

## 1FSD08110 产品说明书

### 概述

1FSD08110 是为高压大功率 IGBT 开发的光纤接口的高性能数字驱动器,适用于两电平及多电平变流器,数字化控制可优化 IGBT 开关性能,同时集成了“智能故障管理系统”,为 IGBT 提供最优化的保护,其良好的 EMC 特性,适用于恶劣的电磁场环境,已经在新能源、轨道交通、工业传动及智能电网等各个领域广泛使用。

1FSD08110 是针对 140×190mm 及 140×130mm 封装的模块,如 Infineon IHM 与 ABB HiPak 开发的即插即用型驱动器,适用于不同厂商的相同封装 IGBT。



图 1 产品照片

#### 核心优势:

- ✓ 驱动功率 8W, 门极最大输出电流 110A
- ✓ 适用 1700V、3300V 模块
- ✓ 短路保护(软关断)
- ✓ 支持多电平应用

#### 典型应用:

- ✓ 特种设备
- ✓ 变频电源
- ✓ 轨道交通
- ✓ 船舶推进

## 目录

概述 .....	1
系统框架图 .....	3
使用步骤及注意事项 .....	4
机械尺寸图 .....	5
引脚定义 .....	7
状态指示灯说明 .....	8
驱动参数 .....	9
主要功能说明 .....	11
◆ 短路保护——di/dt(预留) .....	11
◆ 短路保护——电阻 .....	11
◆ 欠压保护 .....	12
◆ 软关断 .....	12
◆ 数控有源钳位 .....	13
◆ 分级关断(预留) .....	14
◆ 脉冲异常保护 .....	15
◆ 智能故障管理系统(预留) .....	15
◆ 故障编码返回(预留) .....	16
◆ 光模块告知信号 .....	17
门极电阻位置指示 .....	18
三防漆 .....	19
订购信息 .....	19
变更信息 .....	20
技术支持 .....	20
法律免责声明 .....	20
联系方式 .....	20

系统框架图

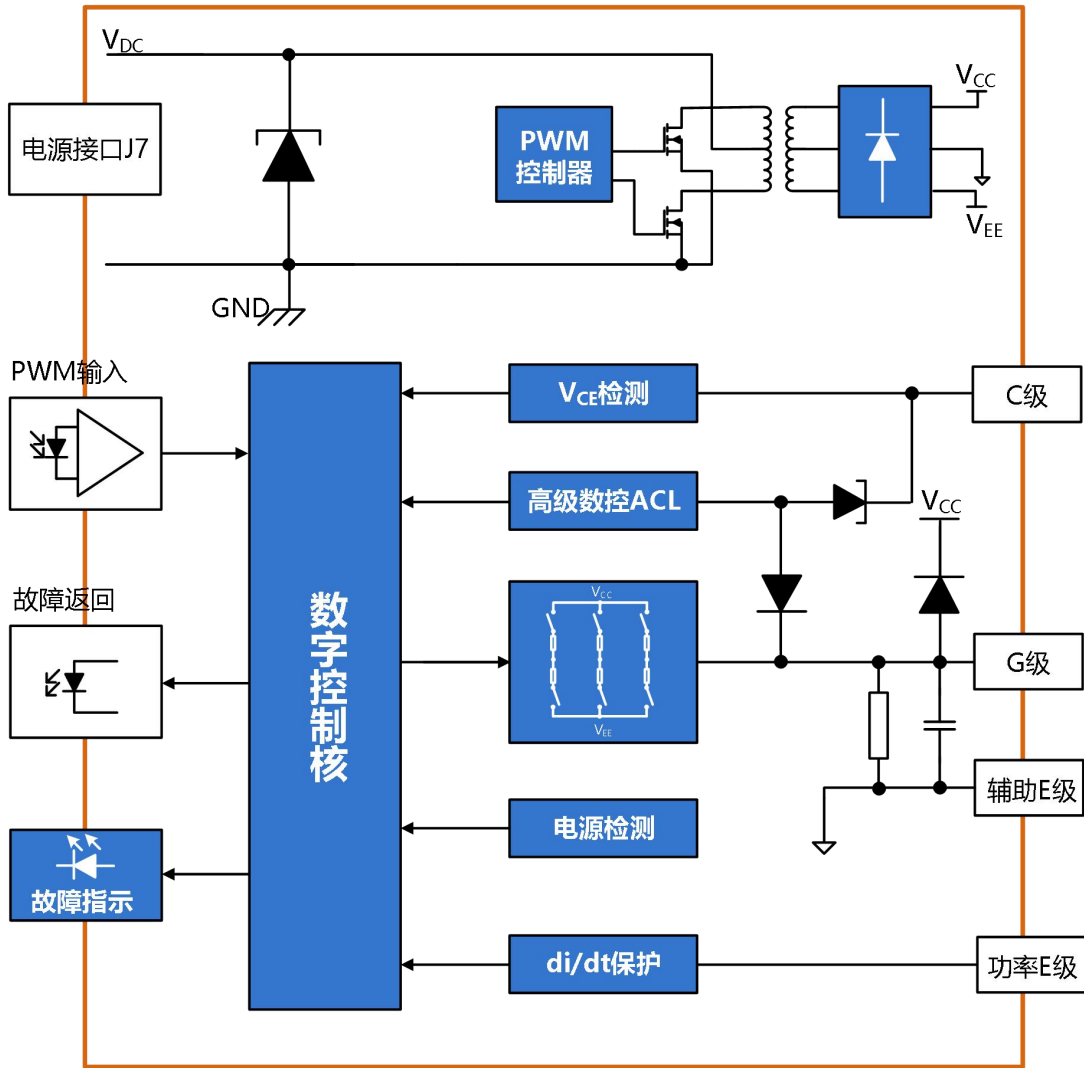


图 2 系统框架图

原边电源输入直流电压 15V，通过隔离电源得到系统副边所需的供电电压，保证系统的能量来源；PWM 信号经光纤传输直接到副边，经过放大得到半导体器件 IGBT 的驱动信号。

当门极开通时，若没有发生短路故障，则主功率器件饱和导通，IGBT-CE 两端电压接近于零，IGBT-CE 检测被复位，相应的软关断电路不启动；若发生短路故障，门极开通的过程中，主功率器件退出饱和区，IGBT-CE 两端电压接近于母线电压，IGBT-CE 检测被置位，启用软关断电路来保护主功率器件，同时故障信号经光纤传输到上位机；当没有 PWM 信号输入时，驱动器门极则一直处于负压关断状态。

