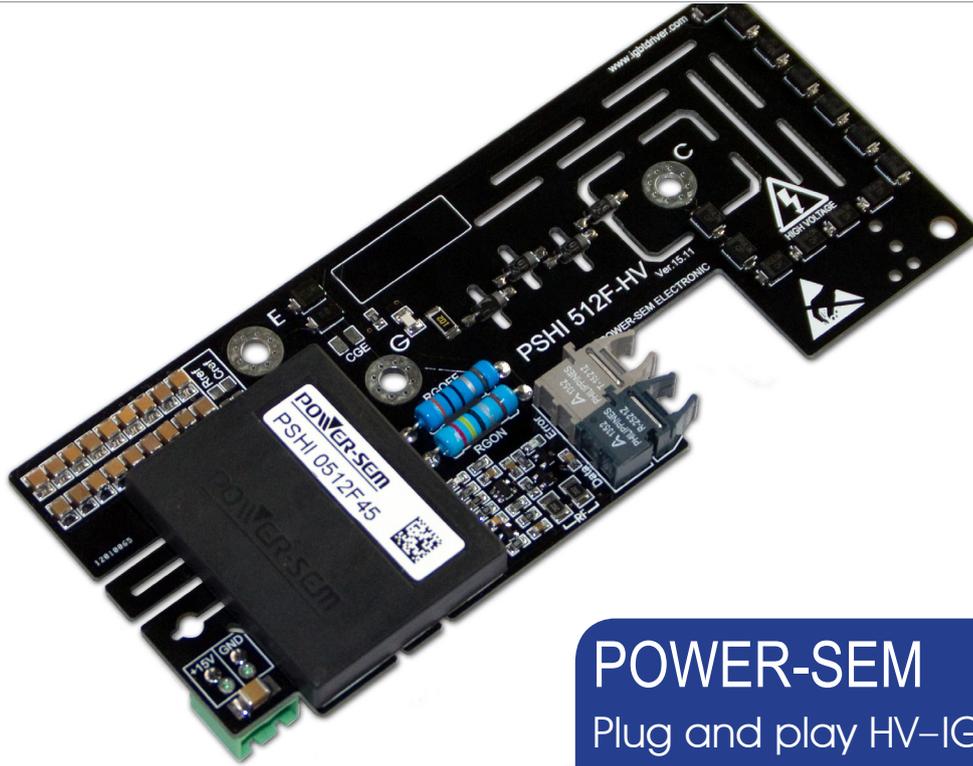


PSHI 512F-HV

单路 HV-IGBT 即插即用驱动器

POWER-SEM

Special core makes you more professional



POWER-SEM

Plug and play HV-IGBT Driver

PSHI 512F-HV

3300V...6500V 单路 HV-IGBT 即插即用驱动器

特点

- 基于 ASICs 设计的单路即插即用 IGBT 驱动器
- 支持 3300V, 4500V 及 6500V 单路 HV-IGBT 模块
- 动态监测 V_{CEsat} 提供短路 (过流) 保护
- 门极电压 V_{GE} 欠压保护 ($> -7.5V, < +12.5V$ 保护)
- 故障“软关断”
- 动态“软关断”及有源钳位
- 内置高隔离 DC/DC 电源
- 隔离电压 12kVac • 1 分钟 (Max.)
- $\pm 40A$ 峰值电流输出
- 门极驱动电压 $+15V / -15V$
- 500ns 电信号转换时间
- 430ns 故障电信号返回时间
- 400ns 窄脉冲抑制
- 最高工作频率 15kHz
- 光纤接口
- 原边 - 付边空气间隙 32mm
- 原边 - 付边爬电距离 42mm
- 符合 IEC 60077-1 标准

应用

- 牵引
- 智能电网
- SVG 及 APF
- 中压变频器
- 矿用逆变器
- 中压逆变器
- 风电变流器
- 脉冲电源

基于 POWER-SEM 专用芯片组 (ASICs) 设计, 采用标准驱动核加简单外围的模块化组合方案, 电路简单, 结构紧凑, 使用方便, 性价比高。驱动核采用有机硅胶真空灌封, 具有抗冲击, 耐候, 抗老化及良好的电绝缘性能 ($\geq 25kV/mm$) 和优异的防水防潮性能。有机硅胶具有高度稳定的物理特征, 耐高低温、耐氧化、耐腐蚀, 适合于高海拔及恶劣环境下长期使用。驱动器适配板表面涂覆三防保护漆, 做到防水、防尘及防盐雾。

