

## 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  $140\times 190\text{mm}$  及  $140\times 130\text{mm}$  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。

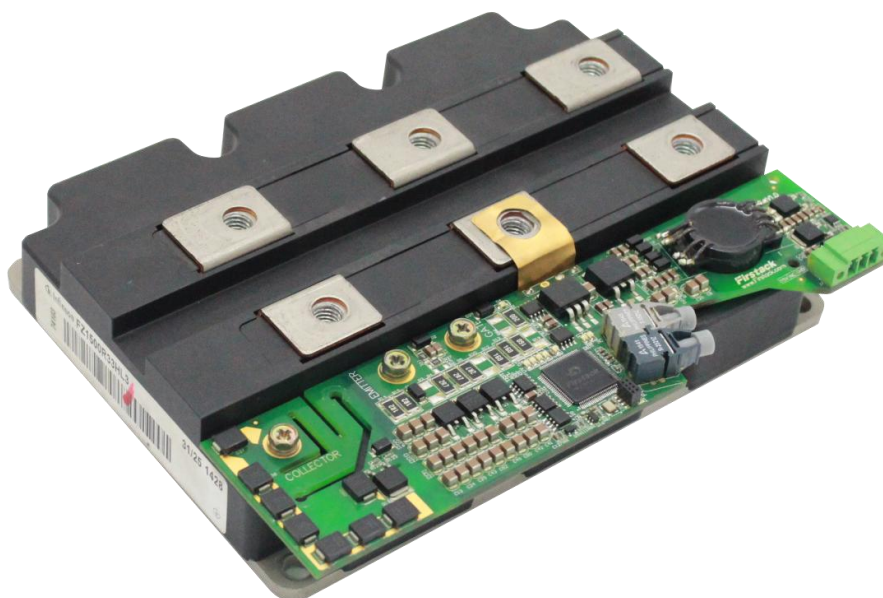


图 1 产品照片

## 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——didt .....	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 .....	14
◆ 脉冲异常保护(预留) .....	15
◆ 智能故障管理系统(预留) .....	15
◆ 故障编码返回(预留) .....	17
◆ 光纤口告知信号 .....	17
门极电阻位置指示 .....	19
订购信息 .....	20
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