## 使用步骤及注意事项

驱动器简便使用的相关步骤如下：

### 1. 选择合适的驱动器

使用驱动器时，应注意该驱动器适配的 IGBT 模块型号。对于非指定 IGBT 模块无效，使用不当可能会导致驱动和模块失效。

### 2. 将驱动器安装到 IGBT 模块上

对 IGBT 模块或驱动器的任何处理都应遵循国际标准 IEC 60747-1 第 IX 章或 IEC60340-5-2 要求的静电敏感器件保护的一般规范（即工作场所、工具等必须符合这些标准）。

如果忽视这些规范，IGBT 和驱动器都可能会损坏。



### 3. 将驱动器连接到控制单元

将驱动器接插件（光纤）连接到控制单元，并为驱动器提供合适的供电电压。

### 4. 检查驱动器功能

检查门极电压：对于关断状态，额定门极电压在相应的数据手册中给出，对于导通状态，该电压略大于 15V。另请分别检查对应控制信号和无控制信号时驱动器的输入电流。

对于 Firstack 的数字驱动器，驱动器提供合适的供电电压后，驱动状态指示灯 TEST(绿色)常亮。

这些测试应在安装前进行，因为安装后可能无法接触到门极端子。

### 5. 设置和测试功率单元

系统启动之前，建议用单脉冲或双脉冲测试方法分别检查每个 IGBT 模块。Firstack 特别建议用户要确保 IGBT 模块即使在最恶劣的条件下也不会超过 SOA 规定的工作范围，因为这强烈依赖于具体的变换器结构。