驱动器具备短路保护, 欠压保护, 门极异常保护, 故障“软关断”, 有源钳位以及动态尖峰抑制等基本功能。

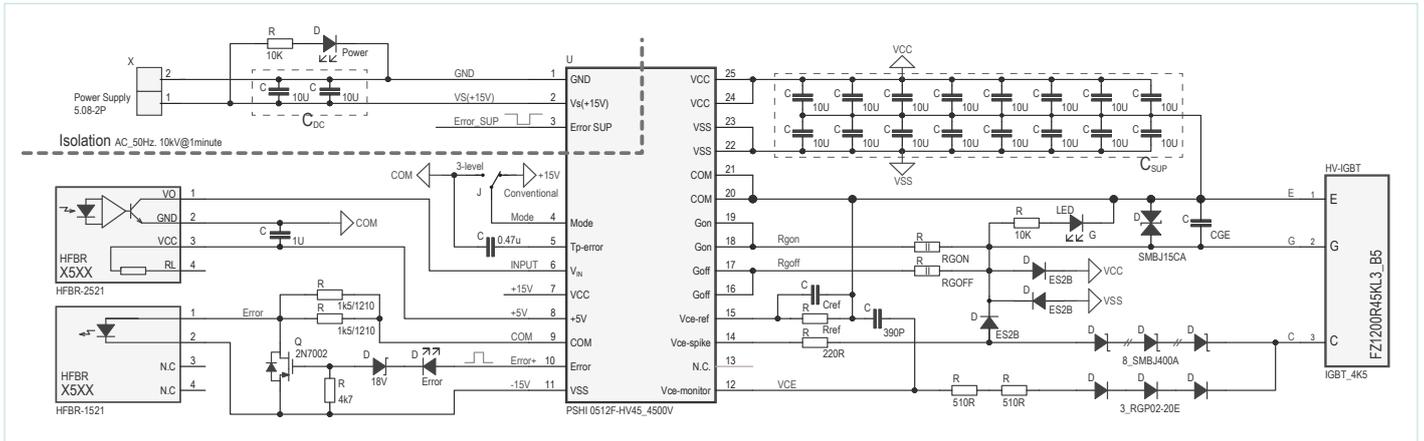
驱动器具有很强的适应能力, 只需简单调整 IGBT 门极电阻 R_{Gon}, R_{Goff} 及参考曲线 V_{Cref} 的值即可驱动相同封装外壳的 HV-IGBT 模块。

驱动器采用即插即用设计意味着安装即可使用, 用户无须为调试及参数匹配投入更多的精力。

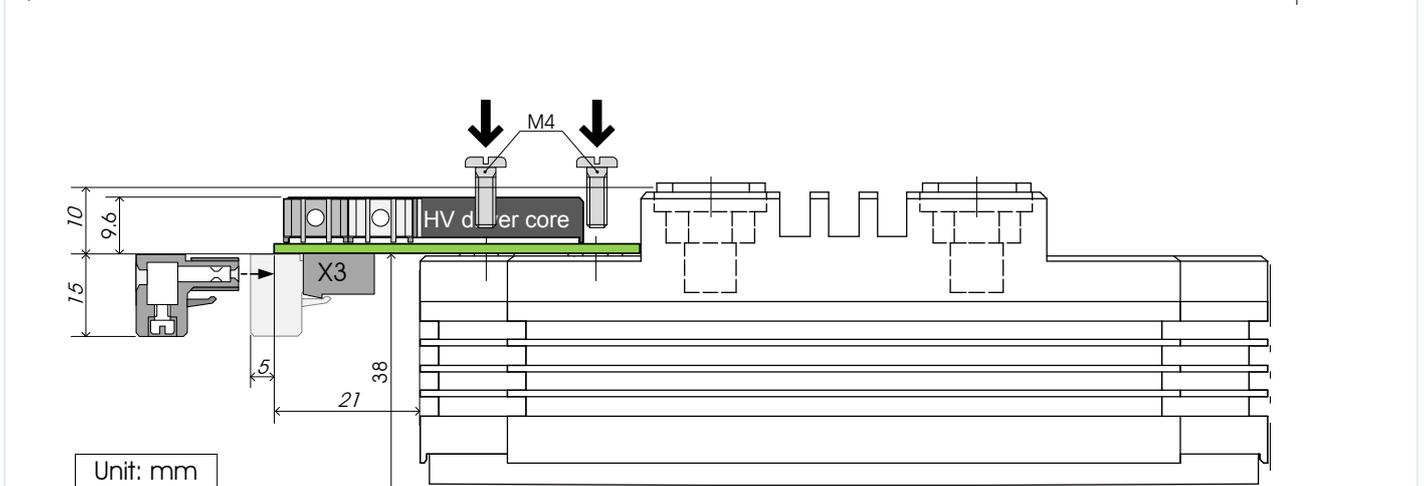
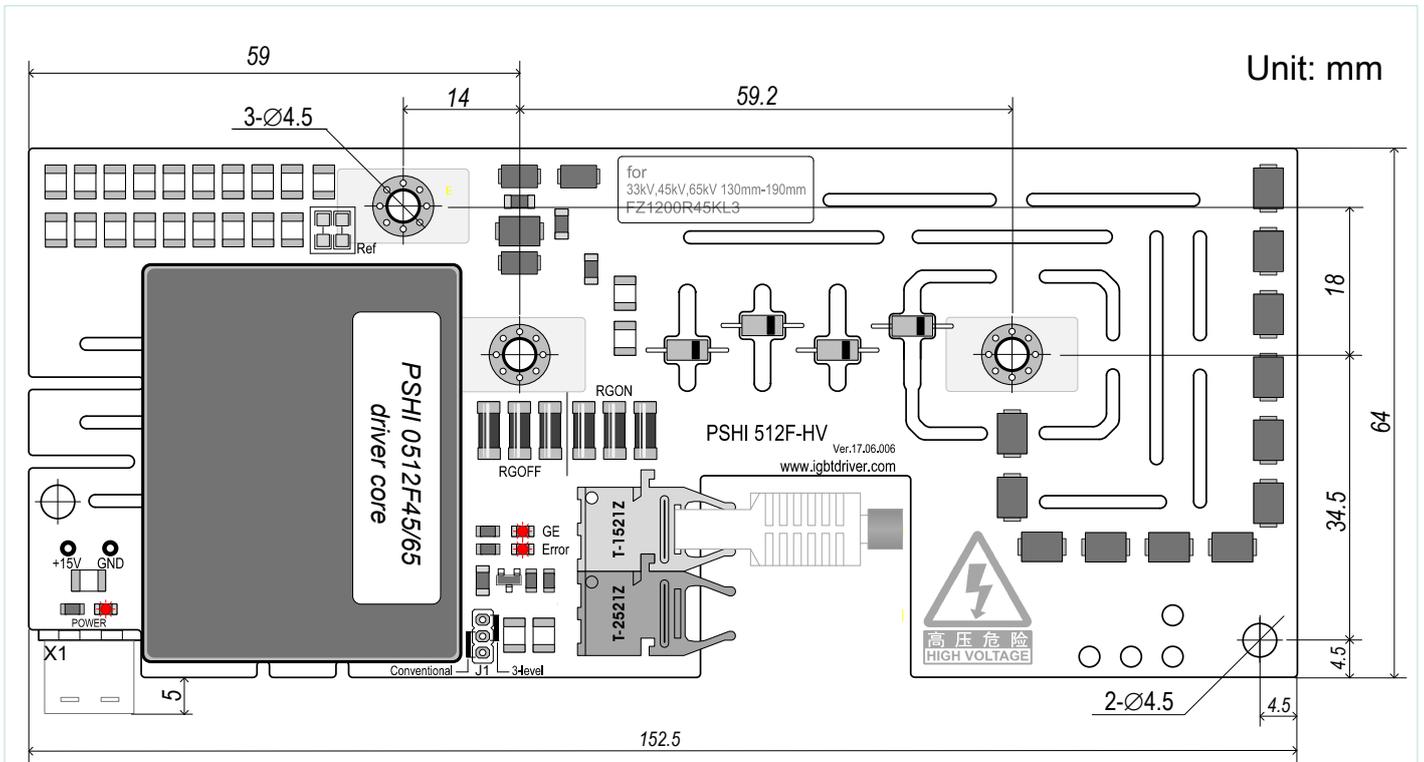
驱动器集成高隔离耐压的 DC/DC 隔离电源, 隔离电压高达 12kV 交流 50Hz • 1 分钟, 使控制侧免受高压损害, 用户可以无须配置价格昂贵的高压隔离电源, 降低使用成本。



