

2FSD0115+B17 产品说明书

概述

2FSD0115+B17 是基于 Firststack 领先的数字技术与强大的硬件设计能力推出的一款“高可靠性，高灵活性以及高智能化的”数字驱动，是对现有类似驱动产品的一次重大升级，引入了“不会坏的驱动器”革命性技术，解决了驱动器自身的可靠性问题与恶劣电磁场环境下的适应性问题。同时新增了“软关断”功能，大大扩展了驱动的应用领域，具有强大的驱动能力，最大支持单路驱动功率/峰值电流：2W/20A。

2FSD0115+B17 适用于 1700V 及以下电压等级的 IGBT 模块，可以应用在两电平及多电平应用场合，在尺寸与引脚定义上与同类产品完全兼容，客户可以不做任何修改即可使用。



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.....	6
驱动参数.....	7
主要功能说明.....	10
短路保护.....	10
欠压保护.....	10
软关断.....	11
不会坏的驱动.....	11
三电平模式 (仅 2FSD0115+B17-3L 型号).....	12
分级关断 (仅 2FSD0115+B17-3L 型号).....	13
应用说明.....	15
典型应用电路.....	15
Mode 选择.....	15
IN_TOP , IN_BOT.....	16
SO_TOP , SO_BOT.....	16
门极电阻、电容位置指示.....	17
订购信息.....	18
技术支持.....	18
法律免责声明.....	18
联系方式.....	19

系统框架图

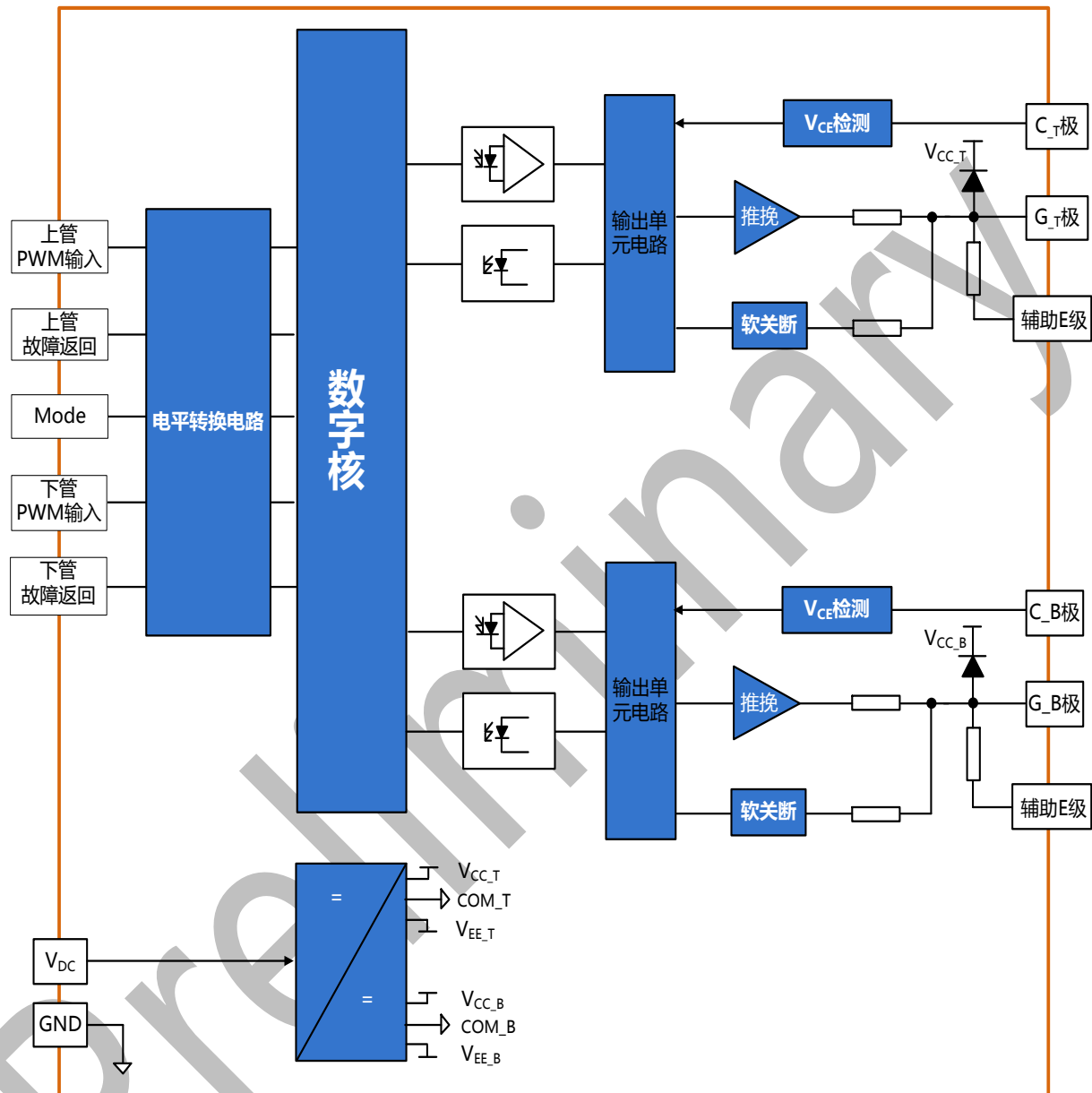


图 2 系统框架图

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章或欧洲标准 EN 100015 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，该电压为 15V。另请分别检查对应有控制信号和无控制信号时驱动器的输入电流。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。Firststack 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