机械尺寸图

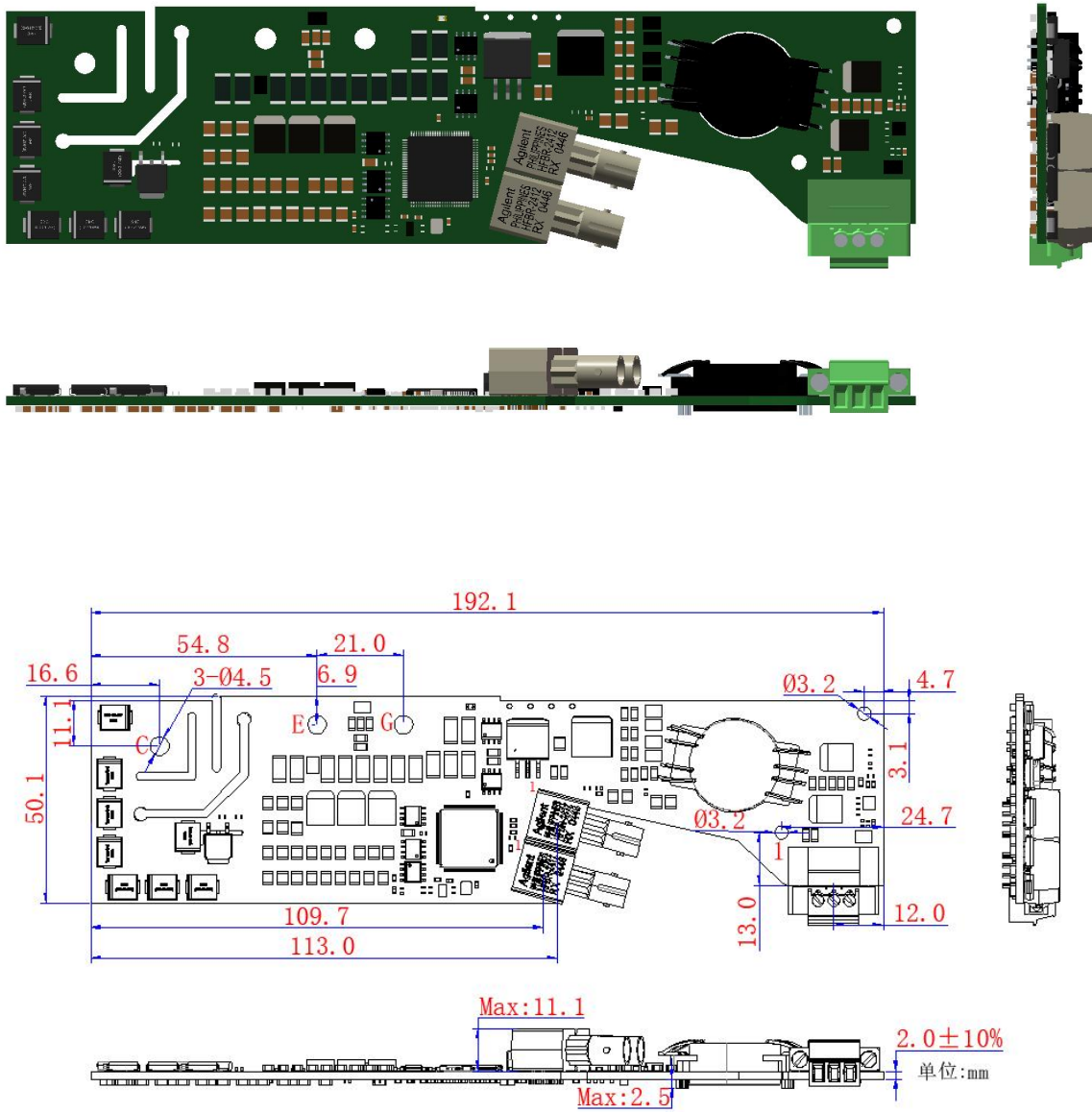


图 3 1FSD08110-S 的 3D 及机械尺寸图

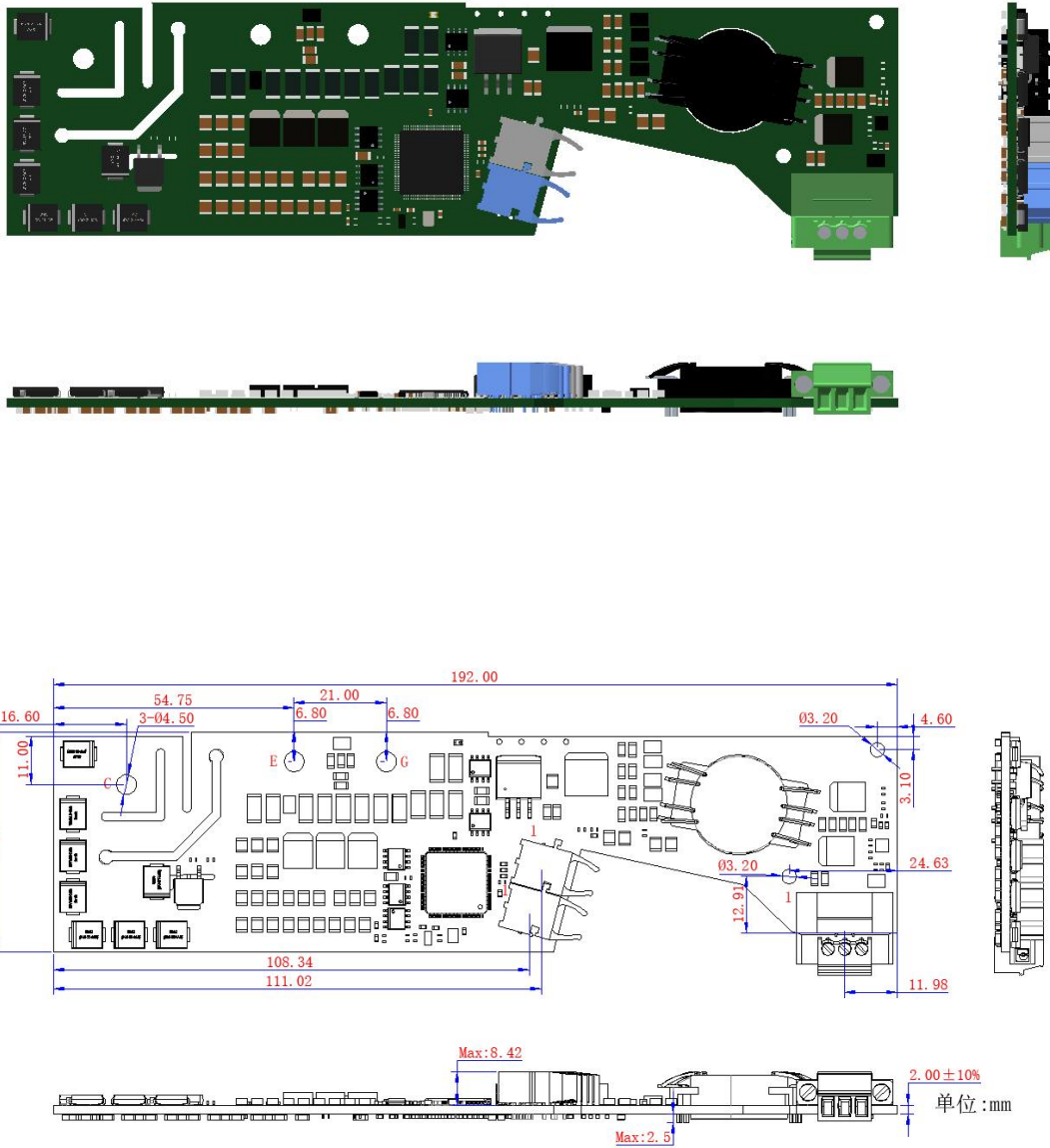


图 4 1FSD08110 的 3D 及机械尺寸图

注:

1. 板厚公差±10%;
2. PCB 外形尺寸≤400mm, 公差为±0.5mm; PCB 外形尺寸>400, 公差为±0.8mm; 其余尺寸公差参考 GB/T1804-m。

引脚定义

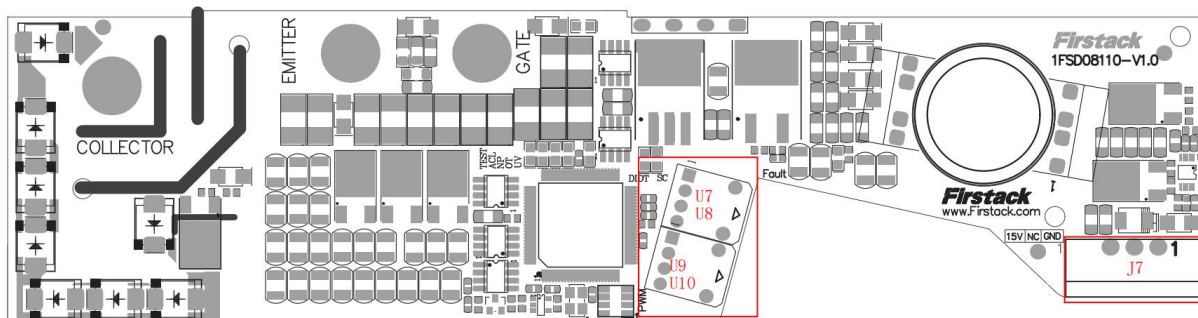


图 5 1FSD08110 驱动板 J7 接口图

J7 引脚定义

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	GND	输入参考地	2	NC	悬空
3	V <sub>DC</sub>	输入电压			

接插件厂家及型号

序号	标号	厂家	型号	推荐配套端子
1	J7	伍尔特	691325310003	691364300003
2	U8	AVAGO	HFBR-1521Z	HFBR-2521Z
3	U10	AVAGO	HFBR-2521Z	HFBR-1521Z
4	U7	AVAGO	HFBR-1414TZ	HFBR-2412TZ
5	U9	AVAGO	HFBR-2412TZ	HFBR-1414TZ

注:

1. 扭矩要求: C、G、E 固定孔采用 M4 螺丝, 安装扭矩建议 1.8~2.1Nm; J7 的配套端子“691364300003”的安装扭矩建议 0.34Nm。
2. J7 与配套端子两端由螺丝锁紧, 为避免拆卸时破坏 J7 端子座, 请务必保证锁紧螺丝完全松开后再拆卸。
3. PWM 逻辑: “有光”=IGBT 开通; “无光”=IGBT 关断;
4. 故障逻辑: “有光”=驱动正常; “无光”=驱动故障;