构成原理



外形及安装尺寸

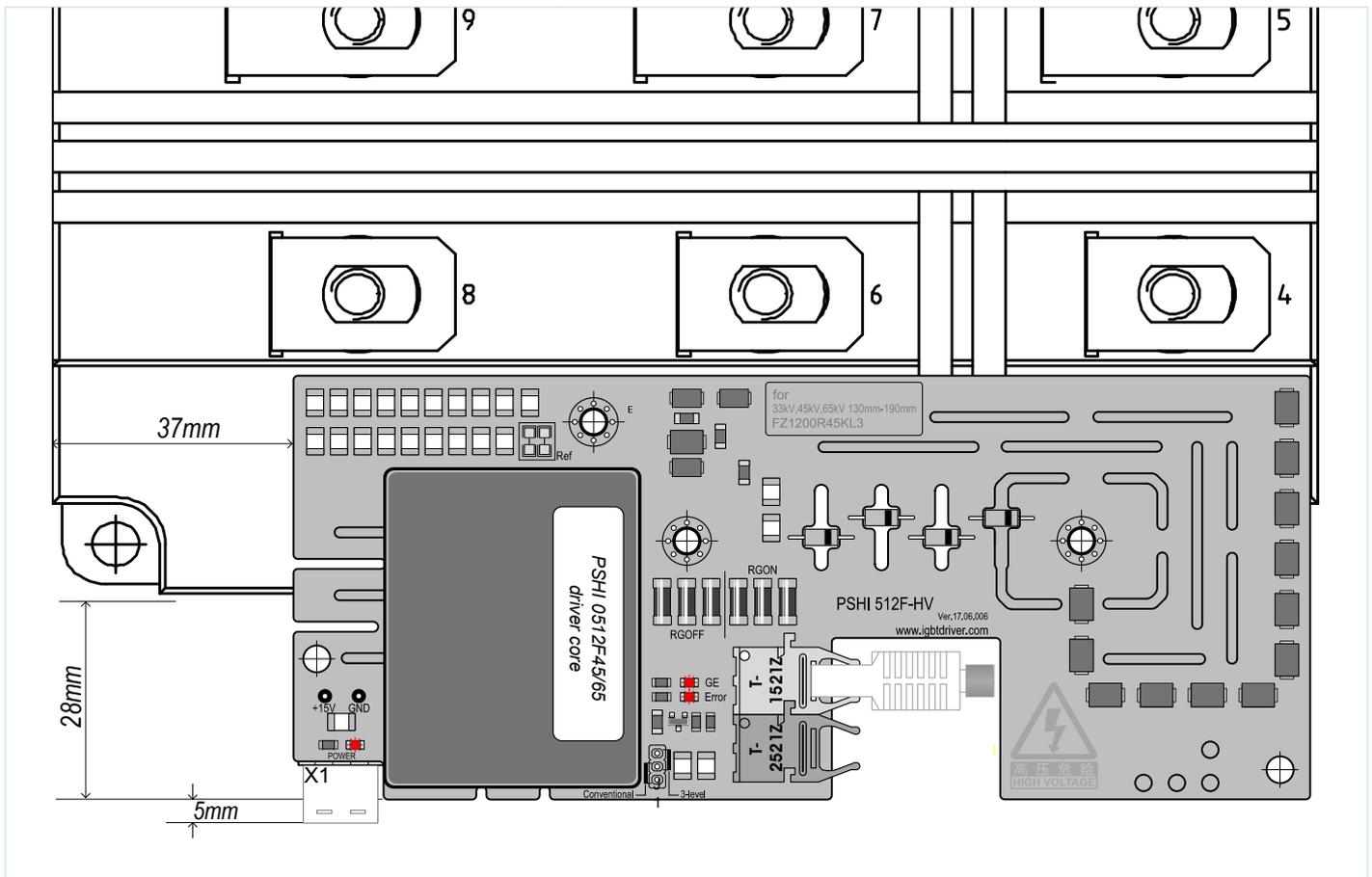


PSHI 512F-HV

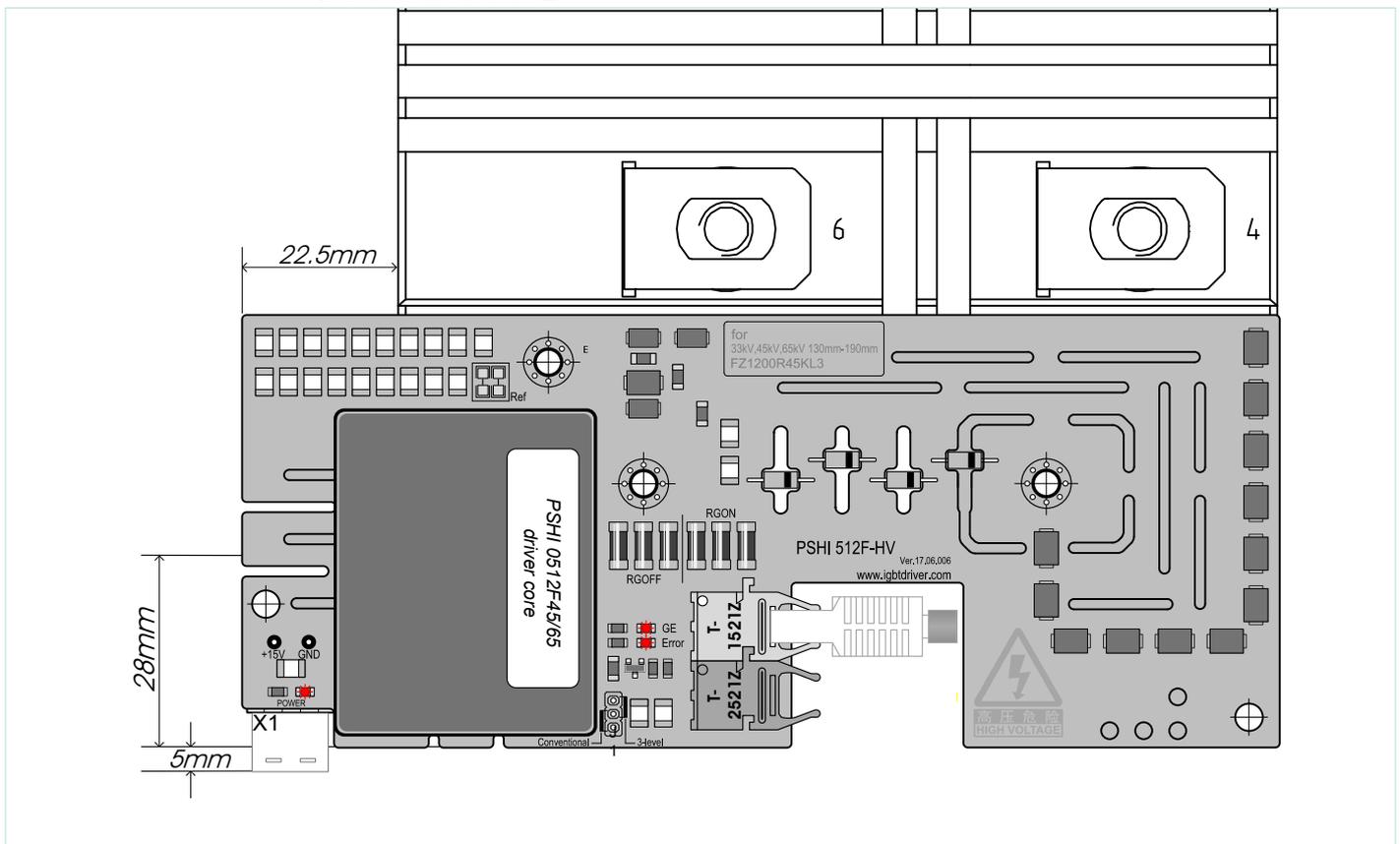
单路 HV-IGBT 即插即用驱动器

Special core makes you more professional

190mm×140mm IGBT 模块装配尺寸示意图



130mm×140mm IGBT 模块装配尺寸示意图



极限参数 (Ta=25°C)

符号	含义	参数	单位
V _{S MAX.}	原边电源电压最大值	+16	V
I _{S MAX.}	原边电源电流的最大值	400	mA
P _{DC/DC}	DC/DC 隔离电源输出的总功率	4	W
I _{OD(ERROR)}	最大故障信号输出电流 (P 沟道 MOS-FET 漏极开路输出)	40	mA
I _{outAV}	平均电流输出	150	mA
I _{outPEAK}	峰值电流输出	±40	A
V _{CES}	IGBT 集电极 - 发射极电压 PSHI 0512F-33 PSHI 0512F-45 PSHI 0512F-65	3300 4500 6500	V
V _{isol}	原边 - 副边隔离电压 (AC 50Hz•1 分钟) PSHI 0512F-33 PSHI 0512F-45 PSHI 0512F-65	8 10 12	kV
R _{Gon/off min}	最小门极开通 / 关断电阻	0.6	Ω
Q _{out/pulse}	输出电荷	±40	μC
dv/dt	电压变化率	75	kV/μs
f _{SW max}	最高工作频率	20	kHz
T _{op}	工作温度	-45...+85	°C
T _{stg.}	储存温度	-45...+85	°C