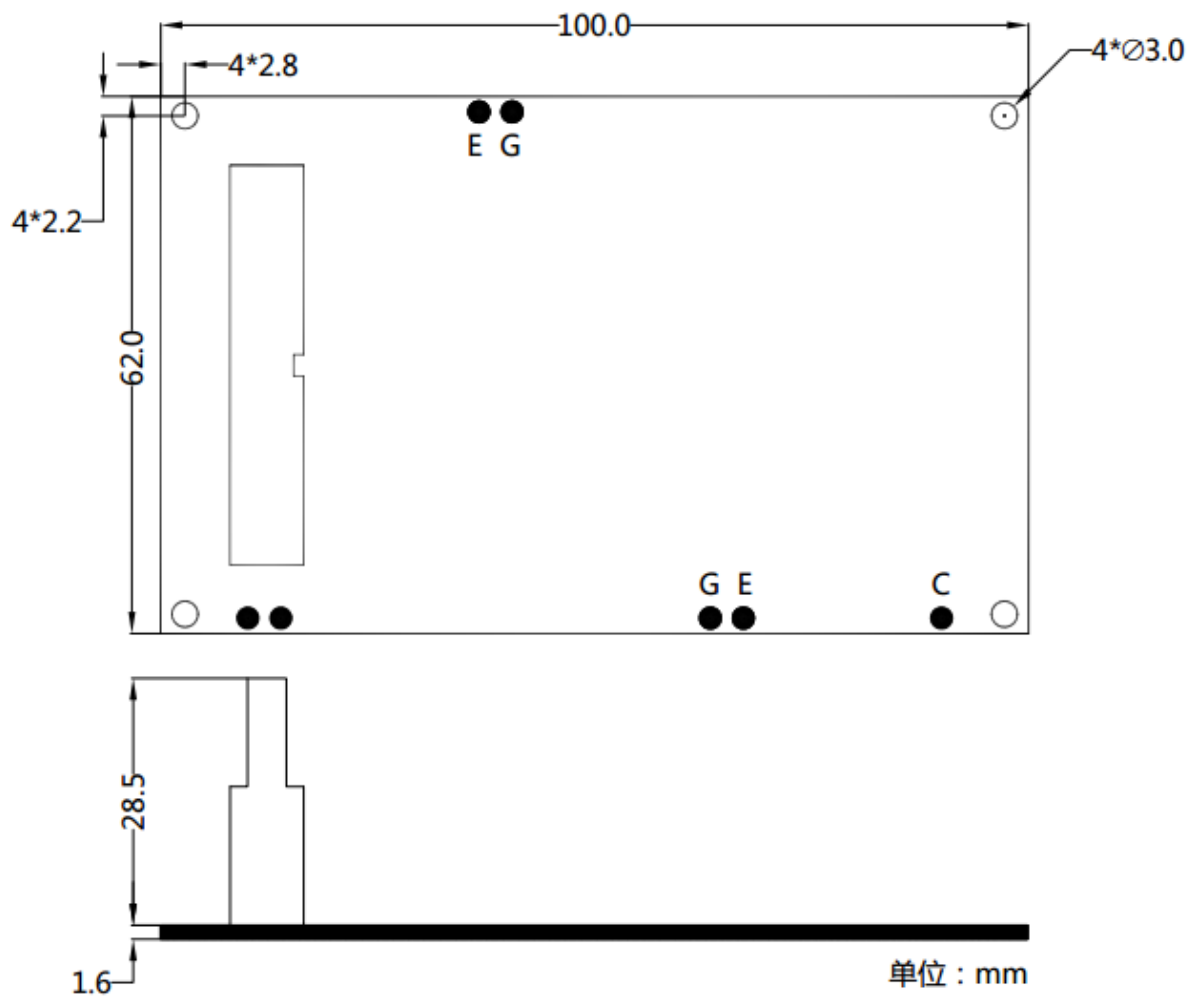


图3 尺寸图

接插件厂家及型号

序号	标号	厂家	型号	推荐配套端子
1	P2	正凌精工	Z-2300D0820203	Z-81020100134000

引脚定义

P2 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NC	悬空	2	GND	原边地
3	NC	悬空	4	GND	原边地
5	V _{DC}	15V 供电	6	GND	原边地
7	V _{DC}	15V 供电	8	GND	原边地
9	SO_TOP	上管故障返回，OD 输出 (高正常，低故障)	10	GND	原边地
11	IN_TOP	上管驱动输入信号 (高开通，低关断)	12	GND	原边地
13	SO_BOT	下管故障返回，OD 输出 (高正常，低故障)	14	GND	原边地
15	IN_BOT	下管驱动输入信号 (高开通，低关断)	16	GND	原边地
17	Mode	模式选择引脚(高电平或悬空 直接模式，低电平半桥模式)	18	GND	原边地
19	NC	悬空	20	GND	原边地