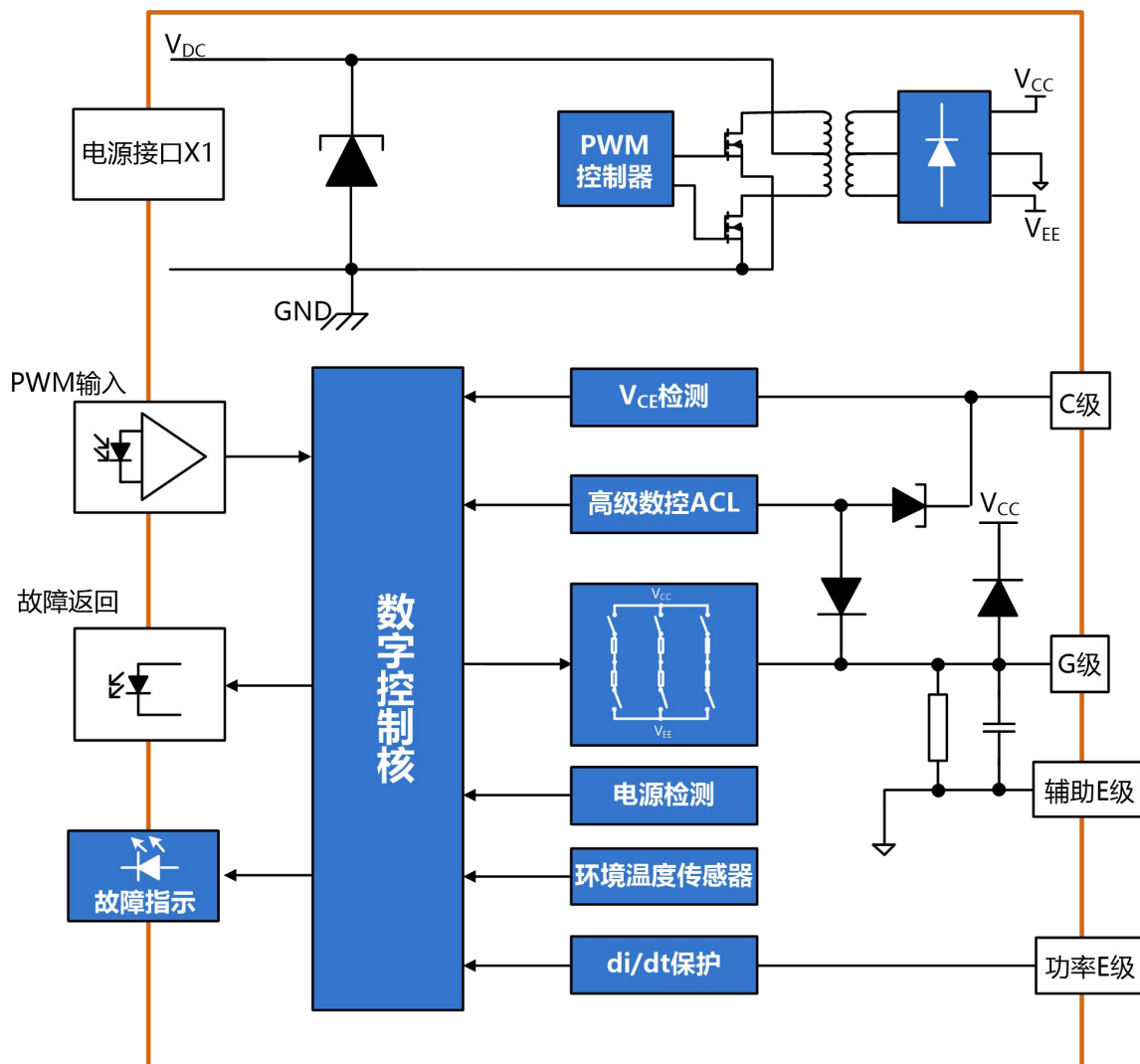


图 2 系统框架图

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，并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到上位机；当没有 PWM 信号输入时，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

