

HV1027P 产品说明书

概述

HV1027P 系列驱动器是以 Firstack 数字智能型 IGBT 驱动为基础，专门针对 IHV 封装开发的即插即用型驱动，适用于 4500V 及 6500V IGBT 模块，具有功能强大、可靠性高、EMC 特性良好等优点，适用于两电平及多电平变流器，应用覆盖轨道交通、工业传动及智能电网等各个领域。



图 1 HV1027P

核心优势：

- ✓ 门极动态可控
- ✓ 智能故障管理系统
- ✓ GE 过载保护
- ✓ 数控高级有源钳位
- ✓ 双重短路保护： $dIdt + Vce$ 退饱和
- ✓ 电源欠压保护

应用：

- ✓ 柔性交流输电系统
- ✓ 工业驱动
- ✓ 轨道交通
- ✓ 中压变频器
- ✓ 科研

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
状态指示灯说明	6
驱动参数	7
主要功能说明	9
◆ 短路保护—didt	9
◆ 短路保护— V_{CE} 检测	9
◆ 欠压保护	10
◆ 软关断	10
◆ 数控高级有源钳位	11
◆ 分级关断	12
◆ 高鲁棒性 DC/DC	13
◆ 光纤口告知信号	14
门极电阻位置指示	16
订购信息	18
变更信息	18
技术支持	18
法律免责声明	18
联系方式	18

系统框架图

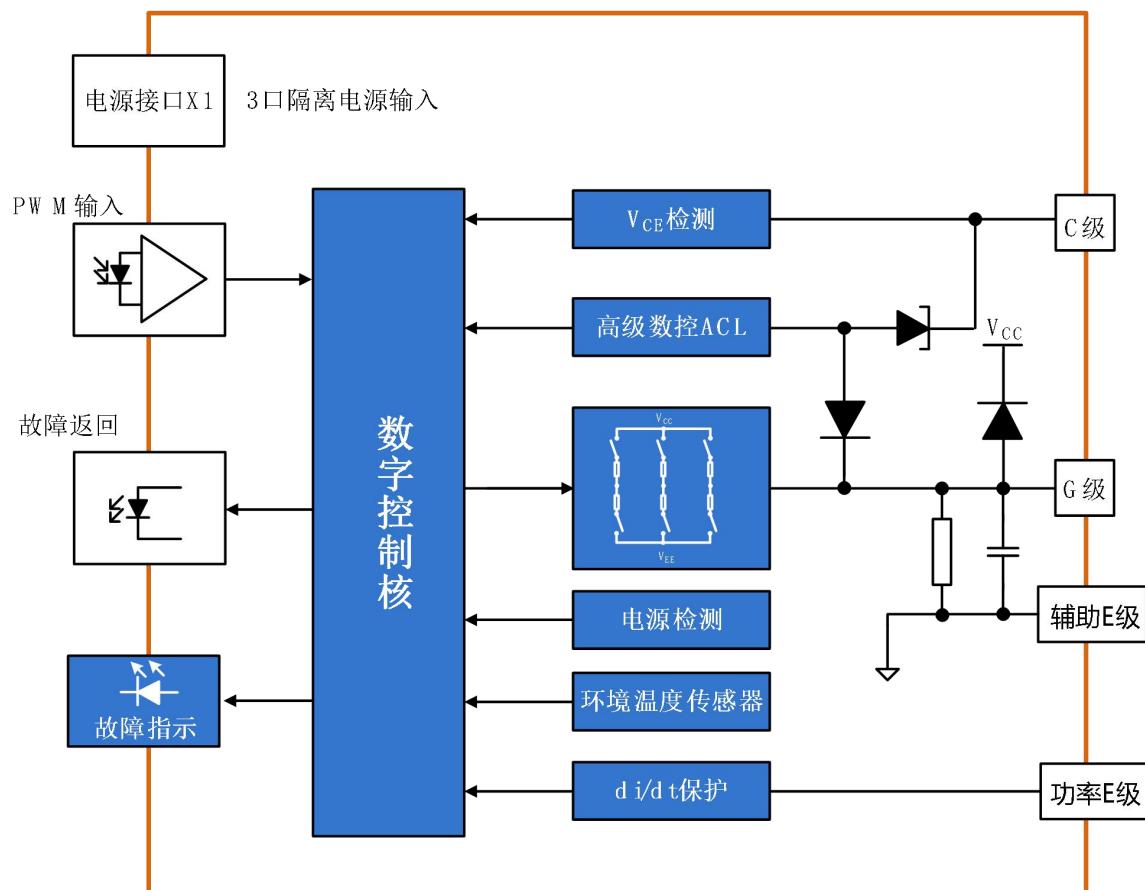


图 2 系统框架图

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 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。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(黄灯)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