注：PWM 信号以及故障信号推荐电平请参考-推荐工作条件

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	0	16	V
输入输出逻辑电平	对地	0	V _{DC} +0.5V	V
门极最大输出电流		-20	20	A
单路输出功率(环境温度 85°C)			2	W
测试电压(50Hz/1min)	原边对副边	5000		V _{RMS}
	副边对副边	4000		V _{RMS}
工作温度		-40	85	°C
存储温度		-40	90	°C

推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DC}	对地	14.5	15	15.5	V
IN_X	对地	4.5	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		0.16		A
耦合电容	原副边, 注 2		15		pF

电源监测

欠压阈值		12.7			V
------	--	------	--	--	---

输入输出逻辑	备注	最小值	典型值	最大值	单位
输入阻抗			36		KΩ
开通阈值			4.0		V
关断阈值			1.0		V
SOx 输出电位	故障状 OD 输出		0.5		V

短路保护	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V _{CE} 监测阈值			11.6		V
响应时间	TOP, 注 3		8		us
	BOT, 注 3		8		us
软关断时间			4.5		us

时间特性	备注	最小值	典型值	最大值	单位
开通延时	TOP, 注 4		620		ns
	BOT, 注 4		620		ns
关断延时	TOP, 注 5		610		ns
	BOT, 注 5		610		ns
上升时间	TOP, 注 6		19		ns
	BOT, 注 6		19		ns
下降时间	TOP, 注 7		19		ns
	BOT, 注 7		19		ns
故障阻断时间			80		ms
故障返回时间			80		ms

输出电平	备注	最小值	典型值	最大值	单位
高电平			15.5		V

低电平			-8.5		V
电气绝缘	备注	最小值	典型值	最大值	单位
爬电距离	原副边, 注 8	12.5			mm
	副副边	6.6			mm
电气间隙	原副边	9			mm
	副副边	6.6			mm

除非有特殊说明，以上数据都是基于 25°C 环温以及 $V_{IN}=15V$ 环境下测试

注解说明：

1. 电源电流：在没有输入任何 PWM 信号，但连接 IGBT 模块
2. 耦合电容：耦合电容值在表中所给值范围之内
3. 响应时间：短路保护响应时间指从发生故障到开始执行软关断
4. 开通延时：从原边输入的 PWM 信号上升沿传输到副边门极驱动上升沿所需的时间
5. 关断延时：从原边输入的 PWM 信号下降沿传输到副边门极驱动下降沿所需的时间
6. 上升时间：从门极关断电压 (-8.5V) 的 10% 至门极开通电压 (+15V) 的 90% 的时间量
7. 下降时间：从门极开通电压 (+15V) 的 90% 至门极关断电压 (0V) 的时间量
8. 爬电距离：参照 IEC61800-5-1-2007，满足海拔 2km 以下, 污染等级 2 的基本绝缘要求

主要功能说明

◆ 短路保护

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。

集电极电压通过高压二极管来检测。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 缓慢的关断，同时将故障返回给上位机。