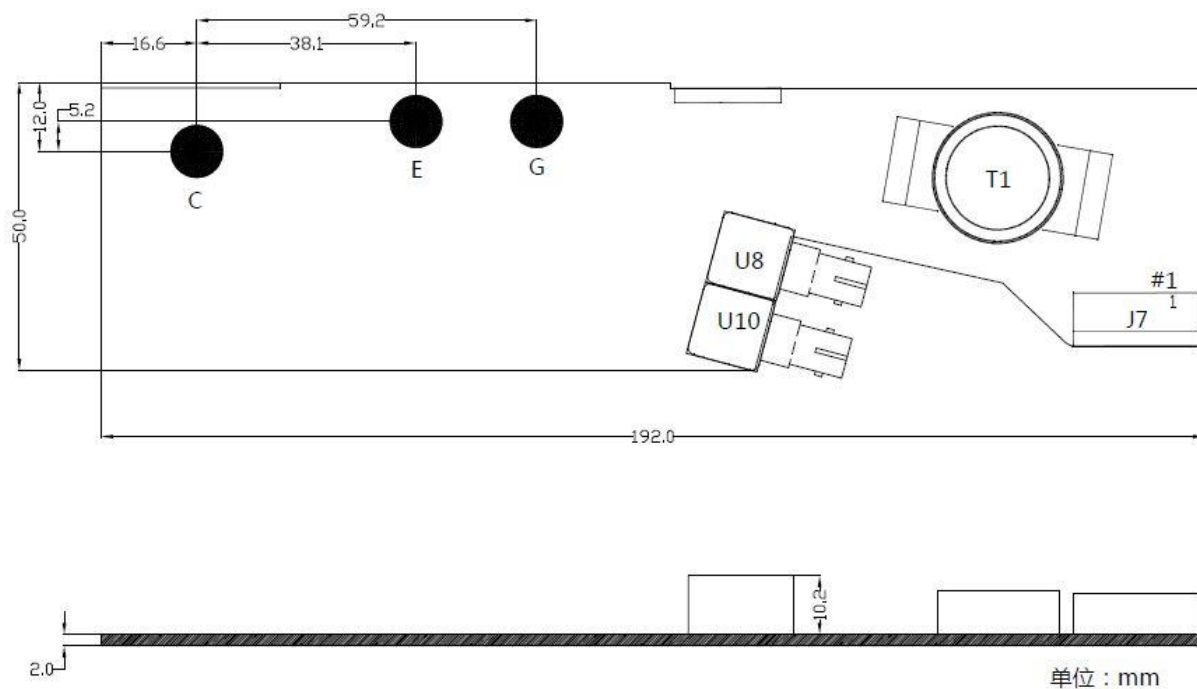


图 3 1FSD08110-S 尺寸图

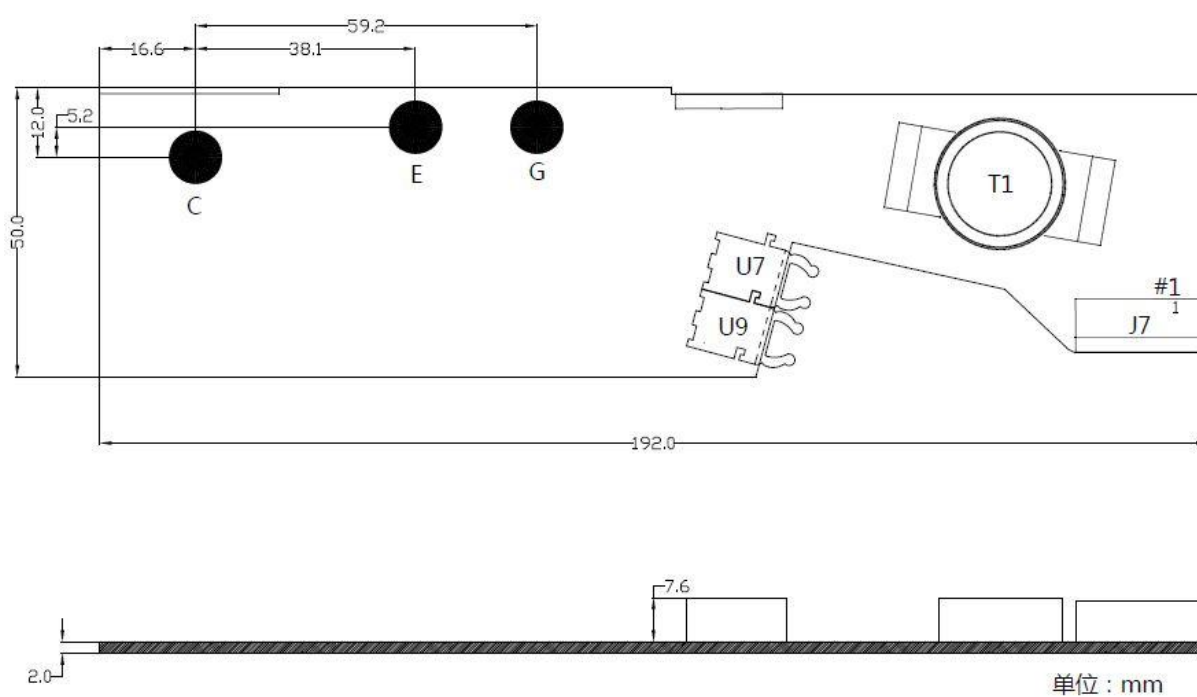


图 4 1FSD08110-V 尺寸图

备注：1FSD08110-S 和 1FSD08110-V 差别在光纤型号不同，另外高度略有差别。

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-1414TZ	HFBR-2412TZ
3	U7	AVAGO	HFBR-1521Z	HFBR-2521Z
4	U10	AVAGO	HFBR-2412TZ	HFBR-1414TZ
5	U9	AVAGO	HFBR-2521Z	HFBR-1521Z

注：驱动型号中带“-S”表示 ST 光模块，即采用 HFBR-1414TZ 和 HFBR-2412TZ；空缺表示采用塑料光模块，即采用 HFBR-1521Z 和 HFBR-2521Z。

## 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			

状态指示灯说明

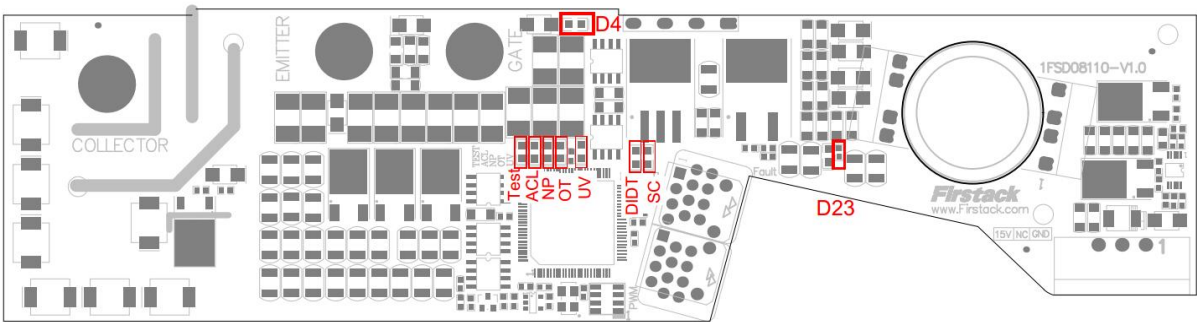


图 5 状态指示灯

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	注释
1	D23	D23	电源指示灯，上电常亮
2	D4	D4	GE 信号指示灯，开通时亮，否则灭
3	D7	TEST	供电正常，且无任何故障时亮，否则灭
4	D9	SC	一次短路触发即常亮，除非重启
5	D10	NP	该指示灯没有启用
6	D11	OT	一次过温触发即常亮，除非重启
7	D13	ACL	一次 ACL 触发即常亮，除非重启
8	D14	DIDT	一次短路触发即常亮，除非重启
9	D15	UV	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	$T_A \leq 85^\circ\text{C}$		8	W
测试电压 (50Hz/1min)		6		$\text{KV}_{\text{RMS}}$
工作温度		-40	85	$^\circ\text{C}$
存储温度		-40	85	$^\circ\text{C}$