电气参数 (Ta=25°C)

符号	含义	参数			单位
		Min.	Typ.	Max.	
V _S	原边电源电压	14.5	15	15.5	V
I _S	原边空载电流 f _{SW} =0 f _{SW} =10kHz		110 ^① 120		mA
V _{IT+}	输入高电平门槛电压	12.4			V
V _{IT-}	输入低电平门槛电压			4.5	V
R _{in}	输入阻抗		2.7		kΩ
V _{G(on)}	门极开通电压		+15		V
V _{G(off)}	门极关断电压		-15		V
t _{d(on)IO}	开通信号输入 - 输出延时 驱动核延时 HFBR-1414TZ / HFBR-2412TZ HFBR-1521Z / HFBR-2521Z		500 650 650		ns
t _{d(off)IO}	关断信号输入 - 输出延时 驱动核延时 HFBR-1414TZ / HFBR-2412TZ HFBR-1521Z / HFBR-2521Z		500 700 775		ns
t _{d(ern)}	故障信号返回延时 V _{CE} 故障发生 - 错误信号输出		200		ns
t _{md}	窄脉冲抑制时间		400		ns
V _{CEstat}	V _{CE} 监测参考电压		65		V
V _{Level}	逻辑电平 (电压尖峰; 模式选择)		+8		V
t _{peror}	故障信号宽度		250 ^②		mS
t _{Presef}	自动复位间隔时间	250			mS
C _{PS}	一二次之间的分布电容		10		pf

① 该值包含光纤发射器电流 (I_f=20mA)。

② 该值可以通过适配板上外接 C_{ip} 电容自由调整, 外接电容的最大值为 0.47μF (出厂默认), 对应的故障宽度 250mS, 复位间隔时间最小值为 250ms。

POWER-SEM
Single HV-IGBT Driver

PSHI 512F-HV-33

PSHI 512F-HV-45

PSHI 512F-HV-65

单路 HV-IGBT 即插即用驱动器

一, 简介

PSHI 512F-HV 系列驱动器针对阻断电压 3300V, 4500V 及 6500V HV-IGBT 模块设计, 适配 130mmX140mm 及 190mmX140mm 封装壳体通用的智能型即插即用驱动器。驱动器核心基于 IGBT 驱动专用芯片组 (ASICs) 设计, 采用标准驱动核 (PSHI 0512F-HV) 加少量外围电路的模块化设计, 紧凑高效且可靠。

PSHI 0512F-HV 驱动核采用有机硅胶真空灌封, 具有抗冲击, 耐候, 抗老化及超高的介电强度 (≥25kV/mm) 和优异的防水防潮性能。驱动器适配板表面涂覆三防保护漆, 做到防水、防尘及防盐雾。驱动器具有很强的适应能力, 通过改变外接的几个参数或功能即可适应不同的应用, 只需简单调整 IGBT 门极电阻 R_{Gon}, R_{Goff} 及参考曲线 V_{CEref} 的值即可驱动不同电流等级的 HV-IGBT。

为了提供高抗干扰能力, 驱动器采用光纤信号控制。控制信号采用 +15V 电平输入, 整个逻辑处理同样用 +15V 电压完成。

驱动器支持普通二电平应用及三电平 (多电平) 串联应用。

驱动器具备短路 (过流) 保护, 电源欠压保护, 动态尖峰抑制及门极电压监测, 确保 IGBT 高效可靠工作。

驱动器具有“软关断”功能以用来保护 IGBT 在电路短路情况下免受高尖峰电压的损害, 故障时自动增加关断电阻来延长关断时间, 降低电压过冲, 提高 IGBT 的可靠性, 使得 IGBT 可以应用在直流电压更高的场合。同时也降低了有源钳位电路的功耗。

驱动器具有动态“软关断”功能以用来动态抑制关断尖峰, 当尖峰传感器 (有源钳位电路) 监测到过高的尖峰电压时自动开启“软关断”以减缓关断速度, 从而降低电压过冲, 提高 IGBT 的可靠性。

驱动核内部集成了一个 DC/DC 隔离电源以产生驱动 IGBT 所需要的 ±15V 门极驱动电压。DC/DC 电源原边 (一次侧) 与副边 (二次侧) 之间可以承受交流 10kVac•1 分钟的高隔离电压, 使得控制侧免受来自副边侧的高电压损害, 确保控制侧的安全。DC-DC 电源的原边 +15V 电源可以直接来自控制系统, 多块驱动器可以共用一个 +15V 电源, 无需隔离。

PSHI 512F-HV-17 适配阻断电压 1700V HV-IGBT 模块;
PSHI 512F-HV-33 适配阻断电压 3300V HV-IGBT 模块;
PSHI 512F-HV-45 适配阻断电压 4500V HV-IGBT 模块;

二, 系统构成与应用

2.1 控制信号

PSHI 512F-HV 驱动器采用光纤型号控制, 标配 (出厂默认安装) 的光纤端子为 AVAGO HFBR-1521Z (发射端子) 及 HFBR-2521Z (接收端子)。驱动器同时支持 AVAGO HFBR-1414TZ (发射) 及 HFBR-2412TZ (接收) 光纤收发端子 (在订货时需要特殊注明)。