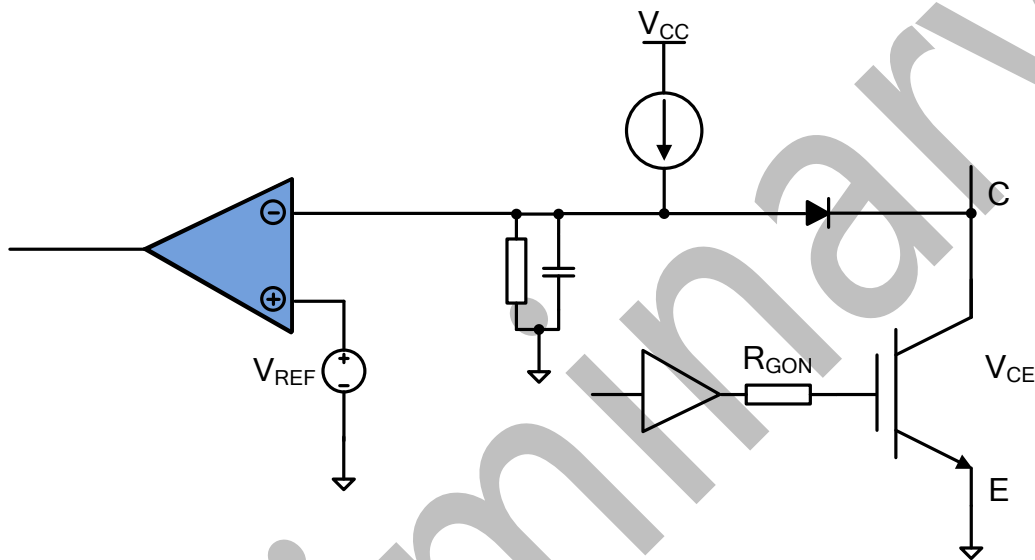


图 4 V_{CE} 退饱和检测电路

◆ 欠压保护

驱动板同时监测副边侧正负电源。当副边侧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，同时反馈一个故障信号给上位机。当故障消除后，再经过阻断时间 (block time)，原边的故障口会自动复位。

对于 IGBT 桥臂,Firststack 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_{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。同时,较低的门极电压,将增大 IGBT 的开关损耗。

◆ 软关断

当发生短路直通时，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。这时，IGBT 所消耗的功率，会瞬时达到兆瓦级。如果不能在很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。

为了解决短路时巨大的关断尖峰，Firststack 智能驱动电路引入了软关断技术。在 IGBT 发生短路直通时，在保证短路时间不超过 10us 的前提下，通过缓慢的降低门极电压 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。

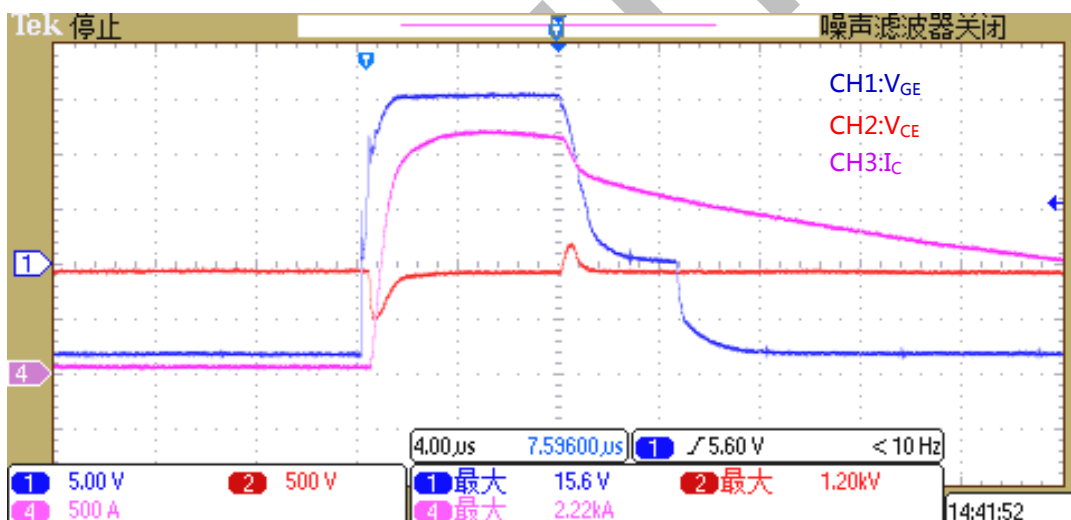


图 5 FF450R17ME4 在 900V 下的短路波形

图 5 显示的是由 Firststack IGBT 驱动电路控制的 1700V/450A IGBT (FF450R17ME4) 在直流母线为 900V 时的短路波形。短路电流峰值 2220A (6 倍于额定电流)，在软关断的作用下， I_c 缓慢下降， V_{CE} 过冲很小，有效安全的关闭了 IGBT。

◆ 不会坏的驱动

驱动器内置的 DC/DC，由于需要尽可能的降低原副边的耦合电容 C_{PS} ，一般驱动方案都采用开环形式，因此很难集成过流保护等功能，这也导致了驱动内置 DC/DC 的抗