## 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

电源	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

## 电源监测

阈值		12.7		V
----	--	------	--	---

## 短路保护

 $V_{CE}$  保护

$V_{CE}$ 监测阈值		10.2		V
---------------	--	------	--	---

响应时间	注 2	8		$\mu\text{s}$
------	-----	---	--	---------------

## didt 保护

响应时间		3		$\mu\text{s}$
------	--	---	--	---------------

## 时间特性

开通延时	注 3	500		ns
------	-----	-----	--	----

关断延时	注 4	500		ns
------	-----	-----	--	----

上升时间	注 5	15	ns
下降时间	注 6	12	ns
故障保持时间	30		$\mu$ s
故障阻断时间		90	ms
输出特性			
门极开通电压		15	V
门极关断电压		-10	V

除非有特殊说明，所有的数据都是基于+25℃环温以及  $V_{dc}=15V$  下测试。

注解说明：

1. 电源电流：驱动核连接 IGBT，无 PWM 输入；
2. 响应时间：从发生故障到开始执行软关断的时间；
3. 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；
4. 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；
5. 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；
6. 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。

## 主要功能说明

### ◆ 短路保护—— $di/dt$

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。

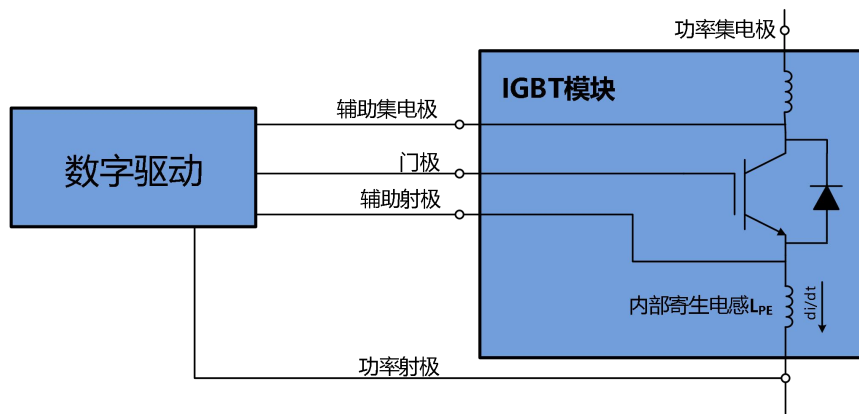


图 6  $di/dt$  检测电路

### ◆ 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, 驱动判定 IGBT 处于短路状态, 驱动将启动软关断, 将 IGBT 缓慢地关断, 同时将故障返回给上位机。

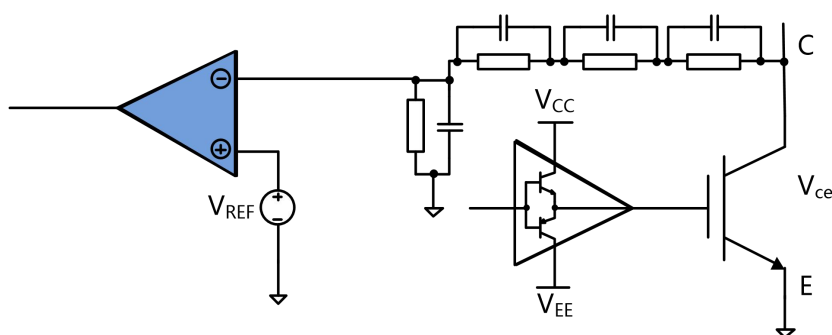


图 7  $V_{CE}$  退饱和检测电路

## ◆ 欠压保护

驱动板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 IGBT 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。