IGBT 模块的工作状况，强烈依赖于具体的变换器结构。系统启动之前，建议用单脉冲或双脉冲测试方法检查每个 IGBT 模块。

Firstack 特别提醒：即使在最恶劣的条件下，也要确保 IGBT 模块不会超过 SOA 规定的工作范围。

机械尺寸图

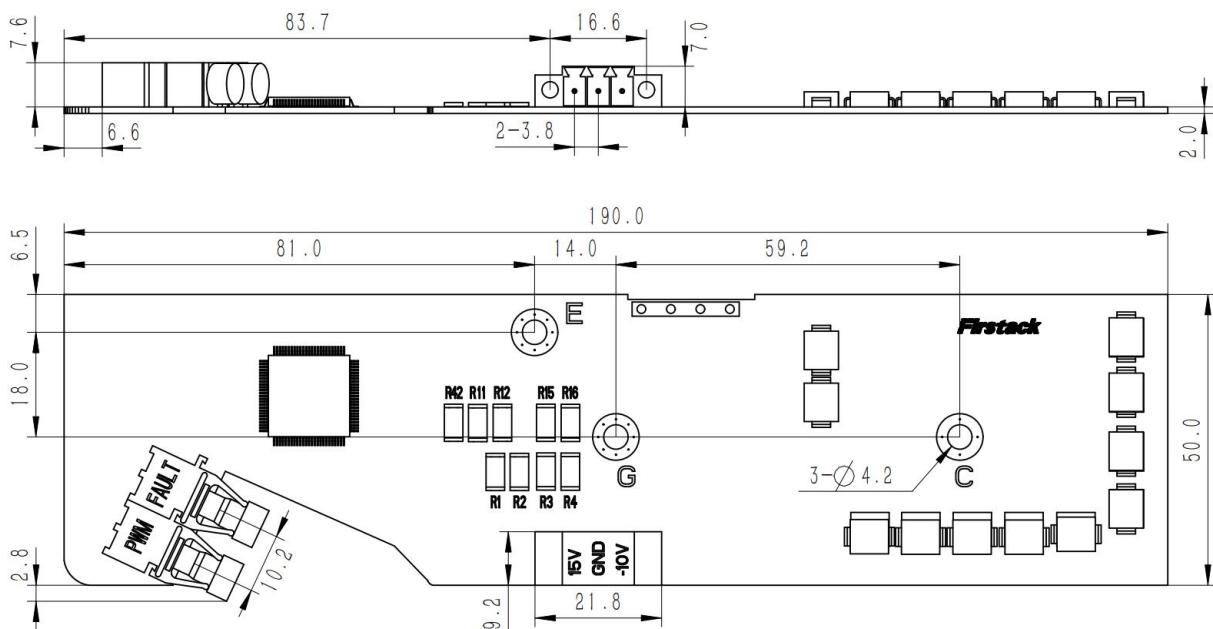


图 3 HV1027P 尺寸图 (单位: mm)

备注: 1. 板厚公差±10%;

2. 其余尺寸公差参考 GB/T1804-m。

接插件厂家及型号

序号	标号	厂家	型号	推荐配套端子
1	#1	伍尔特	691325310003	691364300003
2	PWM, F3	Avago	HFBR-2521	
3	FAULT	Avago	HFBR-1521Z	

引脚定义

P1 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	V _{CC}	原边正压输入	2	GND	原边参考地
3	V _{EE}	原边负压输入			