过载能力非常差。在统计驱动失效时，几乎所有的驱动失效都与 DC/DC 失效相关。

为了提高驱动的可靠性，Firststack 智能驱动提出了“不会坏的驱动器”的概念，在保持开环的前提下，驱动器可以承受 GE 长时间短路。

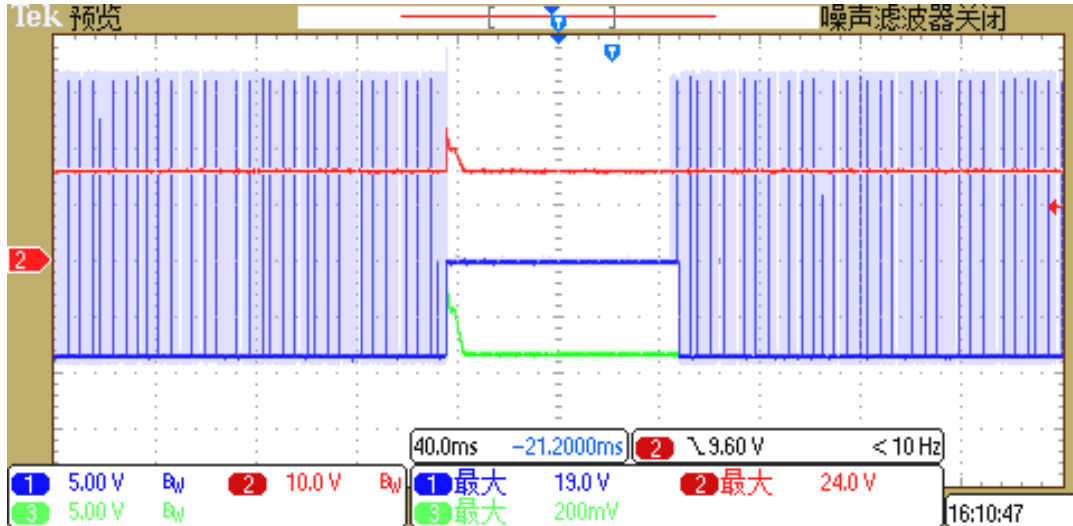


图 6 GE 短路波形图

上图中，CH1（蓝色）= V_{GE} ，CH2（红色）= 副边正电压，CH3（绿色）= 副边负电压。

当发生过载时，驱动板将封锁 PWM 信号，同时向上位机回报故障信号，当过载切除后，驱动板回复正常状态

◆ 三电平模式（仅 2FSD0115+B17-3L 型号）

NPC I 型三电平应用时，存在 IGBT 内外管关断时序问题：在正常或者故障（欠压或者短路）情况下，必须先关断外管再关断内管，否则内管会因为承受整个直流母线电压而过压损坏。

传统的驱动方案在故障状态下，检测到故障后会立即自行封锁 PWM 信号，无法实现内管外管正确关断时序，应用时会有模块过压风险。

2FSD0115+B17-3L 的三电平模式可以很好的解决上述问题。具体实现模式如下图所示：TOP 检测到短路故障后，驱动不封锁 PWM，先把故障信号 SO_TOP 信号反馈到上位机，上位机协调先关 TOP 还是 BOT，如果 BOT 为外管，则先发 BOT 关断指令

后发 TOP 关断指令，驱动接受到关断指令后，会按正确的时序软关断相应的 IGBT。

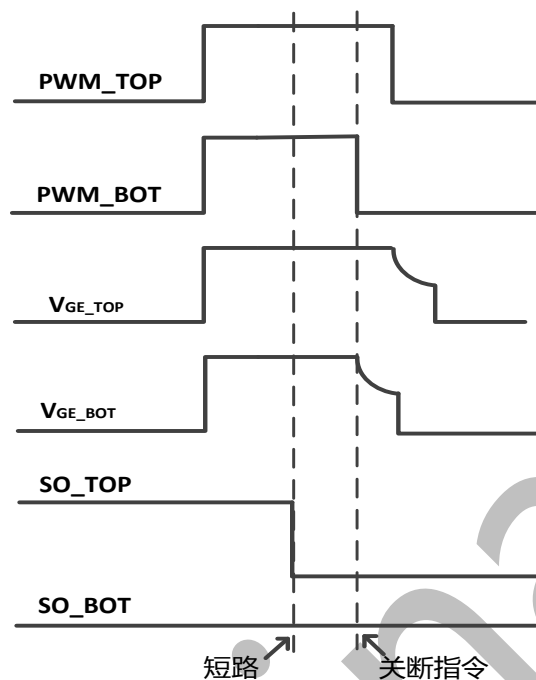


图 7 三电平模式示意图

注意事项：驱动板检测到故障，到上位机协调时序发相应的关断指令，再到驱动板接受指令软关断相应的 IGBT，整个过程时间要 < 10us (IGBT 模块短路承受最大时间)。

◆ 分级关断 (仅 2FSD0115+B17-3L 型号)

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。

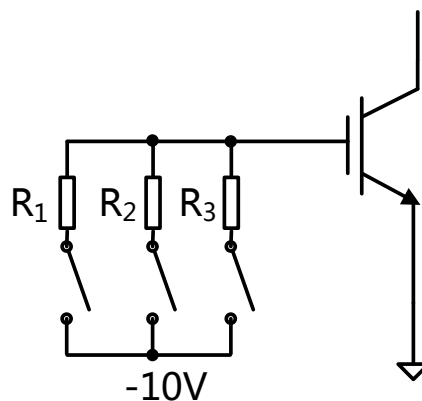


图 8 分级关断原理图

分级关断技术利用了关断电阻对于 IGBT 关断特性的影响机理，基本的原理是将 IGBT 的关断过程分为多级，与传统的单个关断电阻值不同，在关断过程中不同时段会有多种不同阻值的关断电阻，如图 8 所示，多个电阻由数字驱动器中的 MCU 控制具体在什么时刻投入到门极回路。