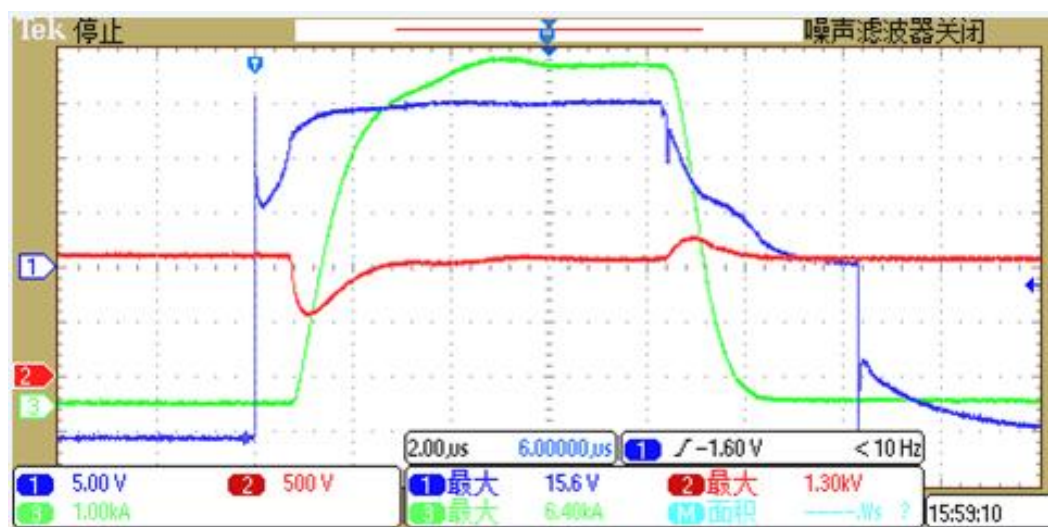


图 8 FF1400R17IP4 在 1100V 下的短路波形

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 Firststack 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,  $I_z = I_g + I_D$ , 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。