## 状态指示灯说明

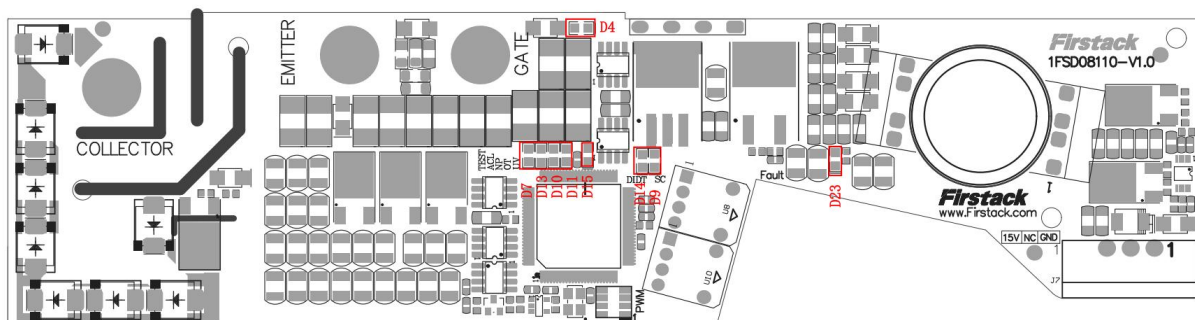


图 6 状态指示灯

为了方便客户使用，Firststack 驱动板上增加了若干状态指示 LED，便于客户了解驱动板及变流器工作状态，具体解释如下：

## 状态指示灯

序号	位号	丝印	颜色	注释
1	D23	/	绿色	电源指示灯，上电常亮
2	D4	/	绿色	GE 信号指示灯，开通时亮，否则灭
3	D7	TEST	绿色	供电正常，且无任何故障时亮，否则灭
4	D9	SC	红色	一次短路触发即常亮，除非重启
5	D10	NP	红色	该指示灯没有启用
6	D11	OT	红色	该指示灯没有启用
7	D13	ACL	红色	一次 ACL 触发即常亮，除非重启
8	D14	DIDT	红色	一次短路触发即常亮，除非重启
9	D15	UV	红色	一次欠压触发即常亮，除非重启

## 驱动参数

## 绝对最大额定值

参数	备注	最小	最大	单位
$V_{DC}$	对地		16	V
门极最大输出电流			110	A
单路输出功率	25°C		8	W
单路输出功率	$T_A \leq 85^\circ\text{C}$		4	W
测试电压 (50Hz/1min)		6		$\text{KV}_{\text{RMS}}$
工作温度		-40	85	°C
存储温度		-40	85	°C

以下数据在环境温度 $\leq 25^\circ\text{C}$ 以及 $V_{DC}=15\text{V}$ 下测试所得:

## 推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DC}$		14.5	15	15.5	V

## 电气特性

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流	不带载 注 1		0.15		A
耦合电容	原副边		9.5		pF

## 输出特性

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
门极开通电压			15		V
门极关断电压			-10		V

## 时间特性

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
开通延时	注 2		500		ns
关断延时	注 3		500		ns
上升时间	注 4		15		ns
下降时间	注 5		12		ns
边沿反馈		500	700	900	ns

## 保护功能特性

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源欠压阈值			12.7		V
V <sub>CE</sub> 监测阈值			10.2		V
V <sub>CE</sub> 保护响应时间	注 6		8		us
di/dt 保护响应时间			3		us
故障保持时间			30		us
故障阻断时间			90		ms

## 电气绝缘

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
爬电距离	原边到副边	22			mm
	副边到副边	26			mm
电气间隙	原边到副边	20.9			mm
	副边到副边	13.5			mm

注解说明:

1. 电源电流: 驱动核连接 IGBT, 无 PWM 输入;
2. 开通延时: 不连接 IGBT 的条件下, 从驱动输入的 PWM 信号上升沿传输到副边门极驱动上升沿所需的时间;
3. 关断延时: 不连接 IGBT 的条件下, 从驱动输入的 PWM 信号下降沿传输到副边门极驱动下降沿所需的时间;
4. 上升时间: 不连接 IGBT 的条件下, 从门极关断电压 (-10V) 的 10% 至门极开通电压 (+15V) 的 90% 的时间量;
5. 下降时间: 不连接 IGBT 的条件下, 从门极开通电压 (+15V) 的 90% 至门极关断电压 (-10V) 的 10% 的时间量。
6. 响应时间: 从发生故障到开始执行软关断的时间。

主要功能说明

◆ 短路保护——di/dt(预留)

驱动电路具有 di/dt 保护功能。di/dt 保护基于对功率射极端(Power Emitter, PE)和辅助射极端(Auxiliary Emitter, AE)的电压测量。辅助射极和功率射极之间的电压  $V_{PA}$  与集电极电流  $I_C$  的变化率 di/dt 成正比。

正常工作时, di/dt 一般在几十安培每微秒, 而当 IGBT 发生短路时, di/dt 会达到上千安培每微秒, 相差上百倍。由于 di/dt 保护直接监测电流的变化率, 不需要像  $V_{CE}$  监测那样需要一段空白时间(Blank time), 因此, di/dt 响应更快。

与基于  $V_{CE}$  的短路保护相比, di/dt 保护响应更快, 信噪比更高, 在多电平应用领域, 有更明显的竞争力。

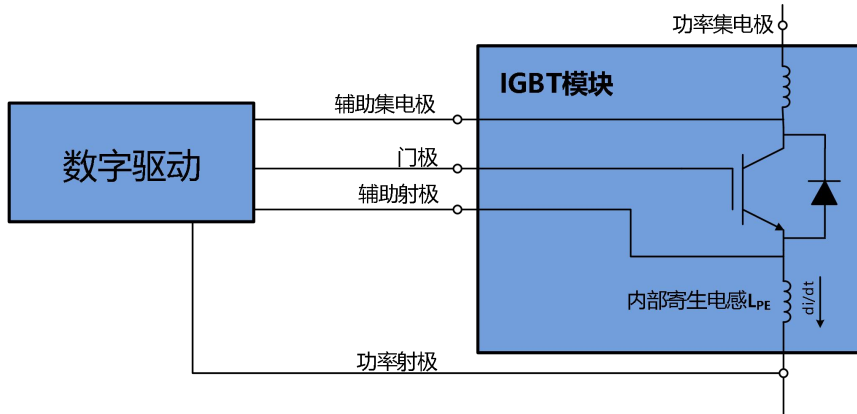


图 7 di/dt 检测电路

◆ 短路保护——电阻

驱动电路通过检测 IGBT 开通时的集电极电压  $V_{CE}$  来判断 IGBT 是否处于短路状态。

$V_{CE}$  电压通过电阻分压来检测, 当  $V_{CE}$  电压超过设定阈值, 驱动器判定 IGBT 处于短路状态并启动软关断, 将 IGBT 缓慢地关断, 同时将故障返回给上位机。