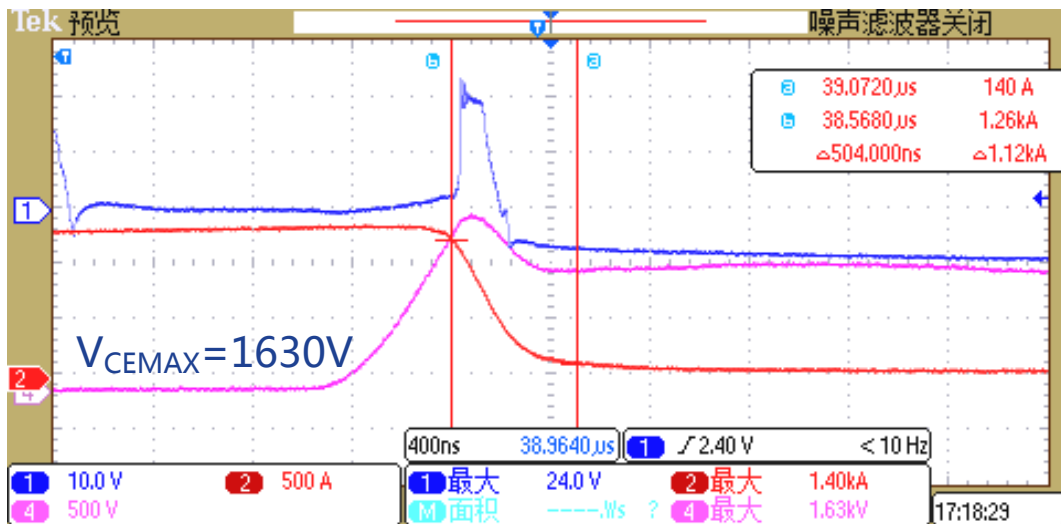


图 9a 不带分级关断

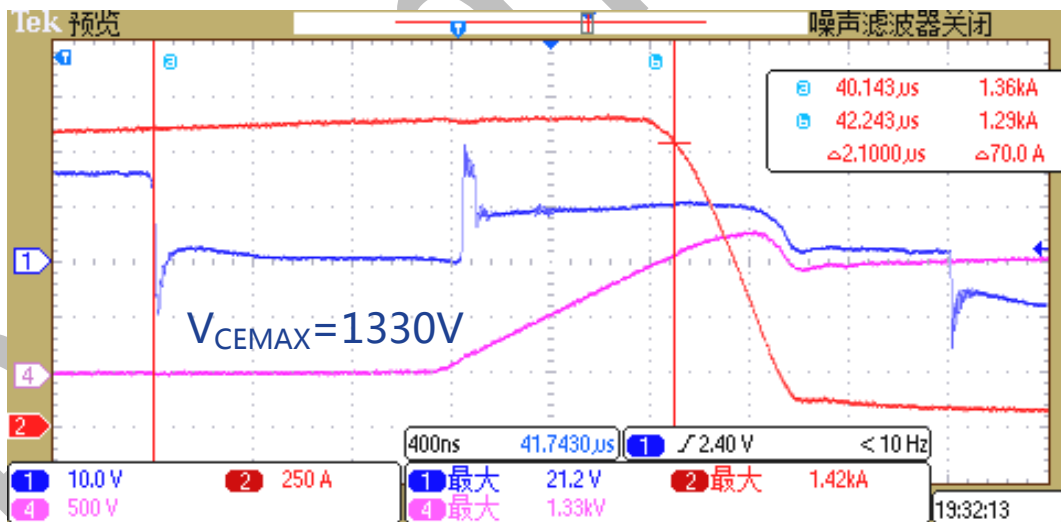


图 9b 带分级关断

应用说明

◆ 典型应用电路

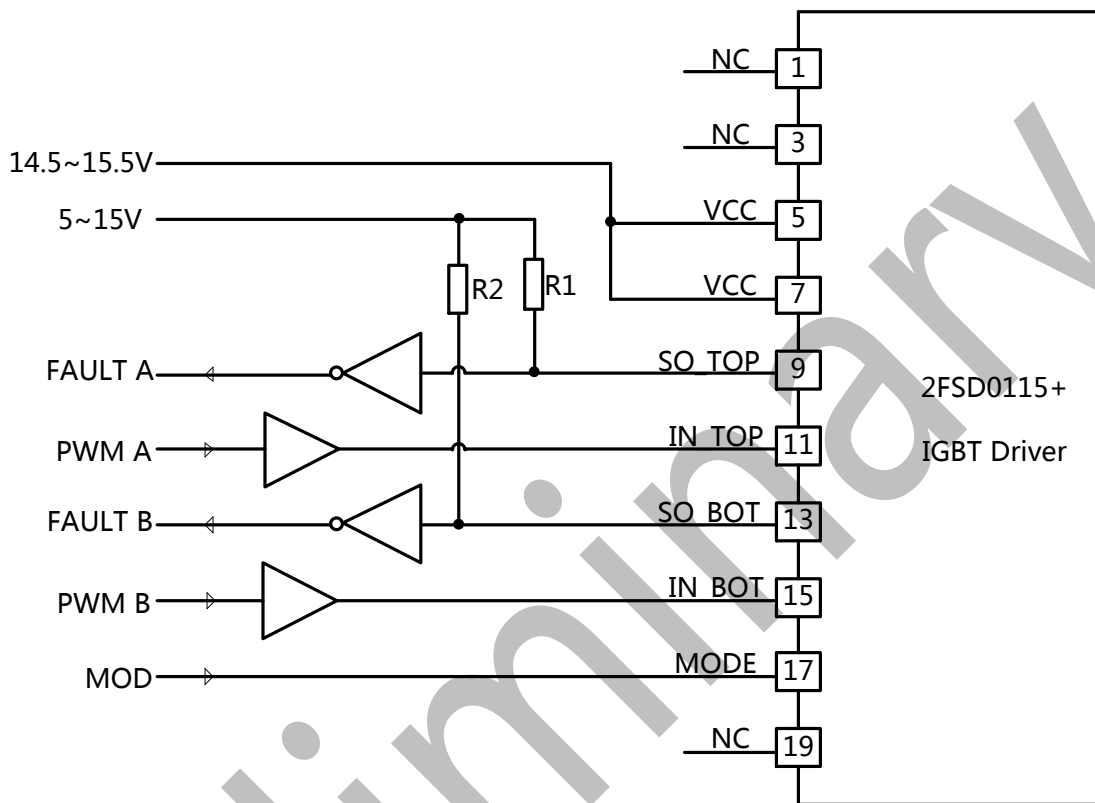


图 10 典型应用电路图

◆ Mode 选择

2FSD0115+B17 有 2 种工作模式 :直接模式和半桥模式 ,通过设置 Mode(Pin 17) 电压实现 ;

1、直接模式 :

Mode 引脚悬空或接到 V_{DC} 为直接模式 ,该模式下 ,IN_TOP 和 IN_BOT 相互独立 , 通道 TOP 和通道 BOT 可以同时打开 , 在这种情况下可能会导致短路产生 , 需要保证 IN_TOP 和 IN_BOT 之间有足够的死区时间。