驱动器为正逻辑控制, 即光纤有光, IGBT 导通; 光纤熄灭, IGBT 关断。

状态反馈为正常工作时光纤常亮; 故障时光纤熄灭。

PSHI 512F-HV 驱动核的光纤信号输入端口 V_{in} 具有很强的防抖动能，输入级施密特触发器的阈值为：

V_{in}	V_{TH} (High)	V_{TL} (Low)
OP input level	12.5V	4.5V

为进一步提高抗干扰性能，PSHI 0512F-HM 驱动核内部集成了一个 400ns 窄脉冲抑制电路，小于 400ns 的窄脉冲将被抑制。如图 2.1

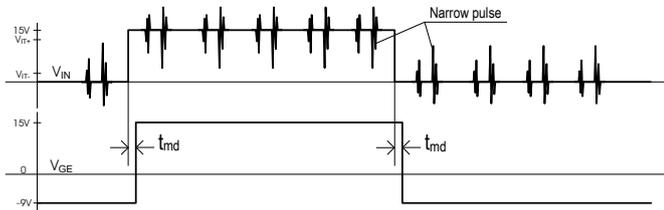


图 2.1，窄脉冲抑制示意图

2.2 故障管理

驱动器具备短路（过流）保护，门极电压欠压保护，动态尖峰抑制及故障“软关断”。

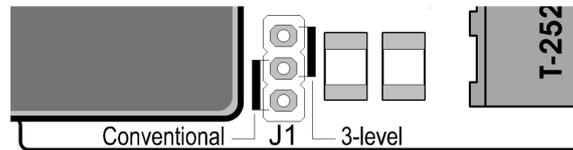
在常规模式下，当驱动器监测到故障时，驱动器将立即 IGBT 并封锁输出，同时通过光纤发射端子 (HFBR-1521Z) 发出故障信号（光纤“熄灭”），故障信号宽度大约 250ms，信号封锁时间最小值同样为 250ms。通过减小 C_{TP} 电容值可以缩短故障信号宽度，不接为 40μs 最小值；出厂默认安装 0.47μF，故障宽度大约为 250ms。

故障复位：

故障状态维持 250ms 后驱动器降自动复位，并在关断信号到来时解除封锁，恢复到正常工作状态。

故障模式：

通过 J1 跳线可以使驱动器工作在“常规”二电平模式或者“三电平”串联模式。J1 跳线 (3P 插针 2mm 针距) 位置如下所示：



“常规”二电平模式下，故障时驱动器降“软关断”IGBT 并封锁输出，适合常见的二电平应用；

“三电平”串联模式下，故障时驱动器仅通过光纤发射端子 (HFBR-1521Z) 反馈一个故障信号（光纤“熄灭”），不对信号输出进行任何干预，不主动关断 IGBT 也不封锁门极信号，而是由控制器来处理故障关断。如三电平或多电平拓扑，由控制器来实现按时序关断 IGBT；直接串联拓扑则由控制器实现同步关断 IGBT。如图 2.2

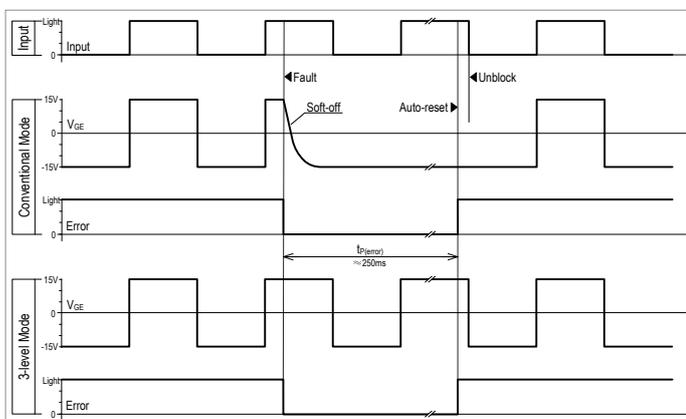


图 2.2，二种故障模式波形示意图

2.3 电源

PSHI 0512F-HV 驱动核内部集成了一个 4W 输出功率，隔离电压高达 12kVac•1 分钟的 DC-DC 隔离电源，可以产生驱动 IGBT 所需要的 +15V/-15V 副边电压。DC-DC 隔离电源的原边 +15V 电源可以直接来自控制系统，多块驱动器可以共用一个 +15V 电源，无需

隔离。

当然，如果使用一个高隔离电压的 15V 电源作为二次隔离为驱动器供电，系统将更加安全。

副边（二次侧）欠压监测，

副边 +15V 电源 (V_{GE}) 电压低于 12.5V 保护；

副边 -15V 电源 (V_{GE}) 电压高于 -10.5V 保护。

⚠ 驱动器内置的 DC-DC 隔离稳压电源自身未作任何短路保护，在使用过程中谨防 +15V、-15V 与模拟地 COM 之间短路以及门极驱动信号输出短路！

2.4 IGBT 的连接

门极的连接：

PSHI 512F-HV 为即插即用设计的通用 HV-IGBT 驱动器，可直接安装到 130mm×140mm 及 190mm×140mm 壳体尺寸且与驱动器集电极 C、门极 G 及发射极 E 的安装尺寸相适应的 HV-IGBT 模块上。

驱动不同品牌同等级的 HV-IGBT 模块可能还需要调整门极电阻 R_{GON} 及 R_{GOFF} 的值，如果驱动器出厂预置的门极电阻 R_{GON} 及 R_{GOFF} 的值不适合实际使用，用户可以根据实际情况予以调整，在计算门极电流时还需要把 IGBT 内部的门极电阻考虑进去，因为许多大功率 IGBT 内部已经集成了一个门极电阻 R_{Gint} (参见 IGBT 说明)。