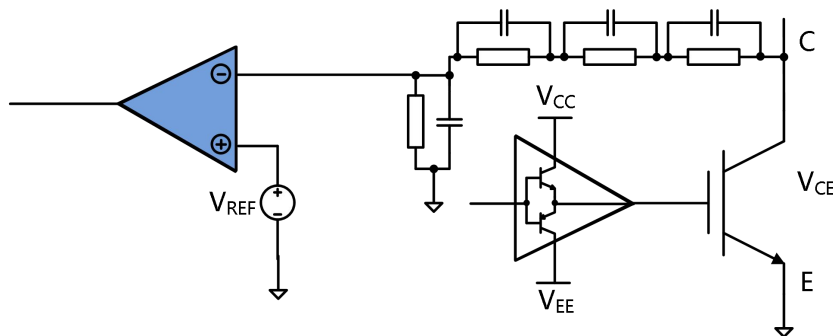


图 8  $V_{CE}$  退饱和和检测电路

## ◆ 欠压保护

驱动器同时监测副边正负电源，当副边正电压或者负电压的绝对值低于阈值电压时，驱动电路判定发生了欠压故障，将反馈一个故障信号给上位机。

Firstack 智能驱动强烈建议：不要让桥臂中的任一个 IGBT 工作在欠压状态。由于  $C_{gc}$  的存在，当桥臂中某个 IGBT 开通时，其带来的高  $dv/dt$ ，可通过  $C_{gc}$  耦合到另一个 IGBT，导致该 IGBT 微导通。同时，较低的门极电压，将增大 IGBT 的开关损耗。

## ◆ 软关断

当发生直通短路时，IGBT 会迅速退饱和，其两端的电压  $V_{ce}$  会达到直流母线电压；而流过 IGBT 的电流  $I_c$ ，会达到额定电流的 4 倍甚至更多，取决于 IGBT 的类型及门极电压。此时，IGBT 所消耗的功率，会瞬时达到兆瓦级。如果不能在短的时间内减小短路电流，IGBT 会因为芯片过热而烧毁。然而，如果短路时的关断速度像正常关断一样快，会产生很大的  $di/dt$ ，由于寄生电感的存在，该  $di/dt$  会在 IGBT 两端带来很大的电压尖峰，使得 IGBT 过压击穿。

为了解决短路时的关断尖峰问题，Firstack 智能驱动电路引入了软关断技术。在 IGBT 发生直通短路时，在保证短路时间不超过 10 $\mu$ s 的前提下，通过缓慢地降低门极电压  $V_{ge}$ ，既保证了 IGBT 芯片不会因为过温烧毁，也有效降低了  $di/dt$ ，避免了关断时的电压尖峰，保证了 IGBT 的安全。

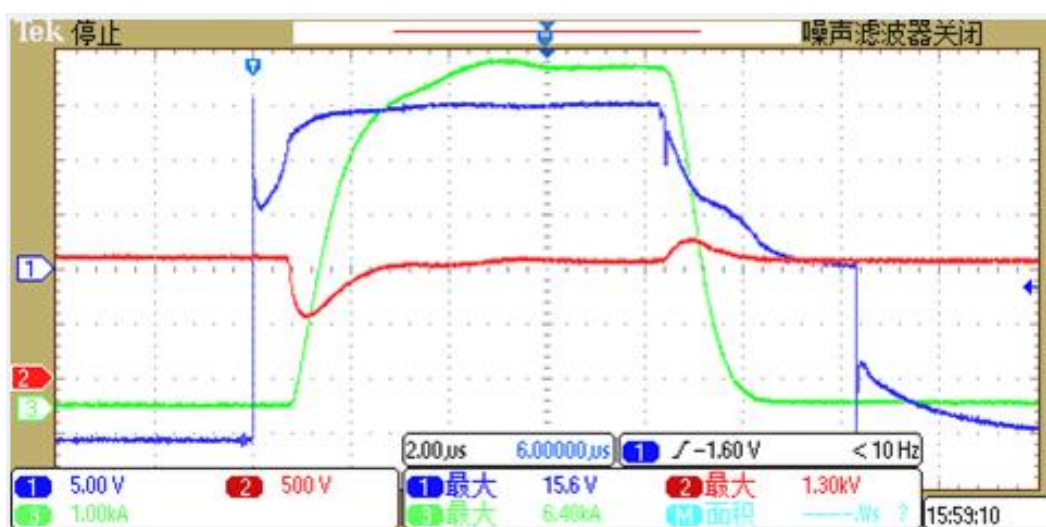


图 9 FF1400R17IP4 在 1100V 下的短路波形

上图中，CH1:  $V_{ge}$  (蓝色)；CH2:  $V_{ce}$  (红色)；CH3:  $I_c$  (绿色)

图 8 显示的是由 Firstack IGBT 驱动电路控制的 1700V/1400A IGBT(FF1400R17IP4)

在直流母线为 1100V 时的短路波形。短路电流峰值 6400A（4.5 倍于额定电流），在软关断的作用下， $I_c$  缓慢下降， $V_{ce}$  几乎没有任何的过冲，安全地关断了 IGBT。

### ◆ 数控有源钳位

在系统出现过载或者负载侧短路时，IGBT 的关断电流会大幅增加。在这些工况下，有源钳位可以保护 IGBT，避免由于关断过压引起的失效。

当  $V_{ce}$  电压超过 TVS 的阈值后，TVS 被击穿，电流灌入门极，使得  $V_{ge}$  上升，IGBT 进入线性区，从而将关断电压限制在安全的范围内。

为了提升钳位效果，Firststack 科技引入了数控有源钳位，在门极增加了一个“数控电流源”。当流过 TVS 的电流  $I_z$  大于某个阈值后，关断 N 管，同时启动“数控电流源”。此时， $I_z = I_c + I_D$ ，通过数控电流源，将  $I_z$  保持在一个低值，TVS 一直处于微弱的击穿状态，直到关断结束。