状态指示灯说明

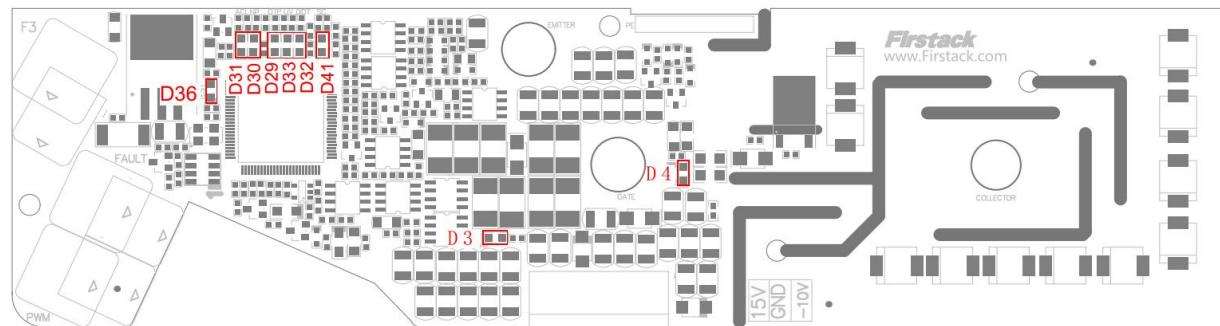


图 4 状态指示灯

为了方便客户使用，Firstack 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	D31	ACL	一次 ACL 触发即常亮，除非重启
2	D30	NP	一次 NP 触发即常亮，除非重启
3	D29	OTP	一次过温触发即常亮，除非重启
4	D33	UV	一次欠压触发即常亮，除非重启
5	D32	DIDT	一次短路触发即常亮，除非重启
6	D41	SC	一次短路触发即常亮，除非重启
7	D36	TEST	无故障时亮，反之则灭
8	D3	Power	上电即常亮，反之则灭
9	D4	GE	GE 信号指示灯，开通时亮，反之则灭

驱动参数

绝对最大额定值

参数	备注	最小	最大	单位
V_{CC}	对地	14.5	15.5	V
V_{EE}	对地	-9	-10	V
门极最大输出电流		-30	+27	A
单路输出功率	环境温度 85°C	3		W
工作温度		-40	+85	°C
存储温度		-40	+85	°C
开关频率			5	kHz

推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}		14.5	15	15.5	V
V_{EE}		-9	-9.5	-10	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		0.11		A

电源监测

正压欠压保护阈值		12.7	V
负压欠压保护阈值		-6.5	V
欠压保护滞环宽度		0.6	V

短路保护

V_{CE} 保护监测阈值 (电阻检测)	注 2	600	V
V_{CE} 短路保护响应时间	$V_{DC}=2500V$	10	us
di/dt 短路保护响应时间	注 3	7.2	us
阻断时间	注 4	90	ms

有源钳位阀值

有源钳位阀值	4500V 型号	3520	V
--------	----------	------	---

	6500V 型号	4750	V
	4500V 型号	4090	V
动态钳位阈值	6500V 型号	5320	V
时间特性			
开通延时	注 5	400	ns
关断延时	注 6	480	ns
上升时间	注 7	15. 5	ns
下降时间	注 8	12. 5	ns
故障保持时间	注 9	30	us

除非有特殊说明，所有的数据都是基于+25°C 环温以及 $V_{cc}=15V$ 和 $V_{ee}=-9.5V$ 下测试。

注解说明：

1. 电源电流：FPS08-15K 电源 15V 输入时，连接 HV1027P 驱动板后所增加输入电流。驱动板没有输入任何 PWM 信号，但连接 IGBT 模块；
2. V_{ce} 保护监测阈值：检测回路比较器判定发生短路时 V_{ce} 的电压值。当 V_{ce} 电压值达到该阈值并持续一定时间后，驱动器报短路故障，否则不报故障；
3. 响应时间：短路保护响应时间指 V_{ce} 两端电压达到阈值时刻到开始执行软关断之间的时间；
4. 阻断时间：短路保护响应后，驱动器屏蔽 PWM 输入信号的时间；
5. 开通延时：不连接 IGBT 的条件下，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；
6. 关断延时：不连接 IGBT 的条件下，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；
7. 上升时间：不连接 IGBT 的条件下，从门极关断电压(-9.5V)的 10%至门极开通电压(+15V)的 90%的时间量；
8. 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(-9.5V)的 10%时间量；
9. 故障保持时间：驱动器报短路故障后，故障光纤返回无光信号的时间。