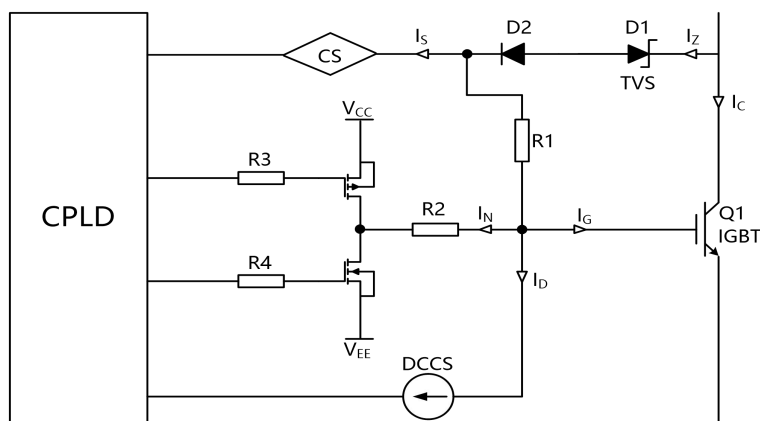


图 9 数控有源钳位原理示意图

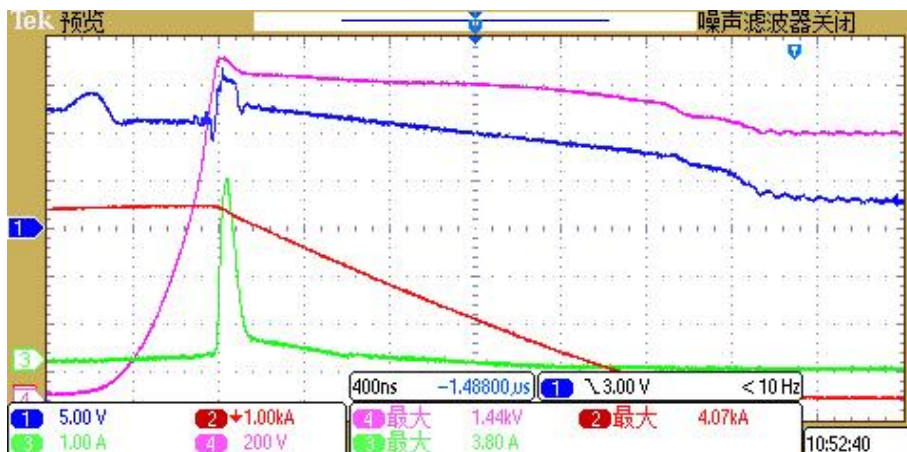


图 10 数控有源钳位波形

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

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。

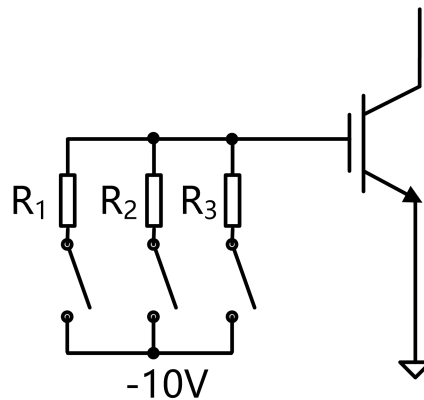


图 11 分级关断原理图

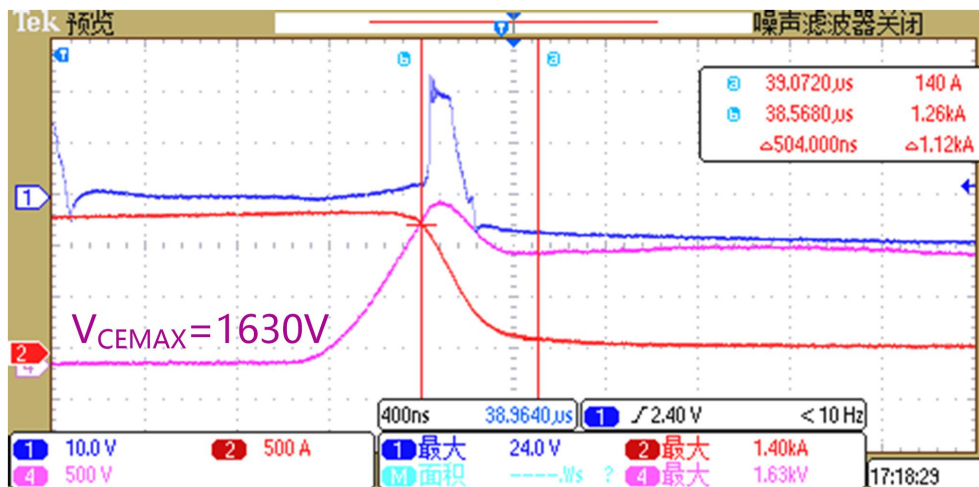


图 12a 不带分级关断

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

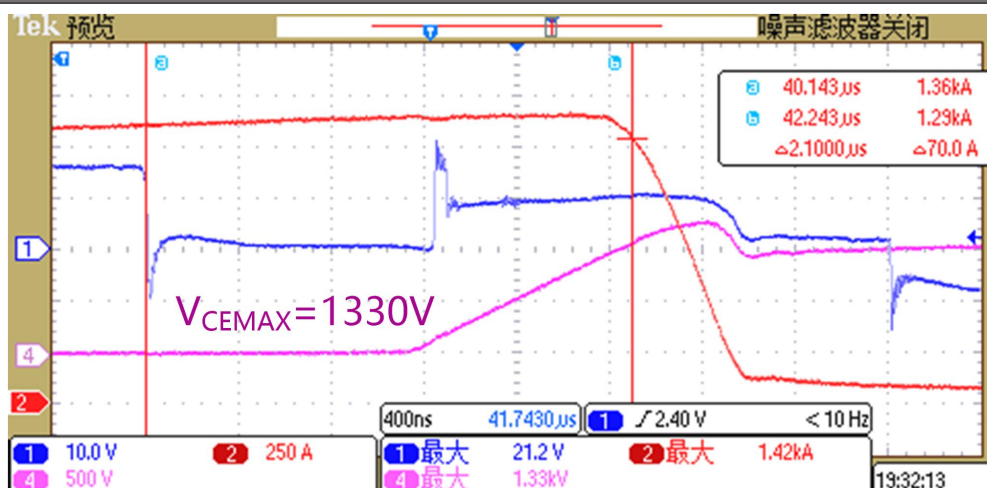


图 12b 带分级关断

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

### ◆ 脉冲异常保护(预留)

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 智能驱动采取两种方法来防范这些异常脉冲：

- 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；
- 实时监测 PWM 的频率，但连续若干个上升沿的时间间隔短于某个预设值后，判定为存在脉冲异常，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。



