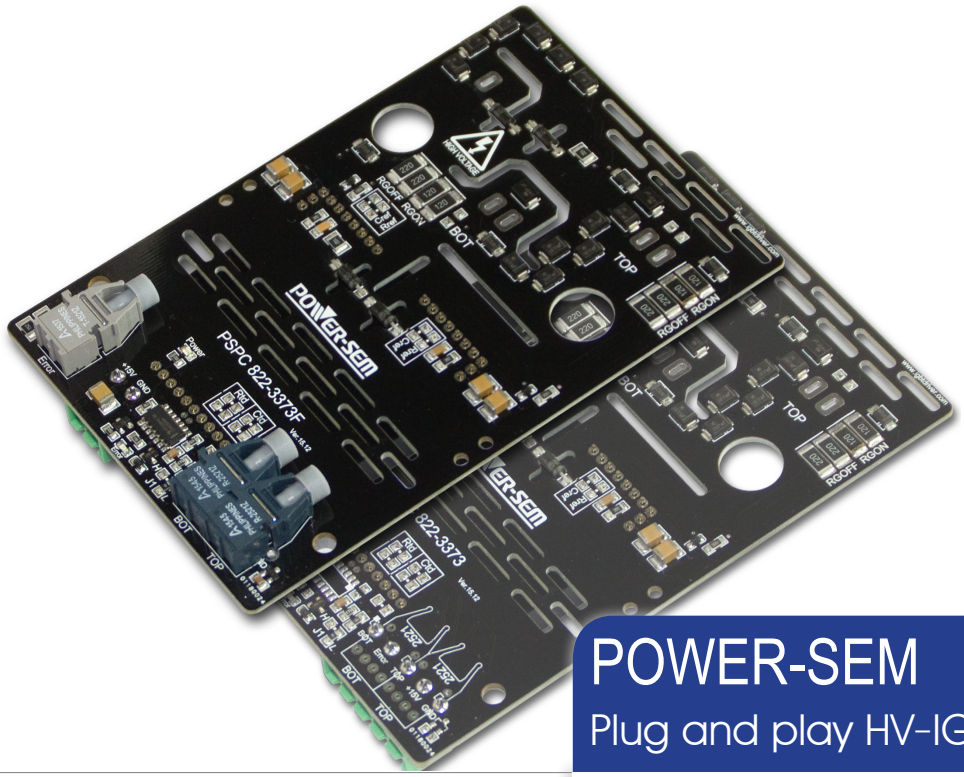
PSPC 822-3373

双路 73mm 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

PSPC 822-3373
PSPC 822-3373F

3300V 双路 HV-IGBT 即插即用驱动器

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，耐侯，抗老化及良好的电绝缘性能 (≥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。

驱动器具备互锁死区，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_{CEref} 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 50Hz 交流 8kV • 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。

驱动器提供电信号控制及光信号控制二个版本型号：

PSPC 822-3373，电信号接口；
PSPC 822-3373F，光纤接口。

驱动器支持双路 73mm HV-IGBT 模块，即插即用。

特点

- 基于专用芯片组 (ASICs) 设计
- 支持 3300V, 双路 73mm HV-IGBT 模块
- 纳米晶变压器隔离
- 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
- 隔离电压高达 50Hz 交流 8kV • 1 分钟
- ±32A 峰值电流输出
- 门极驱动电压 +15V/-9V
- 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 10kHz
- 光纤接口可选
- 原边 - 付边空气间隙距离 32mm
- 原边 - 付边爬电距离 42mm
- 符合 IEC 60077-1 标准

