值。VREFx 电压计算公式：

$$VREFx = VISOx * \frac{Rthx}{33k + Rthx}$$

推荐在 REFx 和 VEx 之间连接一个 68k 电阻，此时 VREFx 值为 10.1V。此部分电路应尽量靠近驱动器引脚，减小寄生电感量，并建议增加 10-47pF 的 Cthx 电容，增强 VREFx 的抗干扰能力。

## 集电极电位检测 (VCEx)

2FHC0435 集电极电位检测支持电阻检测和二极管检测两种方式，需按照对应的推荐电路连接到 IGBT 的集电极，以检测 IGBT 的短路。

### 1) 电阻检测

电阻检测电路参考本文“**图 5 副边推荐电路-电阻检测**”。

建议设置 RVCEX 阻值范围，使得流过该电阻的电流  $I_{RVCEX}=0.6\sim 1\text{mA}$ ，例如 1200V 的母线电压，建议阻值在(1.2~2MΩ)，最大不超过 1mA。可以使用高压电阻或者多个电阻串联，设计时需要考虑电阻的电压耐受能力和功耗。PCB 电路设计时，必须注意最小爬电距离。

IRVCEX 电流可以通过如下公式计算

$$I_{RVCEX} = \frac{V_{CX} - V_{F(D2x)} - V_{ISOx}}{R_{VCEX}}$$

二极管 D2x 漏电流必须极低，阻断电压需超过 40V，并且不能使用肖特基二极管。元件 Cax, Rax, D2x 尽可能靠近驱动器的位置，避免过大的集电极-发射极环路。

此部分功能电路的详细信息，请查阅本文中的“**VCE 检测和短路保护**”。

### 2) 二极管检测

二极管检测电路可以适应较低的 VCE 电压，针对 2FHC0435 飞仕得建议采用二极管检测电路。

电阻检测电路参考“**图 6 副边推荐电路-二极管检测**”。

推荐电路元器件参数如下：

- ◆ D1x: 1 个 US1M，用于 650V 的 IGBT
- 2 个 US1M，用于 1200V 的 IGBT
- 2~3 个 US1M，用于 1700V 的 IGBT



- ◆ Rax: 5kΩ~10kΩ, 建议两个以上 1206 同等功率电阻并联
- ◆ Rbx: 100Ω~330Ω
- ◆ Cax: 100pF~1000pF
- ◆ D2x/D8x: 快速二极管, 如 BAS316, 要求全温度范围低漏电流, 阻断电压高于 40V, 且不能使用肖特基二极管。

当 Cax 选值较小时, 需考虑驱动器和 PCB 的寄生电容。

此部分功能电路的详细信息, 请查阅本文中的“**VCE 检测和短路保护**”。

### 3) 模拟 VCE 检测和屏蔽

模拟 VCE 检测和屏蔽需要在驱动器不带 IGBT 模块的情况下操作, 用于在弱电下测试评估驱动功能。

针对电阻检测电路, 如果在未接模块的情况下, 给驱动开通信号, 驱动门极会自动响应; 模拟短路检测功能可以通过短接 D2x 二极管实现, 需要注意的是此时弱电下短路响应时间略大于电路设计的实际值 (实际值需要在强电测试平台下, 对 CE 端施加母线电压测得)。

针对二极管检测电路, 如果在未接模块的情况下, 给驱动开通信号, 驱动会自动检测到短路故障, 若短路响应时间不稳定, 可以在集电极与发射极之间施加 15V 电压; 屏蔽短路检测功能, 需要在集电极与发射极之间形成低阻抗, 模拟 IGBT 导通状态, 也可以短接, 但此时不允许给 CE 端供电。