2、半桥模式 :

Mode 引脚接地为半桥模式 ,该模式下 , IN_BOT 为驱动信号输入端 ,IN_TOP 为信号输入使能端 ; IN_TOP 为低电平 , 两通道输出信号被封锁 , 如果 IN_TOP 由

低变为高，两输出通道被使能，输出信号跟随输入信号变化。半桥模式下，通道 TOP 和通道 BOT 不可以同时打开，已设置死区时间为 3us。

半桥模式逻辑如下图所示：

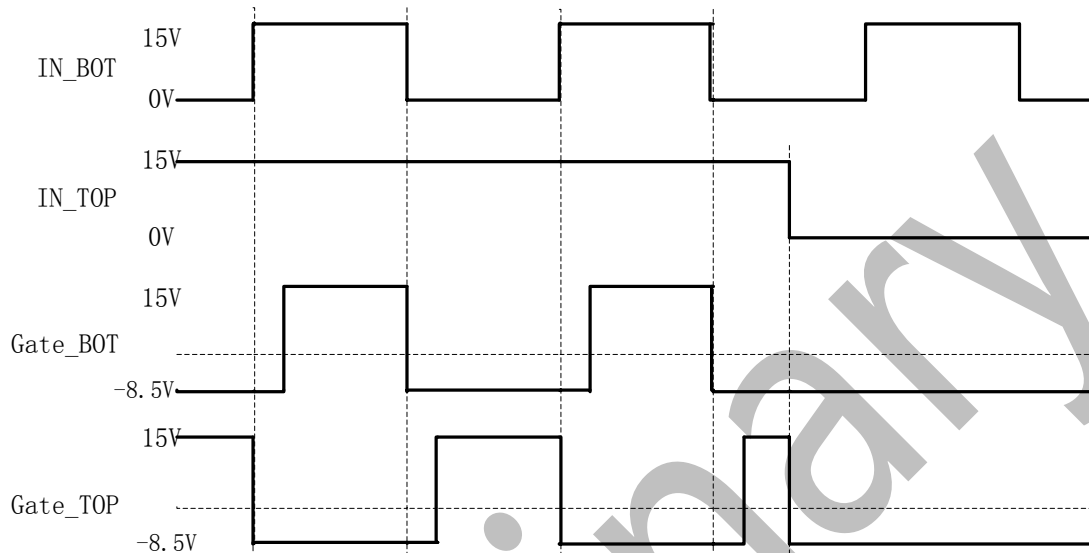


图 11 半桥模式逻辑图

◆ IN_TOP , IN_BOT

驱动器输入信号引脚，其功能依赖与 Mode 脚，直接模式时，做为 PWM 输入信号时，为 5~15V 逻辑电平，半桥模式时，IN_BOT 为驱动信号输入端，IN_TOP 为信号输入使能端。