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, 有明显的竞争力。

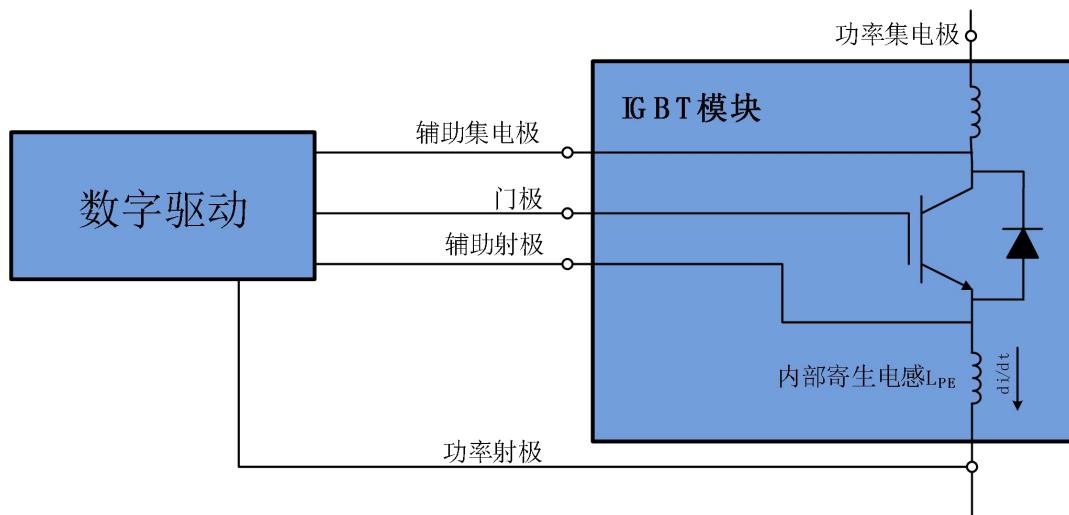
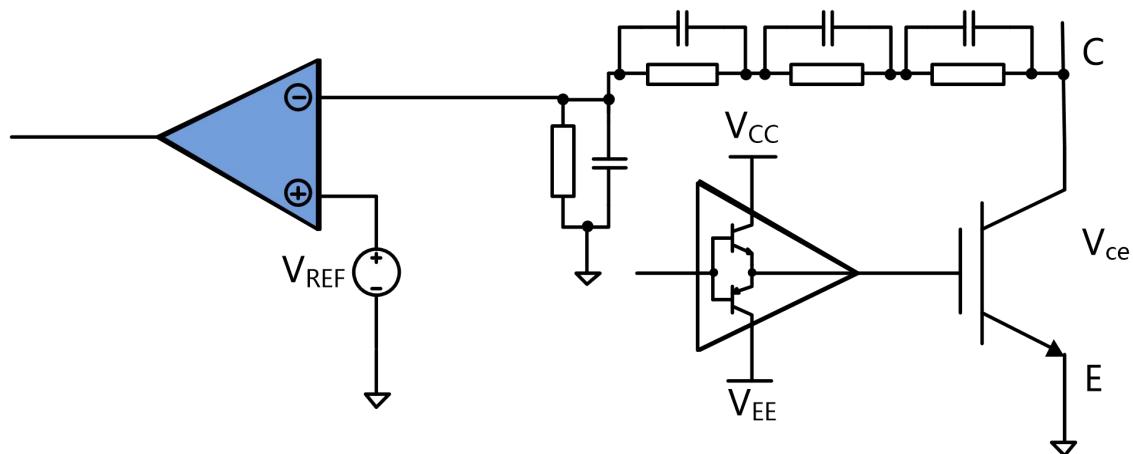


图 5 di/dt 检测电路

◆ 短路保护— V_{CE} 检测

驱动电路通过检测 IGBT 开通时的集电极-发射极电压 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} 电压超过设定阈值时, 驱动判定 IGBT 处于短路状态, 经过一定的响应时间后, 启动软关断, 将 IGBT 缓慢地关断, 同时将故障信号返回给上位机。

图 6 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。

为了抑制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 10us 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。

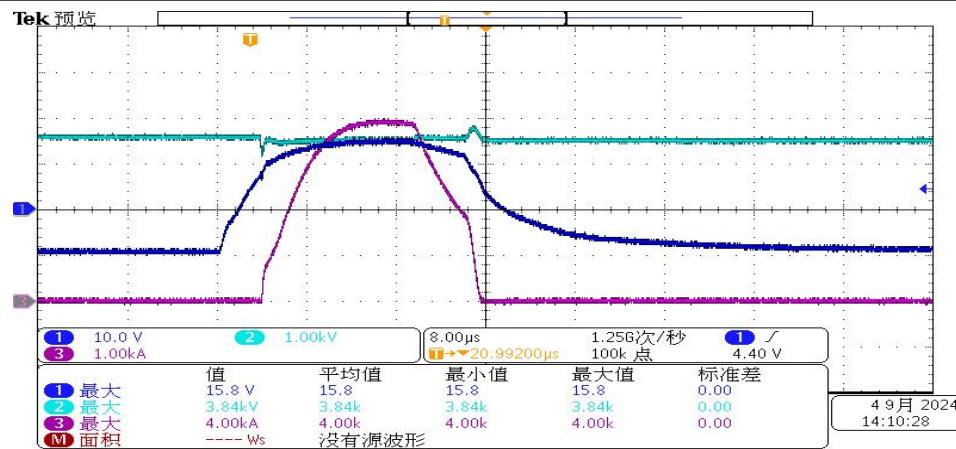


图 7 FZ750R65KE3 在 3600V 下的短路波形

上图中，CH1: VGE（蓝色）；CH2: VCE(青色)；CH3: IC(紫色)