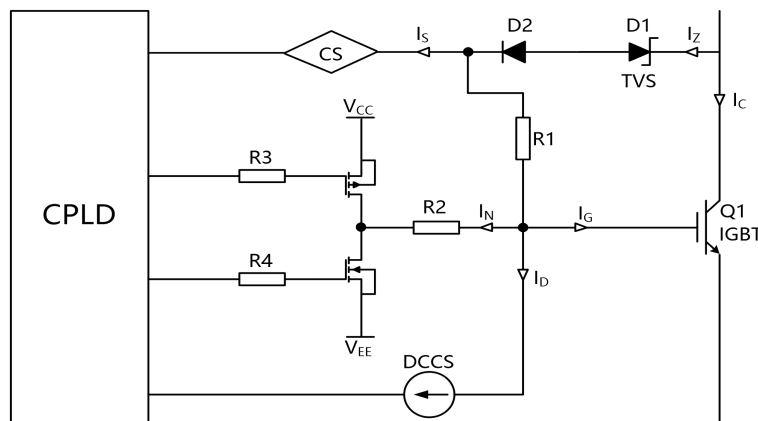


图 10 数控有源钳位原理示意图

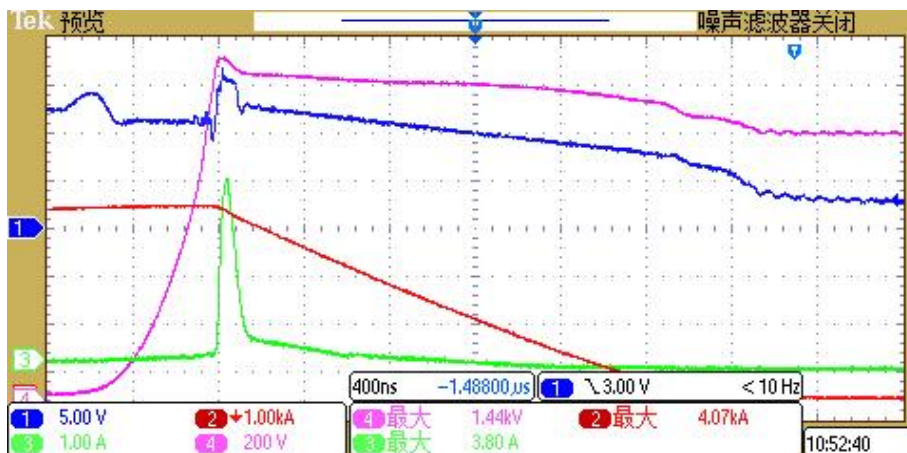


图 11 数控有源钳位波形

上图中，CH1:  $V_{ge}$  (蓝色)；CH2:  $I_c$  (红色)；CH3:  $I_{TVS}$  (绿色)；CH4:  $V_{ce}$  (粉红色)

◆ 分级关断(预留)

在一些大杂散电感的应用场合中，比如 NPC I 型三电平的大换流回路，IGBT 每次关断都会面临关断尖峰过高的风险。由于 TVS 热容的限制，有源钳位技术并不适用于这些场合，这时分级关断技术就能起到很大的作用。通过在关断过程中使用不同的关断电阻，来优化整个关断过程，达到抑制关断尖峰的作用。

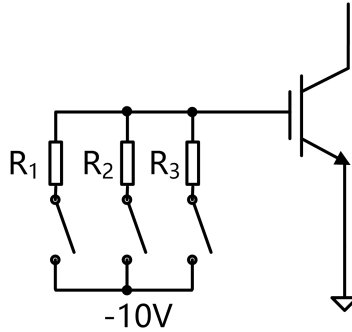


图 12 分级关断原理图

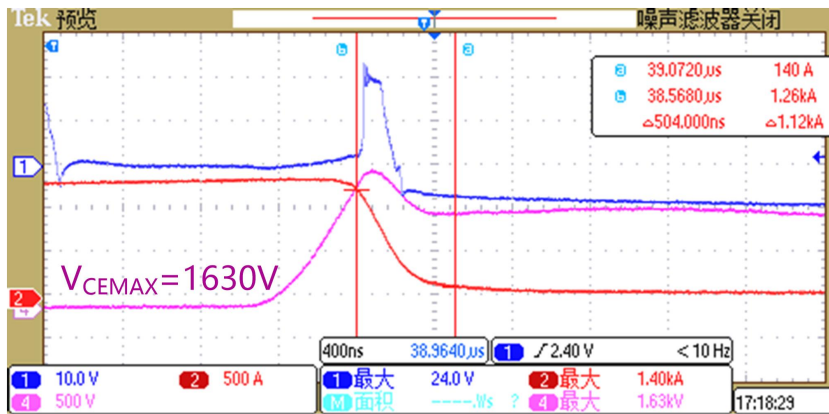


图 13a 不带分级关断

上图中，CH1:  $V_{GE}$  (蓝色); CH2:  $I_C$  (红色); CH4:  $V_{CE}$  (粉红色)

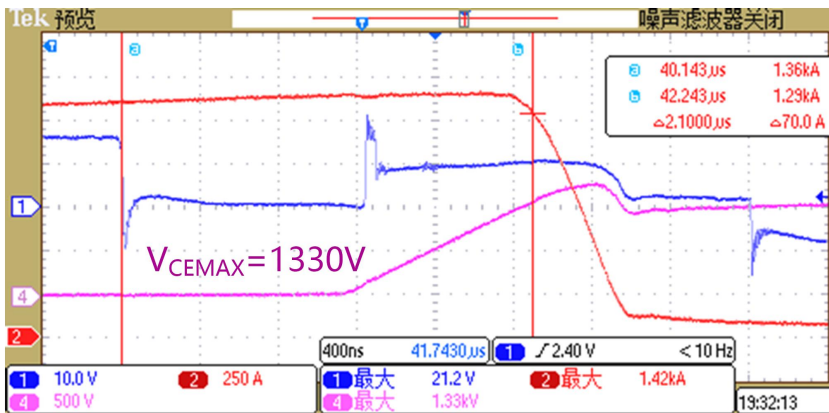


图 13b 带分级关断

上图中，CH1:  $V_{GE}$  (蓝色); CH2:  $I_C$  (红色); CH4:  $V_{CE}$  (粉红色)

飞仕得只会在极端工况下启用分级关断功能，且需要飞仕得技术人员协助配置。

## ◆ 脉冲异常保护

光纤通信具有抗干扰能力强，绝缘等级高等优点。同时，在使用光纤时，也存在光纤卡扣不牢，光纤线转弯半径不够等问题，容易引起漏光、光衰等现象，在光纤头接收端，产生大量杂散、高频的窄脉冲。这些窄脉冲，会引起管子快速地开通关断，产生极大的热，对于高压大功率的管子的危害极大，需要严格防范。

Firststack 智能驱动会实时监测 PWM 脉宽，若监测到 PWM 脉宽小于某个预设值时，驱动滤除窄脉冲，不报故障。

## ◆ 智能故障管理系统（预留）

在 NPC I 型三电平中，直流母线电压  $V_{DC}$  高于任意一个 IGBT 的耐压值，因此不论是正常工作或故障情况下，都必须保证外管  $S_4(S_1)$  先于内管  $S_3(S_2)$  关断，否则  $S_3(S_2)$  将因为独自承受全部的直流母线电压  $V_{DC}$  而损坏。