### 有源钳位(ACLx)

有源钳位是当集电极与发射极间电压超过预设阈值时, 将 IGBT 部分地打开, 从而抑制 IGBT 的集电极-发射极电压, 此时 IGBT 工作在线性区。

有源钳位电路可以参考本文中的“**副边推荐电路**”。

如果不需要有源钳位功能, 可省略 D3x、D4x、D5x、D6x 二极管和 Racl 电阻。

基本有源钳位技术是集电极通过瞬态抑制二极管 (TVS) 单路径反馈到门极, 如果只使用基础有源钳位, 只需要焊接 D3x、D4x、D5x 二极管, 可省略 D6x 二极管和 Racl 电阻。

2FHC0435 也支持高级有源钳位功能, 当需要使用高级有源钳位时, 除了将集电极电压通过 D3x、D4x、D5x 反馈到门极之外, 还需要焊接 D6x 二极管和 Racl 将反馈电路与驱动器 ACLx

引脚连接。当 Racl 电阻左侧电压超过 10V 时，驱动器将关断内部关断 MOSFET，打开软关断 MOSFET，以提高有源钳位效率；并且可以通过增加门极电阻 Rgoffx 的阻值来改善有源钳位的性能。

TVS 二极管 D3x, D4x 串联成有源钳位网络，图中仅为示意，串联的数量和规格跟据实际工况选择，在总阈值相同的情况下，可以通过增加 TVS 数量来提高有源钳位效率。但需要注意的是，TVS 链中至少有一个以上必须为双向 TVS（例如“图 5/6”中的 D4x），避免在开通状态下，IGBT 反并二极管处于正向恢复的时有负向电流流过 TVS，这样的一个电流会导致副边电源出现欠压。不同品牌之间的 TVS 击穿电压和电流会有区别，建议根据实际应用进行调试匹配。

电路器件规格推荐：

VDC-LINK=800V，建议使用 5 个 SMBJ130A 和 1 个 SMBJ130CA 的 TVS

VDC-LINK=1200V，建议使用 5 个 P6SMB220A 和 1 个 P6SMB220CA 的 TVS

D5x、D6x、D7x 二极管建议使用耐压大于 40V 的快恢复二极管，根据应用，建议电流参数大于 1A。

请注意，设置 TVS 阈值时，需避免正常工作时 TVS 频繁触发。有源钳位的效率与 TVS 类型（制造商）高度相关，更换 TVS 时，建议重新评估测试，以免造成应用风险。



## 五、工作原理

### 1. 电源及电气隔离

该款驱动实现隔离的电源和信号。电源隔离通过变压器实现，信号隔离通过容耦实现。变压器符合 EN50178 的安全隔离标准，原副边满足 2 级防护等级。

请注意驱动器的供电需要稳定的电源电压及电流。

### 2. 电源监控

驱动器的原边以及两个副边电源，均有本地电源检测电路，以及相应的欠压保护。

原边电源发生欠压时，两个 IGBT 都在负门极电压的驱动下保持关断状态（两个通道均阻断），SO1 和 SO2 均反馈故障状态信号给上位机。

当副边正电压或者负电压低于阈值电压时，驱动电路将判定发生了欠压故障，驱动电路将自动封锁 IGBT，同时对应的 SOx 反馈一个故障信号给上位机。

原副边欠压故障消除后，SOx 输出端会自动复位。

**Firststack 建议不要让桥臂中的任一个 IGBT 工作在欠压状态。**

由于  $C_{CG}$  的存在，当桥臂中的某个 IGBT 开通时，其带来的高  $dv/dt$  可通过  $C_{CG}$  耦合到另一个 IGBT，导致另一个 IGBT 微导通。

### 3. VCE 检测和短路保护

#### 1) 电阻检测

电阻检测推荐电路参考本文“**图 5 副边推荐电路-电阻检测**”。

在 IGBT 关断状态下，驱动器内部 MOSFET 会将  $VCE_x$  连接至  $VCOM_x$ ，此时  $VCA_x$  电压与负电源电压相等，在母线电压较低时，电流通过  $RVCE_x$  与  $Rax$  电阻网络流向  $VCOM_x$ ；当母线电压较高时， $Rax$  电阻右侧电压被  $D2_x$  二极管钳位至  $VISO_x$ ，此时多余的电流会通过  $R_{VCE_x}$  电阻网络和  $D2_x$  二极管流向  $VISO_x$ 。