图 7 显示的是由 Firstack IGBT 驱动电路控制的 6500V/750A IGBT (FZ750R65KE3) 在直流母线为 3600V 时的短路波形。短路电流峰值 4280A (5.7 倍于额定电流)，在软关断的作用下， I_c 缓慢下降， V_{ce} 过冲仅为 280V，安全地关断了 IGBT。

◆ 数控高级有源钳位

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，Firstack 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。

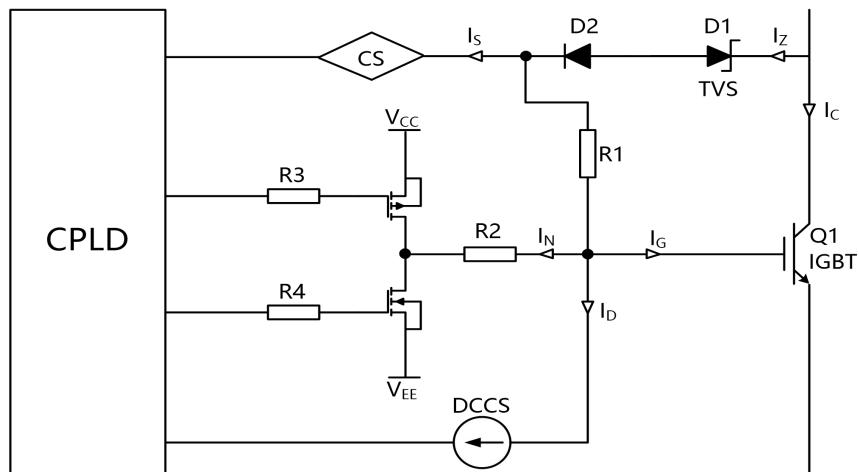


图 8 有源钳位原理示意图

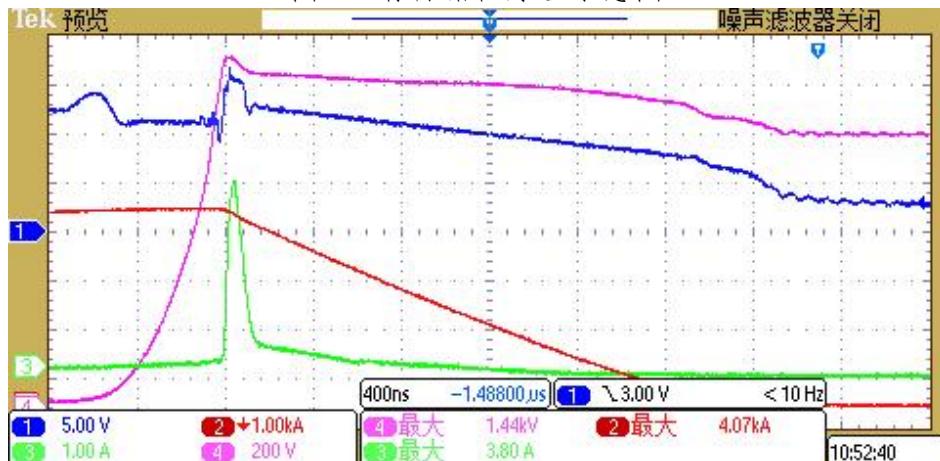


图 9 数控有源钳位波形

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, 分级关断技术具有关键性作用。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。