◆ SO_TOP , SO_BOT

驱动器故障输出引脚，2FSD0115+B17 内部有开漏输出的 MOSFET，正常使用时外部需外接上拉电阻，当没有检测到短路或欠压故障时，输出为高阻抗状态；当检测到短路、副边欠压的条件时，相应的高电平状态变为低。如果上拉到 15V 电源，建议采用 4.7kΩ 的上拉电阻；如果上拉到 5V 电源，建议采用 1.5kΩ 的上拉电阻。

门极电阻、电容位置指示

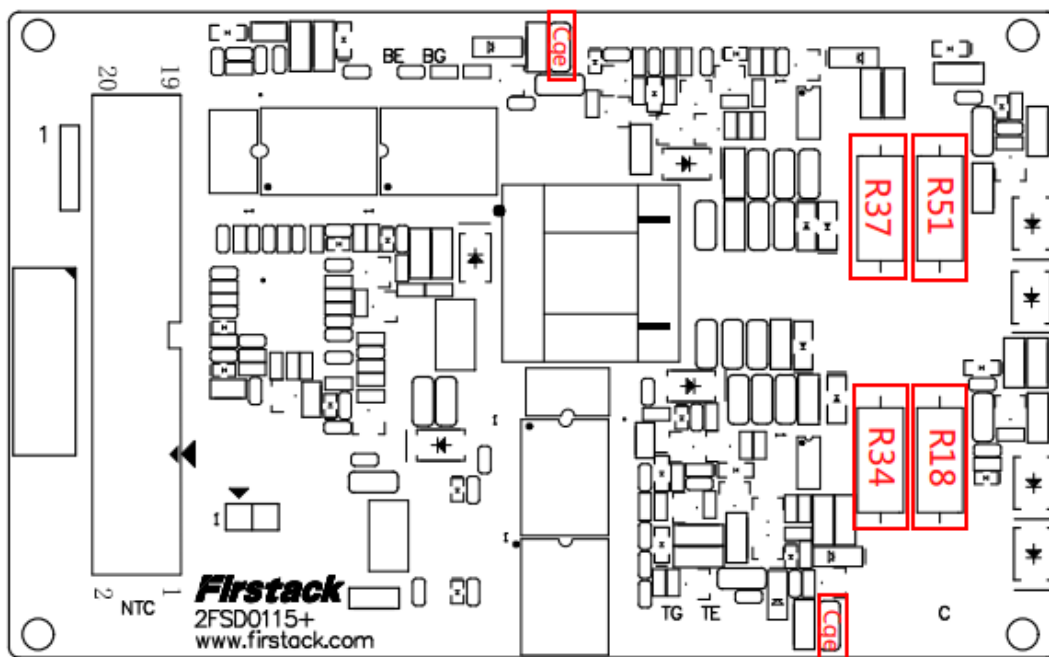


图 12 门极电阻电容位置指示图

门极电阻、电容计算公式

R_{GON}	R_{GOFF}	C_{GE}
上管 R18	R34	C6
下管 R37	R51	C8

常用模块的门极阻值表

IGBG 型号	R_{GON}	R_{GOFF}	C_{GE}
FF450R17ME4	3.3	5	NC
2MBI450VN-170-50	3.3	5	NC
FF600R17ME4	1	1.5	NC
2MBI600VN-170-50	1	1.5	NC

订购信息

2FSD0115+B17 可以支持多个厂家不同型号的 EconoDual™ 模块，在选购时，请先参考选型表选择需要的产品型号：

两电平版本：

- 1, 不焊接门极电阻型号：2FSD0115+B17
- 2, 焊接门极电阻型号：2FSD0115+B17-xxx,
xxx 表示具体的模块型号，如 2FSD0115+B17-FF450R17ME4
- 3, 焊接门极电阻，喷漆型号：2FSD0115+B17-xxx-C,
xxx 表示具体的模块型号，-C 表示喷漆，如 2FSD0115+B12-FF450R17ME4-C

三电平版本：

- 1, 不焊接门极电阻型号：2FSD0115+B17-3L
- 2, 焊接门极电阻型号：2FSD0115+B17-3L-xxx,
xxx 表示具体的模块型号，如 2FSD0115+B17-3L-FF450R17ME4
- 3, 焊接门极电阻，喷漆型号：2FSD0115+B17-3L-xxx-C,
xxx 表示具体的模块型号，-C 表示喷漆，如 2FSD0115+B12-3L-FF450R17ME4-C

技术支持

Firststack 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。

24 小时技术服务热线：4001-577-522

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。

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。

联系方式

电话：+86-571 8817 2737

传真：+86-571 8817 3973

邮编：310011

网址：www.firststack.com

销售：sales01@firststack.com

地址：杭州市拱墅区北部软件园祥兴路 100 号



Preliminary