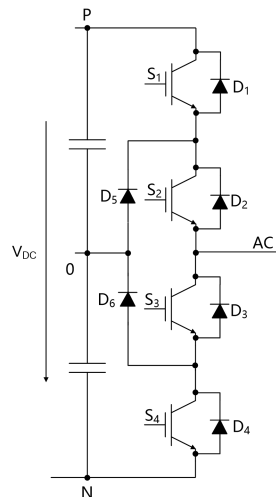


图 14 NPC I 型三电平拓扑

在传统的 I 型三电平驱动设计时，一般是通过上位机来保证正确的关断时序，比如当  $S_3$  发生短路故障时，驱动板先将  $S_3$  的故障信号告知上位机，再由上位机来统一协调关断时序，由此也就存在如下几个风险：

短路保护时间超出 IGBT 最大承受时间： $S_3$  自身短路检测时间一般在  $8\mu s$  左右，再加上故障通信时间、上位机滤波时间、以及  $S_4$  的关断时间（高压大功率模块关断时间普遍较长，在  $4\sim 6\mu s$ ），整个保护时间将超出  $10\mu s$ ，也就超出了 IGBT 的短路安全工作范围！

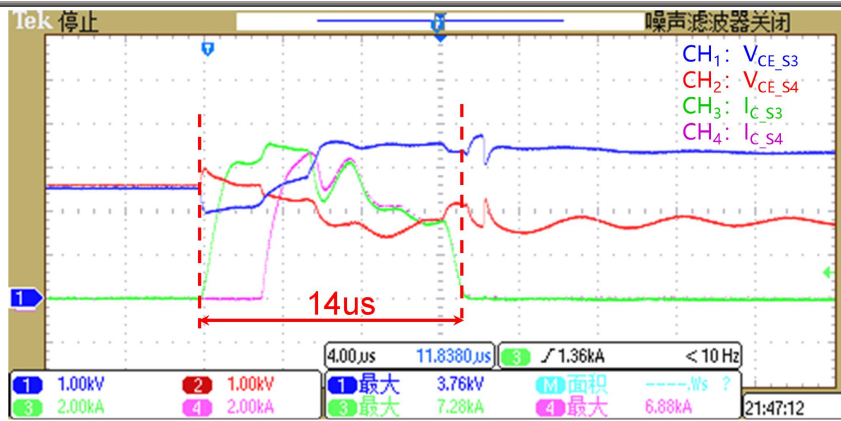


图 15 传统驱动器针对 NPC I 型三电平拓扑短路波形

飞仕得的数字驱动通过 di/dt 检测技术缩短短路检测时间，驱动监测到故障后告知上位机，由上位机来执行时序保护动作。通过优化短路检测时间及与上位机进行交互能确保 IGBT 在故障时可靠关断。

飞仕得只会三电平拓扑中启用该功能，所以客户在选型时需明确告知系统拓扑。

### ◆ 故障编码返回（预留）

随着新能源大规模并网越来越普遍，对于变流器可靠性的要求也越来越高。现场运行时故障发生的种类和频次的统计，以及严重失效后的原因分析，也变得越来越重要。

传统的驱动设计，在发生故障时，仅仅告知上位机，发生了故障，变得越来越不能满足客户的需求。为了给用户提供更多的故障信息，在原有 0/1 的基础上，我们增加了故障通信功能，将故障类别以及故障发生的时序，通过编码的方式，告知上位机。