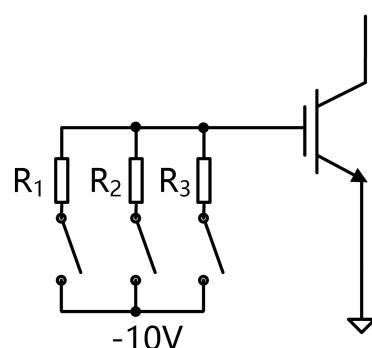


图 10 分级关断原理图

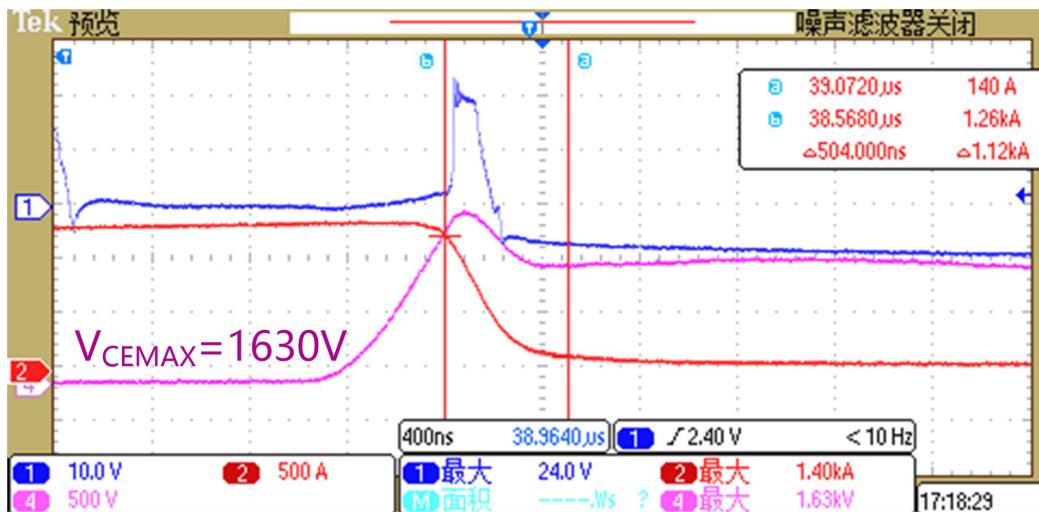


图 11a 不带分级关断

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

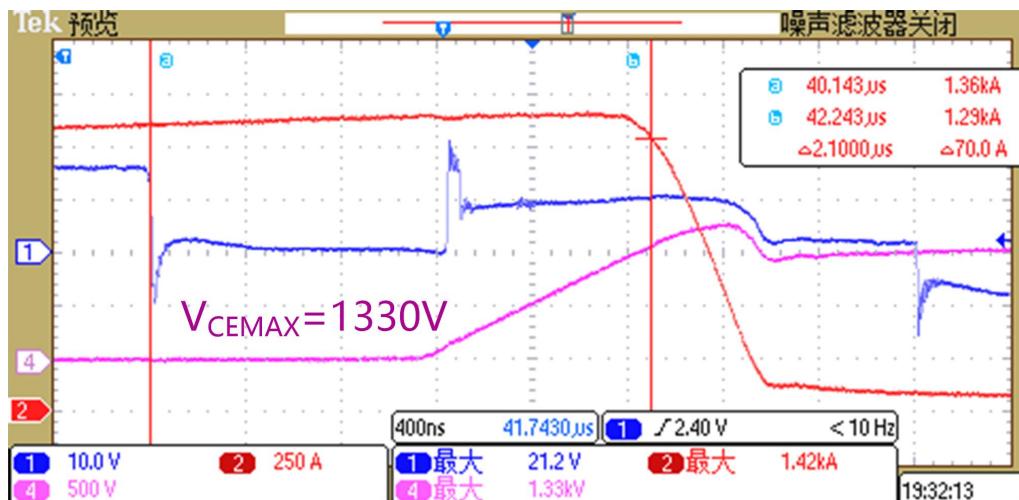


图 11b 带分级关断

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

◆ 高鲁棒性 DC/DC

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。

为了提高驱动的可靠性, Firstack 智能驱动提出了“高鲁棒性 DC/DC”的概念, 在保持开环的前提下, 驱动器可以承受 GE 短路。

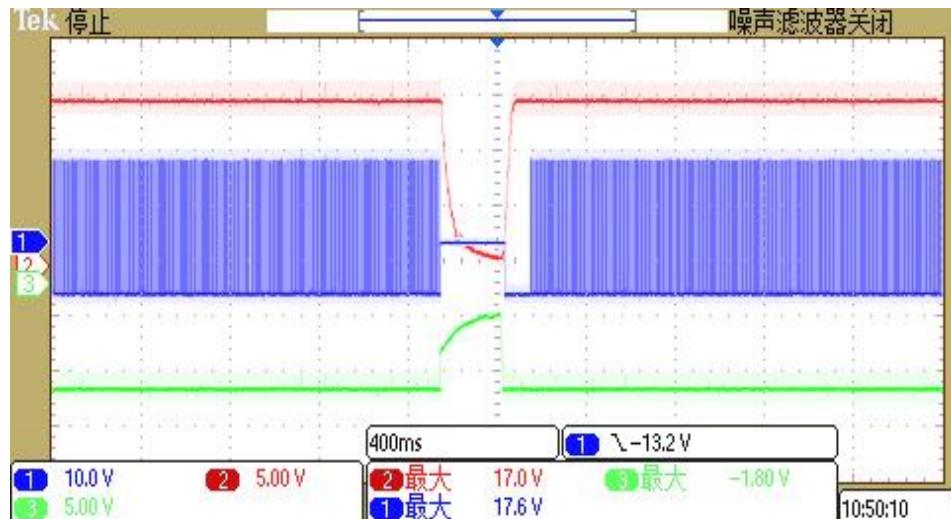


图 12 GE 短路

上图中, CH1 (蓝色) = V_{GE} , CH2 (红色) =+15V(副边), CH3 (绿色) =-10V(副边)