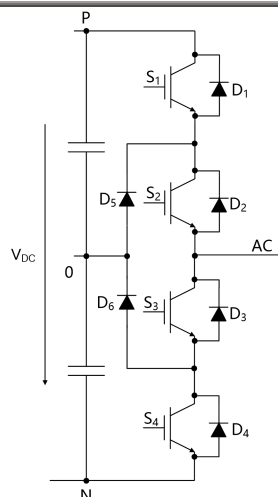


图 13 NPC I 型三电平拓扑

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！

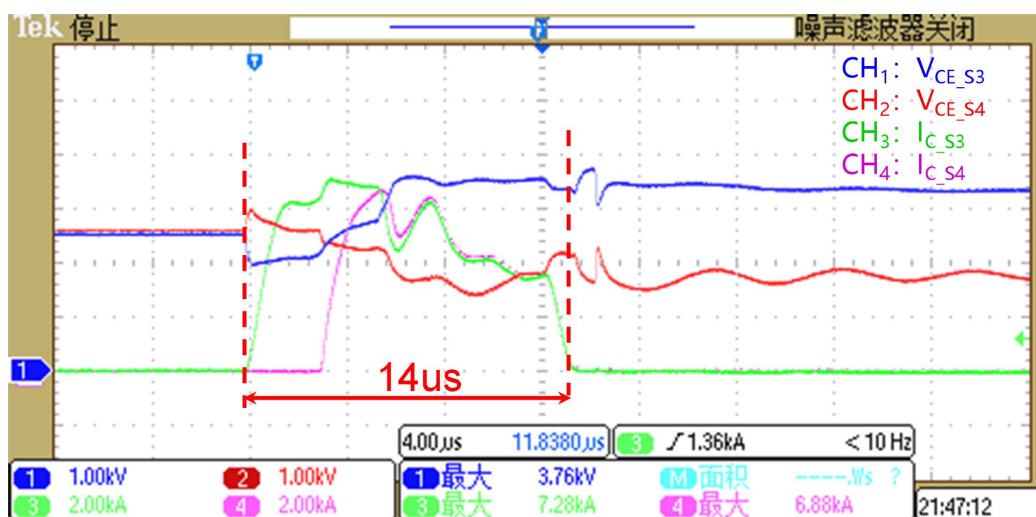


图 14 传统驱动器针对 NPC I 型三电平拓扑短路波形

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。



### ◆ 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。

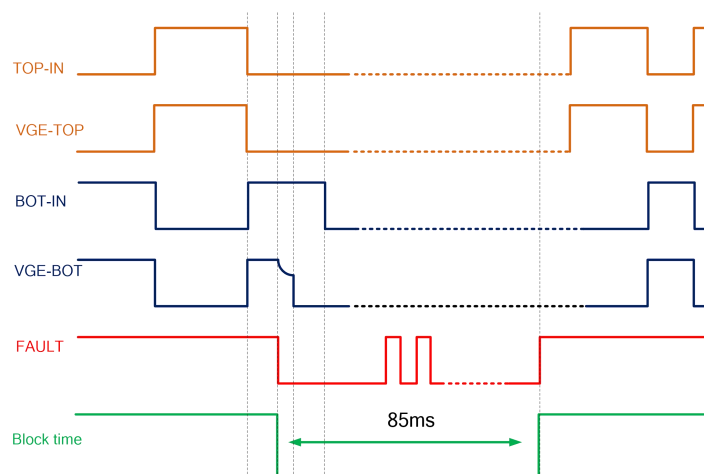


图 15 故障通信时序图

### ◆ 光纤口告知信号

光纤在使用中过程中，存在光纤口卡扣不牢/脱落，光纤线转弯半径不够等现象。为了确保光纤正常通讯，Firststack 智能驱动配置了光纤口应答功能，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，返回光纤头的灯都会熄灭短暂的 700ns，作为接收到指令的应答