驱动器出厂预装 1W 0207 封装的精密 MELF 电阻 (2512 焊盘)，3 颗并联安装。门极电阻 R_G 的最小值不得小于 0.75 欧姆 (包含 R_{Gint})，总功率 ($R_{GON}+R_{GOFF}$) 不得小于 3W。门极电阻的耗散功率依据：

$$P_{RG} = f_{sw} \times Q_G \times \Delta V_{GE}$$

f_{sw} : 工作频率；

Q_G : $V_{GE} = \pm 15V$ 下的门极电荷；

ΔV_{GE} : 门极电压差 (+15V / -15V)。

集电极的连接：

$V_{CE\ scf}$ 监测

" $V_{CE\ scf}$ 监测电路" 负责 IGBT 短路 (过电流) 的动态监测，它在 IGBT 处于导通状态时监测 IGBT 的集电极 - 发射极电压 $V_{CE\ scf}$ ， $V_{CE\ scf}$ 监测输出端通过一组超快速高反向耐压的隔离二极管 (GRP02-20E) 连接到 IGBT 的集电极 C，直接测量饱和导通电压 $V_{CE\ scf}$ 来实现对短路 (过电流) 故障的动态监测。当发生短路故障时，IGBT 将快速退出饱和区，导通电压迅速上升至保护设定值 $V_{CE\ scf\ ref}$ ， $V_{CE\ scf}$ 监测电路将立即响应，“软关断”IGBT 并封锁输出，同时通过光纤发射端发出故障信号。

另外，PSHI 0512F-HV 驱动核所采用的有源动态 " $V_{CE\ scf}$ 监测电路" 可以快速监测到监测回路自身的连接不良或元件失效等机械故障。有源动态 " $V_{CE\ scf}$ 监测电路" 在驱动器上电时即向 IGBT 集电极 (或直流母线) 输出大约 15V/3mA 的监测电压以监测回路的连接状况，连接不良将被视为 V_{CE} 故障，并在第一个控制信号到来时报出故障并封锁输出，确保 " $V_{CE\ scf}$ 监测电路" 可靠工作。在停机维护时用户可以在外部通过电阻或开关短路该电压。

2.5 IGBT 短路与“软关断”

“软关断”电路，在短路情况下，“软关断”电路通过自动增加关断电阻来减缓 IGBT 的关断速度，经过软关断作用时间 t_{SO} 后关断 IGBT，通过减小 di/dt 来降低短路状态下的关断电压尖峰。依据尖峰电压 $\Delta V = L_s (\text{寄生电感}) \times di/dt$ ，由于在短路情况下，IGBT 的短路电流将增加到 IGBT 额定电流的 6-8 倍，并且电源回路总是存在寄生电感 L_s ，所以必须要比正常工作时更长的时间把电流减小到零，以避免过高的电压尖峰给 IGBT 带来损害。另外“软关断”电路也使“有源钳位”电路更加有效。如图 2.6

“软关断”电路的作用过程时间 t_{SO} 只维持 10μs，超过 10μs 后驱动器将正常关断 IGBT。PSHI 0512F-HV 驱动核内置的软关断电阻为 6.8Ω。

2.6 动态“软关断”与过电压尖峰抑制

PSHI 0512F-HV 驱动核附加了动态过电压尖峰抑制功能，该功能通过外部的“有源钳位”电路获得过电压尖峰信号来实现。当 IGBT 因过流故障被关断时，有必要抑制由于 di/dt 过高而出现的过电压尖峰 (参见 2.5 IGBT 短路和“软关断”)。过电压尖峰击穿外部的 TVS 电路网络直接输入到 IGBT 门极，同时通过 $V_{CE\ spike}$ 端反馈到驱

动核，驱动核自动跟踪到处在关断过程中的 IGBT 并自动增加“软关断”电阻 $R_{Goff-SO}$ 使 IGBT 进入“软关断”状态，降低关断过程中的 di/dt ，用被动“软关断”来主动控制关断过程的 di/dt ，从而有效抑制关断过程中可能出现的过电压尖峰。同时也减轻了有源钳位电路中 TVS 二极管的负担。当过电压尖峰信号消失后自动退出“软关断”过程，正常关断 IGBT。如图 2.6

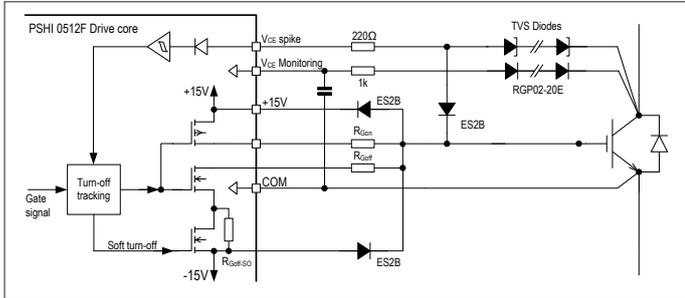


图 2.6 动态“软关断”与过电压尖峰抑制

2.7 参考曲线 V_{CEref}

驱动核内部的参考电压 V_{ref} 可以根据 IGBT 开关特性进行动态调整，当 IGBT 关断时该值被复位。 V_{ref} 不是静态的，而是在 IGBT 导通瞬间开始大约从 15V 依照时间常数 τ (受 C_{ref} 控制) 以指数形式下降到 $V_{Refstat}$ (由 R_{ref} 决定)。(参见图 2.7)

V_{CEsat} 监测的阈值 $V_{Refstat}$ 是 V_{ref} 的稳态值，受电阻 R_{ref} 控制，可通过电阻 R_{ref} 来调整到 IGBT 所需要的最大值，正常状态下它的取值应为 $V_{Refstat} > V_{CEsat}$ ，最大不应超过 10V。 V_{ref} 的延时时间受电容 C_{ref} 及电阻 R_{ref} 控制，它控制 IGBT 导通后到 V_{CEsat} 监测启动之间的盲区时间 t_{dead} 。