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, 驱动板恢复正常状态。

注: 门极电阻较小的情况下, 或门极电阻过大 ($>10\Omega$) 情况下, 此功能可能不适用。

◆ 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, Firstack 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。

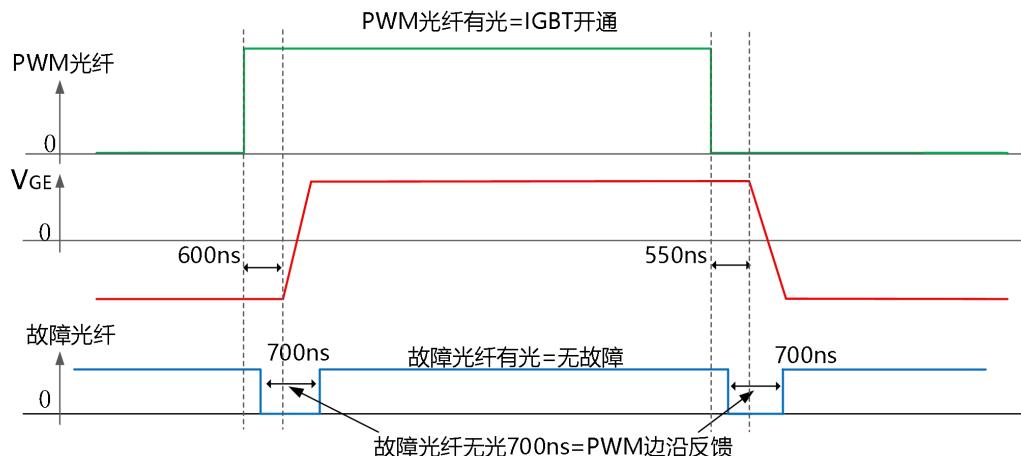


图 13a 正常情况下

2、当驱动板检测到故障后, 返回光纤头的灯将熄灭 30us 以上, 作为故障信号通知

上位机。

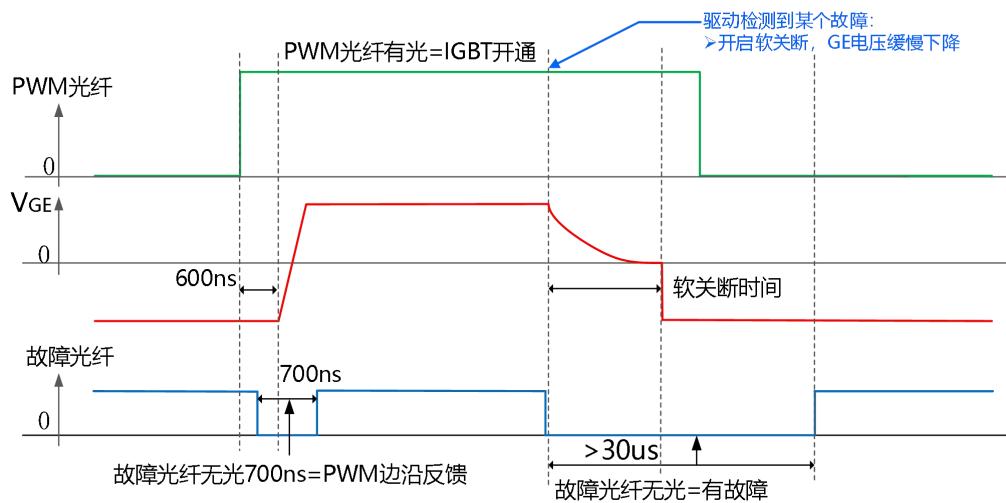


图 13b 故障情况下

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

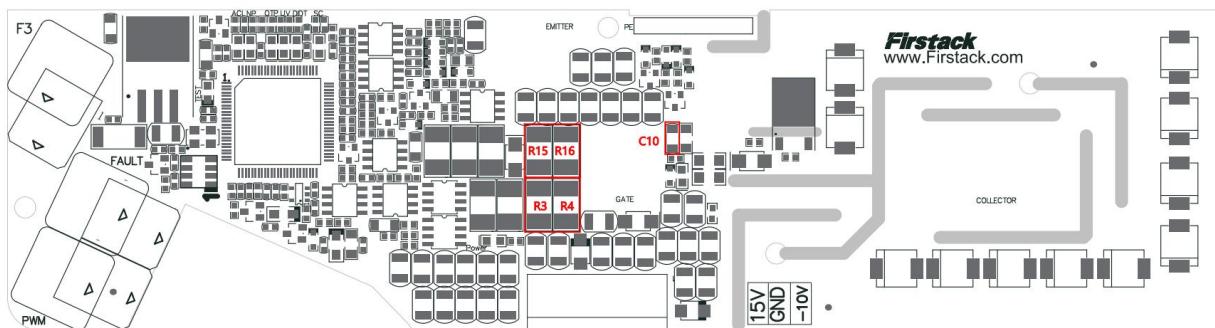


图 14 门极电阻位置指示图

门极电阻计算公式

	R_{GON}	R_{GOFF}	C_{GE}
单管	$R3//R4$	$R15//R16$	$C10$

IGBT 模块	驱动器型号	C_{GE} (nF)	R_{gon} (Ω)	R_{goff} (Ω)
ALL 4500V IHV model	HV1027P-2V-45-A1	NC	NC	NC
ALL 6500V IHV model	HV1027P-2V-65-A1	NC	NC	NC
FZ1200R45KL3_B5	HV1027P-2V-FZ1200R45KL3	NC	1.8	$\approx 6*$
YMIF1200-45	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
TIM1200ASM45-PSA011	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
5SNA1200G450300	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
5SNA1200G450350	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
CM1200HG-90R	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
5SNA1500G450350	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