图中的  $Rth_x$  电阻用于设置短路检测参考阈值，相关信息参考“**检测阈值 (REFx)**”。

驱动器外置 Rax 电阻和 Cax 电容用于设置响应时间，增强驱动器的通用性。

响应时间是指从 IGBT 开通后，直至驱动器检测到短路故障，开始动作软关断保护所经过的时间，接近短路持续的时间。2FHC0435 的每个通道的检测电路是独立的，当检测到短路故障时，驱动器关闭相应的 IGBT，故障状态立即传输到对应的 SOx 输出端，经过一个阻断时间 Tb，驱动恢复处理输入信号。

2FHC0435 的响应时间由 SCS 时间（软件消隐时间，约为 3μs）、Cax 充电时间、SC 滤波时间（Tsc\_filter time，简称 Tsc\_ft，驱动器设置约为 1μs）三部分组成。

其中 SCS 时间是指从 IGBT 开通后，直至驱动器内部芯片开始检测短路的时间。Cax 充电时间是从门极开通到 VCEx 电压达到 VCE 监测阈值的时间。SC 滤波时间是 VCEx 电压超过 VCE 监测阈值到驱动判定短路故障发生的时间。

三者关系如下：SCS 时间 > Cax 充电时间时，响应时间等于 SCS 时间+SC 滤波时间；SCS 时间 < Cax 充电时间时，响应时间等于 Cax 充电时间+SC 滤波时间。其中 SCS 时间与 SC 滤波时间均为程序设定，SCS 时间+SC 滤波时间 ≈ 4μs。

可以根据下列公式，来设定开通所需的响应时间 Tax：

$$Tax = Tsc\_ft + Rax * Cax * \ln\left(\frac{VISOx + V_{F(D2x)} + |VCOMx|}{VISOx + V_{F(D2x)} - VREFx}\right)$$

说明： 设置的响应时间 Tax < 4μs 时，Tax = 4μs；

设置的响应时间 Tax > 4μs 时，Tax 为设置值。

下表列出不同的 Cax 值与 Rthx 值对应的响应时间 Tax（RVCEX=1.8MΩ，Rax=120kΩ），以便于设置所需的响应时间。

Cax (pF)	Rthx(kΩ)/VREFx(V)	Tax (μs)
0	68/10.1	4
15	68/10.1	5.9
22	68/10.1	7
33	68/10.1	8.9
47	68/10.1	11.8
0	24.9/6.4	4
15	24.9/6.4	4.3
22	24.9/6.4	5.1
33	24.9/6.4	6.3
47	24.9/6.4	8.4

表 1 电阻检测响应时间 Tax 与 Cax 电容和 Rthx 电阻关系表

由于实际使用中存在寄生电容可能会影响到响应时间，因此建议在最终设计中进行实际测量。定义响应时间时，务必确保该时间小于所使用的功率半导体允许的最大短路持续时间。

电阻检测响应时间对母线电压有最低母线电压的要求，当直流母线 VDC<550V 或阈值电压 VREFx 较高时，响应时间会增加，当 VREFx 较低时，响应时间会减少。

## 2) 二极管检测

二极管检测电路可以适应较低的 VCE 电压，针对 2FHC0435 飞仕得建议采用二极管检测电路。推荐电路请参考本文 “图 6 副边推荐电路-二极管检测”。

同电阻检测一致，在 IGBT 关断状态下，驱动器内部 MOSFET 会将 VCEx 连接至 VCOMx，此时 VCax 电压与负电源电压相等。在 IGBT 导通时，VISOx 通过 Rax 电阻对 Cax 电容充电，若 IGBT 饱和导通，集电极电位降低至  $V_{CEsat}$  值，VCax 电压会受 D1x 钳位影响，处于较低电平水平。