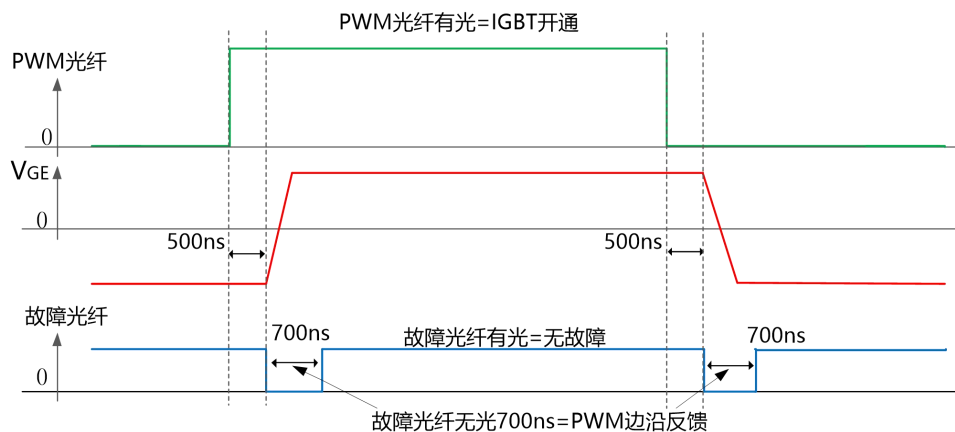


图 16a 正常情况下

2、当驱动板检测到故障后，返回光纤头的灯将熄灭 30 $\mu$ s 以上，作为故障信号通知上位机

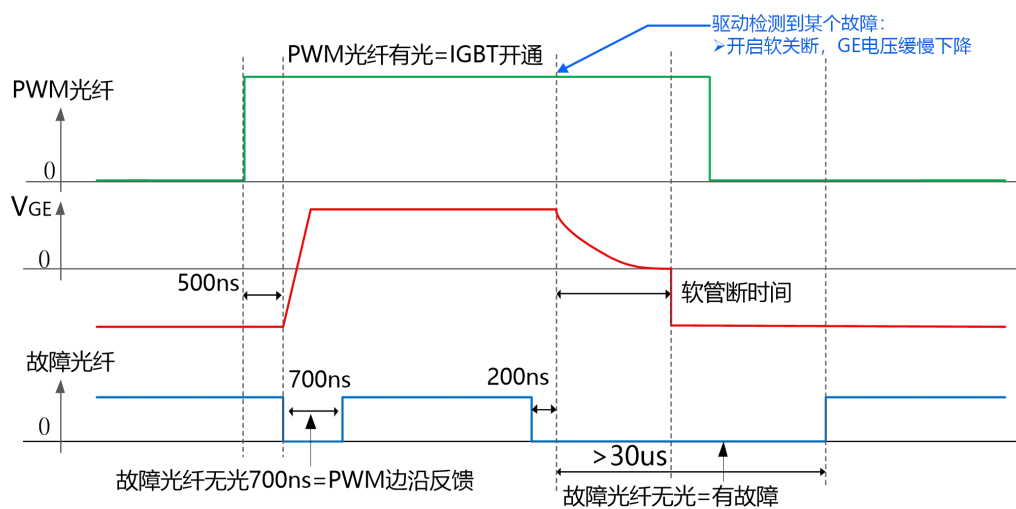


图 16b 故障情况下

通过返回光纤头灭灯时间的长短，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

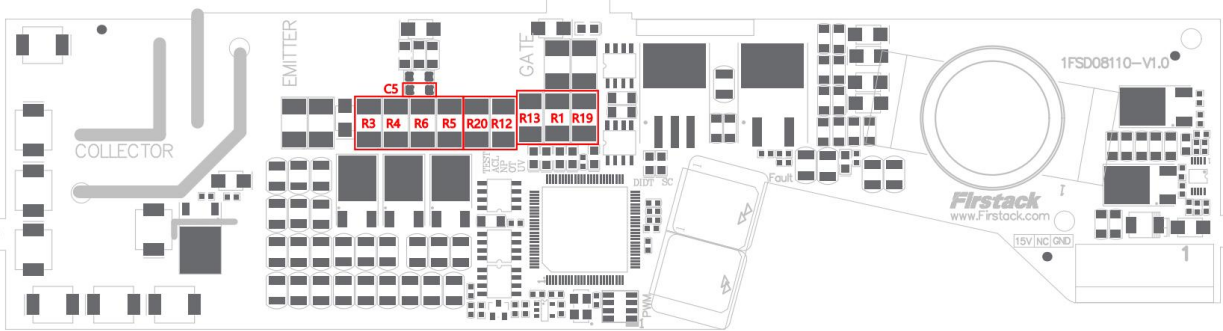


图 17 门极电阻位置指示图

门极参数

$R_{GON}$	$R_{GOFF}$	$C_{GE}$
R3//R4//R5//R6	R1//R12//R13//R19//R20	C5

常用模块门极阻值表

IGBT 模块	驱动型号	Cge (nF)	Rgon (Ω)	Rgoff (Ω)
ALL 1700V model	1FSD08110- 17-A1	NC	NC	NC
ALL 3300V model	1FSD08110-33-A2	NC	NC	NC
TIM2400ESM17-TSA000	1FSD08110Y01	NC	0.8	1.7
FD1200R17HP4-K_B2	1FSD08110Y02	NC	2	2.2
5SNA1500E330305	1FSD08110-5SNA1200E330100	330	1.5	≈3*
5SNA1200E330100	1FSD08110-5SNA1200E330100	330	1.5	≈3*
5SNA1000N330300	1FSD08110-5SNA1200E330100	330	1.5	≈3*
FZ1200R33HE3	1FSD08110-FZ1200R33HE3	330	1.5	≈4*
FZ1000R33HE3	1FSD08110-FZ1200R33HE3	330	1.5	≈4*
FZ1500R33HE3	1FSD08110-FZ1500R33HE3	330	1.5	≈5*
FZ1500R33HE3	1FSD08110-S-FZ1500R33HE3	330	1.5	≈5*
CM1200HC-66H	1FSD08110-CM1200HC-66H	330	1.5	≈4*
TIM1000ECM33-PSA011	1FSD08110-TIM1000NSM33	330	1.5	≈4*
TIM1000NSM33-PSA011	1FSD08110-TIM1000NSM33	330	1.5	≈4*
DIM1000NSM33-TS000	1FSD08110-TIM1000NSM33	330	1.5	≈4*
TIM1500ESM33-PSA012	1FSD08110-TIM1500ESM33-PSA012	330	1.5	≈5*

## 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，请在驱动型号后面，添加模块型号，以便我们提供最符合您需求的驱动。

选购时，请提供具体的驱动型号，格式如下：1FSD08110-xxx，xxx 表示具体的模块型号，如 1FSD08110-FZ3600R17KE3。

## 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。

## 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

邮箱：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