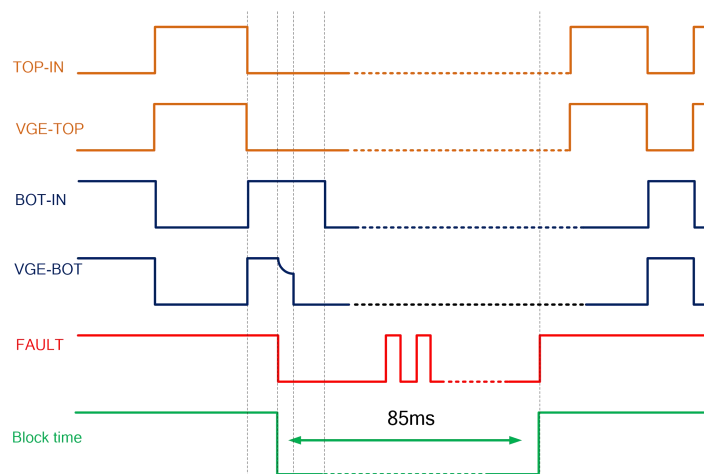


图 16 故障通信时序图

如有特殊协议定制，请联系飞仕得技术人员进行处理，待样品功能验证完毕后方可批量供货。

◆ 光模块告知信号

光纤在使用中过程中，存在光模块卡扣不牢/脱落，光纤线转弯半径不够等现象。为了确保信号正常通讯，Firststack 智能驱动配置了光模块应答功能，具体如下：

1、当驱动板正常工作时，每收到一个 PWM 指令，在 PWM 指令的上升沿和下降沿，故障光模块的灯都会熄灭短暂的 700ns，作为驱动器接收到指令的应答。

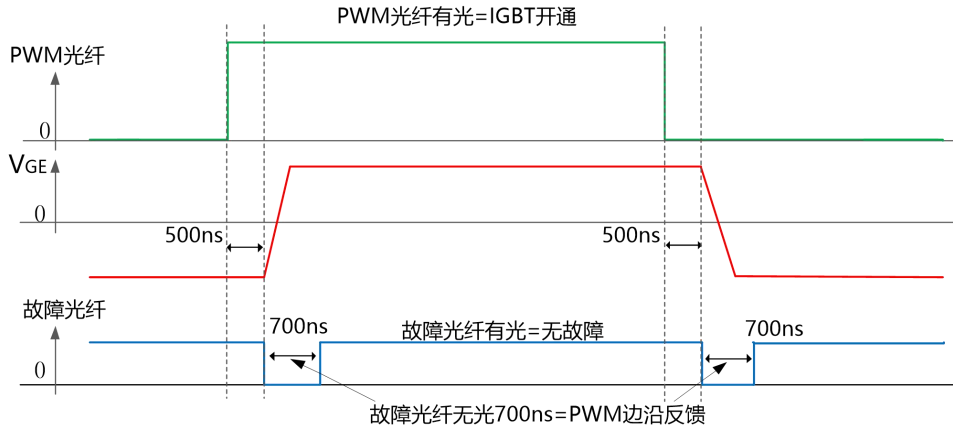


图 17a 正常情况下

2、当驱动器检测到故障后，故障光模块的灯将熄灭 30us 左右，作为故障信号通知上位机

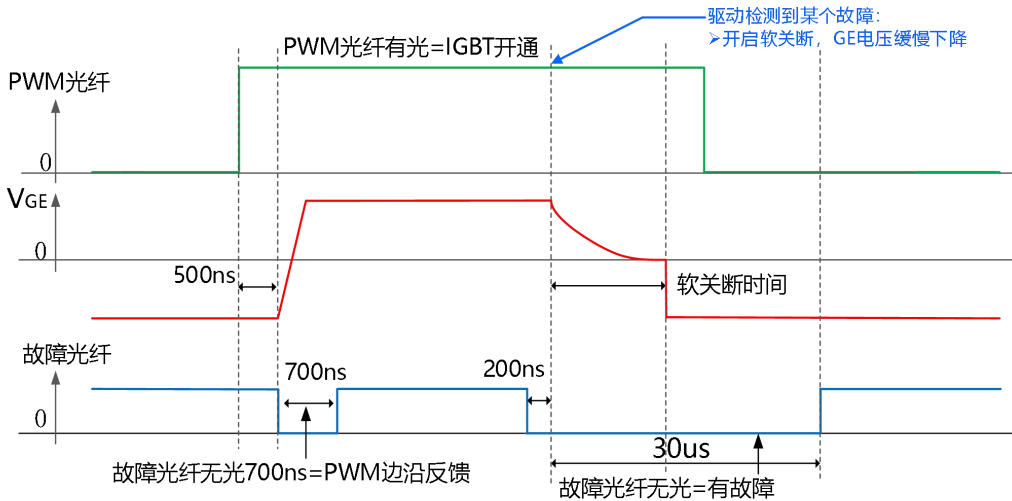


图 17b 故障情况下

通过故障光模块灭灯时间的长短，上位机可以准确地区分应答信息与故障信息。

门极电阻位置指示

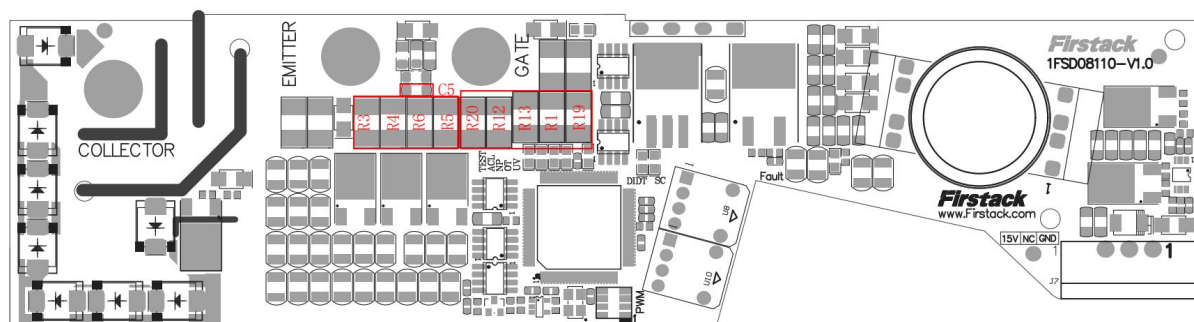


图 18 门极电阻位置指示图

门极参数

位置	丝印	封装
$R_{GON}$	R3//R4//R5//R6	2512
$R_{GOFF}$	R1//R12//R13//R19//R20	2512
$C_{GE}$	C5	1206

常用模块门极阻值表

IGBT 模块	品牌	$C_{GE}$ (nF)	$R_{GON}$ ( $\Omega$ )	$R_{GOFF}$ ( $\Omega$ )
5SNA1000N330300	ABB	220	1.5	2.35
5SNA1200E330100	ABB	NC	1.5	2.35
5SNA1500E330305	ABB	330	1	2.8
DIM1000NSM33-TS000	Dynex	220	2.15	2.15
CM1200HC-66H	三菱	330	1.95	2.55
FZ1000R33HE3	英飞凌	220	0.75	3.4
FZ1200R33HE3	英飞凌	220	0.65	3.4
FZ1200R33KF2C	英飞凌	220	0.9	1.8
FZ1500R33HE3	英飞凌	330	0.5	2.35
TIM1000NSM33	中车	220	2.15	2.15

注:

1. 其他 IGBT 模块请参考器件规格书进行适配。
2. 门极电阻以及电容焊接, 请参考飞仕得《IGBT 驱动器通用型贴片门极电阻焊接指导手册》。

## 三防漆

三防漆型号：易力高，UVCL-FCH。

除了必要的对外接口，飞仕得将对驱动器的所有电路线路进行三防漆喷涂保护，以保证驱动器能够长期可靠地稳定运行。

## 订购信息

1FSD08110 可以支持多个厂家不同型号的 IHM 封装模块，在选购时，请提供 IGBT 模块型号以及系统电气拓扑，以便我们提供最符合您需求的驱动。

驱动选型表

驱动器型号	电压等级	光模块	$C_{GE}$ (nF)	$R_{GON}$ ( $\Omega$ )	$R_{GOFF}$ ( $\Omega$ )
1FSD08110-17-A1	1700V	通用光模块	NC	NC	NC
1FSD08110-33-A2	3300V	通用光模块	NC	NC	NC
1FSD08110-S-17-A1	1700V	ST 光模块	NC	NC	NC
1FSD08110-S-33-A1	3300V	ST 光模块	NC	NC	NC

注：

1. 驱动型号中带“-S”表示 ST 光模块，即采用 HFBR-1414TZ 和 HFBR-2412TZ；“空缺”表示采用通用光模块，即采用 HFBR-1521Z 和 HFBR-2521Z。
2. 上述驱动型号因为门极空贴，需要客户进行器件焊接，所以不会喷涂三防漆。
3. 上述驱动型号无分级关断功能，飞仕得只会在极端工况下启用该功能，且需要技术人员协助配置。
4. 上述驱动型号无 di/dt 短路保护功能。
5. 驱动器安装请详见飞仕得《IGBT 驱动器安装指导手册》。

## 变更信息

- 2025-10-28 更新门极电阻位置指示标注。
- 2026-01-05 更新光模块型号及常用模块门极阻值表。
- 2026-03-17 更新全部内容。
- 2026-04-24 更新订购信息。

## 技术支持

Firstack 专业的团队会为您提供业务咨询、技术支持、产品选型、价格与交货周期等相关信息，保证在 48 小时内针对您的问题给予答复。

## 法律免责声明

本说明书对产品做了详细介绍，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。

Firstack 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 Firstack 的一般交付条款和条件。

## 联系方式

电话: +86-571 8817 2737

传真: +86-571 8817 3973

邮编: 310011

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

邮箱: [sales01@firstack.com](mailto:sales01@firstack.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