5SNA0800J450300	HV1027P-2V-5SNA1200G450300	220	1.8	$\approx 5*$
MBN1200H45E2-H	HV1027P-2V-MBN1200H45E2-H	NC	5	$\approx 5*$
MBN800H45E2-H	HV1027P-2V-MBN1200H45E2-H	NC	5	$\approx 6*$
MBN1500FH45F-H	HV1027P-2V-MBN1500FH45F-H	NC	5	$\approx 10*$
TIM1500A2SM45-TSA000	HV1027P-2V-TIM1500A2SM45-TSA000	220	1.8	$\approx 6*$
FZ800R45KL3_B5	HV1027P-2V-FZ800R45KL3_B5	220	1.8	$\approx 6*$
TIM800XSM45-PSA011	HV1027P-2V-FZ800R45KL3_B5	220	1.8	$\approx 6*$
CM800HG-90R	HV1027P-2V-CM800HG-90R	NC	5	$\approx 20*$
TIM1200ASM45-PSA012	HV1027P-2V-476Z-TIM1200ASM45-PSA012	220	1.8	$\approx 6*$
DIM1200ASM45-TF001	HV1027P-2V-DIM1200ASM45-TF001	220	3.1	$\approx 6*$

备注：

- 1、强烈建议针对常规的 IGBT 模块选择推荐的驱动板型号和门极参数，这些型号和参数都是经过充分测试验证以及大规模生产和出货，在交期上会有优势。
- 2、*表示等效的关断电阻阻值，推荐的驱动板型号采用了分级关断技术来优化 IGBT 的关断过程，包括延时，损耗，尖峰等等，实际的关断特性需要基于实际的模组和应用条件测试。
- 3、以上门极参数的应用要求母排杂感小于 200nH；
- 4、采用推荐驱动板型号及参数时，建议变流器的死区设置 $\geq 8\mu s$ ；
- 5、如果认为列表中匹配 IGBT 模块的门极参数不合适，建议使用不带门极电阻的型号，在测试和批量生产阶段，价格和交货时间方面都有显著优势。型号分别是 HV1027P-2V-45-A1 和 HV1027P-2V-65-A1。这两个型号要求客户自行焊接栅极电阻并涂上三防漆（只需要喷涂门极电阻区域，其他位置都已经全部按标准喷涂完成）。详细信息请参阅我公司的使用说明书《IGBT 驱动器通用型号贴片门极电阻焊接指导手册》。

订购信息

HV1027P 可以支持多个厂家不同型号的 IHV 模块。如有购买需求，请联系工作人员，我们将提供最符合您需求的驱动。

变更信息

2026-01-09 新增 IGBT 型号及推荐驱动器型号

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