Cax 两端电压的计算公式如下：

$$VCax = VCEsat + VF(D1x) + Rbx * \frac{VISOx - VF(D1x) - VCEsat}{Rax + Rbx}$$

SC 检测阈值电压 VREFx 的值必须高于正常饱和导通时的 Vcax，2FHC0435 的 VREFx 值推荐为 10.1V。

Rax 和 Cax 可以根据下列公式，来设定开通所需的响应时间 Tax:

$$Rax[k\Omega] = \frac{T_{ax}[us] - Tsc\_ft}{Cax[pF] * \ln\left(\frac{VISOx + |VCOMx|}{VISOx - VREFx}\right)}$$

当 Cax 选值较小时，需考虑驱动器和 PCB 的寄生电容。

下表列出不同的 Cax 值对应的响应时间 Tax (Rax=10kΩ)，以便于设置所需的响应时间。

Cax (pF)	Rthx(kΩ)/VREFx(V)	Tax (μs)
100	68/10.1	4
220	68/10.1	4.6
330	68/10.1	6.4
470	68/10.1	8.5
680	68/10.1	11.8

表 2 电阻检测响应时间 Tax 与 Cax 电容和 Rthx 电阻关系表

说明： 设置的响应时间 Tax≤4μs 时，Tax=4μs；

设置的响应时间  $T_{ax} > 4\mu s$  时,  $T_{ax}$  为设置值。

## 4. 软关断功能 (SSD)

2FHC0435 驱动器全系列均配置 SSD 功能。

IGBT 发生退饱和时,  $V_{CE}$  会达到母线电压。同时  $I_C$  会达到额定电流的 4 倍甚至更多, 关断时刻  $di/dt$  会在寄生电感上形成很高的电压尖峰, 容易损坏 IGBT。

在触发 IGBT 退饱和时, 数字核会检测触发软关断对 IGBT 进行关断, 通过缓慢的降低门极电压  $V_{ge}$  逐步关断 IGBT, 有效降低  $di/dt$ , 进而降低关断时刻电压尖峰, 从而实现对 IGBT 的短路保护。在正常导通状态下 (例如额定电流或者过流情况下) 则不启用。因此, 需要根据实际工况, 适配合适的关断电阻, 或者采取适当措施, 以避免正常工作时过大的关断尖峰。

SSD 功能对于关断尖峰的抑制也有其限制, 过大的直流母线杂散电感仍然会在短路情况下导致较大的关断尖峰。因此, 有必要分析 IGBT 在各类极限工况的短路行为, Firststack 建议最好是模拟实际工况进行短路测试, 以保证 IGBT 在短路情况下,  $V_{CE}$  有足够安全裕量。

如果  $V_{CE}$  峰值电压过高, 且其他方式无法降低, Firststack 推荐使用有源钳位功能。

## 5. 智能故障管理

驱动器实时检测模块的运行状态, 模块发生故障时, 将故障状态通过  $SOx$  输出端上传给上位机, 2FHC0435 通过对  $SOx$  信号拉低时间 (故障返回时间) 的不同, 实现故障区分。

具体信息参见下表区分:

故障类型	短路故障	副边欠压	原边欠压	其他故障
返回时间( $TSOx$ )	10ms	20ms	40ms	80ms



## 六、技术支持

飞仕得提供专业的技术服务，有任何技术问题可以联系飞仕得技术支持。

详情请登录官网：[杭州飞仕得科技股份有限公司 \(firststack.com\)](http://firststack.com)

## 七、法律免责声明

本说明书对产品应用做了详细介绍，但不能承诺提供具体的参数对于产品的交付、性能或适用性。本文不提供任何明示或暗示的担保或保证。

Firststack 保留随时修改技术数据及产品规格，且不提前通知的权利。适用 Firststack 的一般交付条款和条件。

## 八、厂家信息

电话：+86-571 8817 2737

传真：+86-571 8817 3973

邮编：310011

网址：[www.firststack.com](http://www.firststack.com)

邮箱：[sales01@firststack.com](mailto:sales01@firststack.com)

地址：杭州市上城区同协路 1279 号西子智慧产业园 5 号楼 4-5 楼