由于 HV-IGBT 开通瞬间的 V_{CEsat} 下降较为缓慢，直接用 V_{ref} 去做 V_{CEsat} 监测的电压参考值显然不切实际，为此驱动器内部集成了一个 V_{CEsat} 监测缓冲电路以适应这些特性变化，它将 V_{CEsat} 监测电压降压后再与电压值较低的参考电压 V_{ref} 进行动态比较，用较高的 V_{CEsat} 监测电压值做为短路（过流）故障的动态监测比较合适。

对于 VCE 电压为 3300V, 4500V 及 6500V IGBT 来说，因为 V_{ce} 信号监测的内部 V_{ref} 门槛电压被限定在 10V，经过缓冲转换后 V_{CEref} 参考电压的实际门槛值被提高到了 80V，IGBT 关断时该值被钳位到 15V，当 V_{CEref} 上升到最高值 80V 时（即离开监测盲区 t_{dead} 后）只要 $V_{CEsat} > V_{CEref}$ ，“ V_{CEsat} 监测电路”即被触发并“软关断”IGBT。

为了避免误报故障，在 IGBT 导通瞬间（这时的 $V_{ce} > V_{CEref}$ ）必须为 V_{CEsat} 下降提供足够的盲区时间 t_{dead} 。调整盲区时间 t_{dead} 可以调整“ V_{ce} 监控电路”的监控灵敏度，通过调整电容 R_{ref} 及 C_{ref} 的值可以延长或缩短监测盲区来实现。

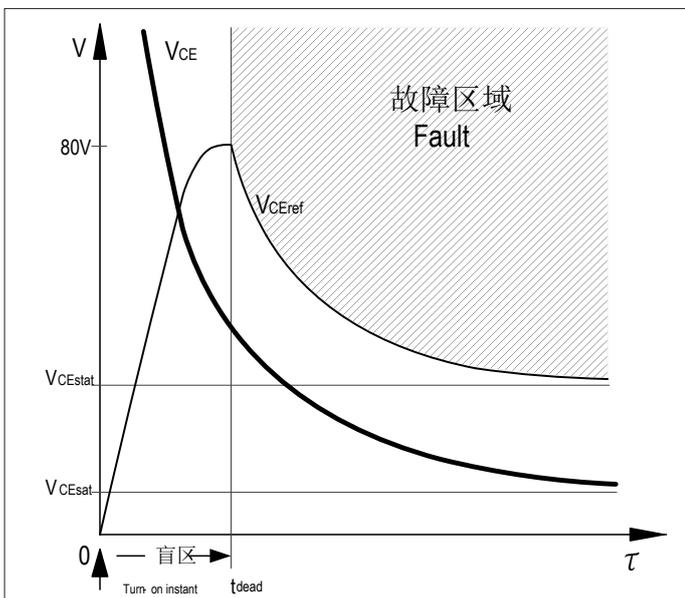


图 2.7 V_{CEsat} 电压监控曲线 V_{CEref} 及 IGBT 导通瞬间的 V_{ce} 电压波形示意图

PSHI 512F-HV 驱动器预置的 V_{CEref} 参数（出厂默认值）为：

V_{CEstat} : 65V; t_{dead} : 9.5 μ s, 适合大部分 HV-IGBT 直接使用。

在实际使用中也可以根据需要进行调整 V_{CEref} （驱动核 Pin.15 引脚）与模拟地 COM 之间外接的 R_{ref} 、 C_{ref} 的值来获得理想的 V_{CEref} 参数。

三、前期检测

在正式使用驱动器之前,建议首先对驱动器做些必要的前期测试,

 在动手操作 IGBT 及驱动器时,务必要符合静电敏感设备保护通用防护规范要求,参考 IEC60747-1 或 EN100015。忽略静电防护规范有可能直接导致驱动器及 IGBT 损坏。

不接 IGBT 模块时的简单测试,

在无 IGBT 模块可用的情况下,需要短接驱动器上的集电极 C 与发射极 E 二个电极,屏蔽 V_{ce} 检测电路,测量门极 G 与发射极 E 之间的输出电压 V_{GE} 和波形。

为驱动器提供一个稳定的功率不小于 5W 的 +15V 直流电源并上电,测量门极电压值应为 -15V,IGBT 关断,反馈光纤端子 T-1521Z 点亮;给光纤接收端子 T-2521Z 发送光脉冲信号,观察 V_{GE} 波形应为:有光时 V_{GE} 跳变为 +15V,IGBT 开通;熄灭时 V_{GE} 跳变为 -15V,IGBT 关断,反馈光纤端子 T-1521Z 点亮(常亮);断开 C,E 短接电线(即模拟 IGBT 短路故障),这时门极电压跳变为 -15V,IGBT 关断,反馈光纤端子 T-1521Z 熄灭,驱动器工作正常。

如果具备 IGBT 模块我们建议将驱动器安装到 IGBT 模块上测试会更接近实际应用,不必担心因驱动器失效而损坏 IGBT 模块,应为无论驱动器处于哪种不良状态均可以确保 IGBT 安全。

安装到 IGBT 模块上面的驱动器不需要短接 C,E,也无需给 IGBT 模块的 C,E 极加主回路电压,正常情况测试如前述;模拟故障需要松开 C 极的螺钉,使驱动器的 C 及与 IGBT 模块上的 C 极脱离接触,这时驱动器应工作在故障状态;拧紧 C 极螺钉使 C 极良好接触,这时驱动器应恢复到正常工作状态。