应用

- 智能电网
- SVG 及 APF
- 中压变频器
- 矿用逆变器
- 中压逆变器
- 脉冲电源

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

1, 构成原理

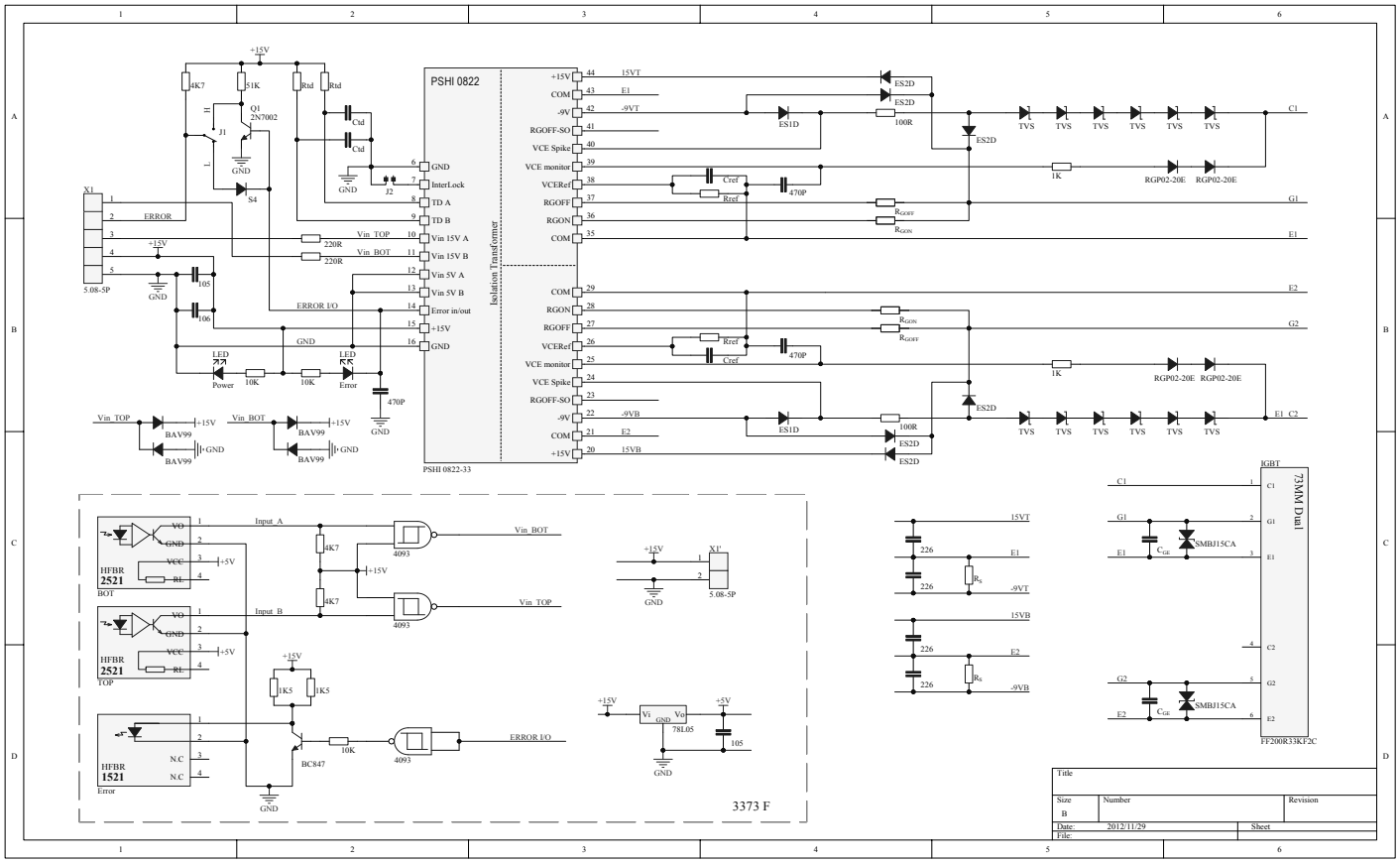


图 1，PSPC822-3373 外形及安装尺寸示意图

2, 外形及安装尺寸

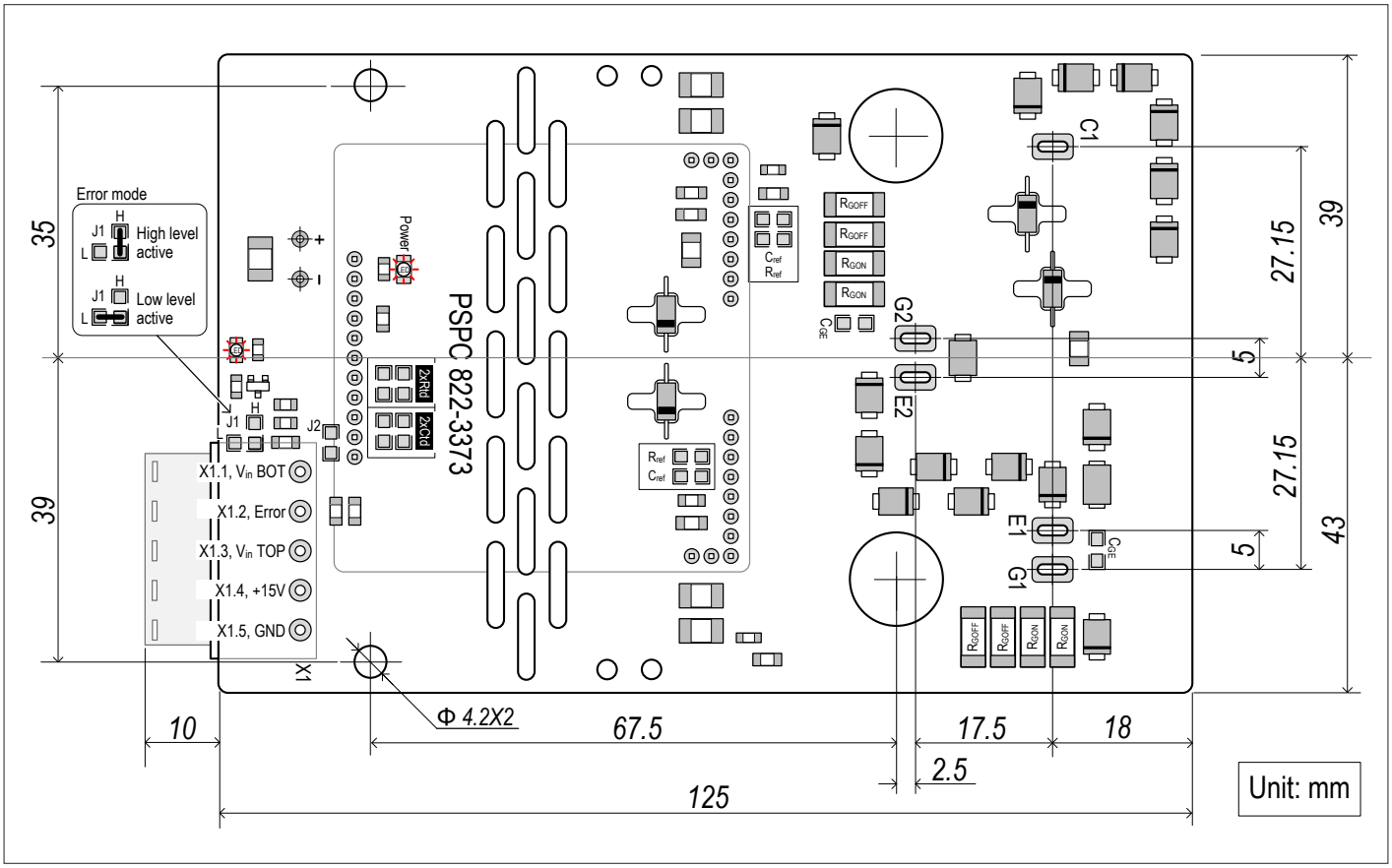


图 2a，PSPC822-3373 外形及安装尺寸示意图

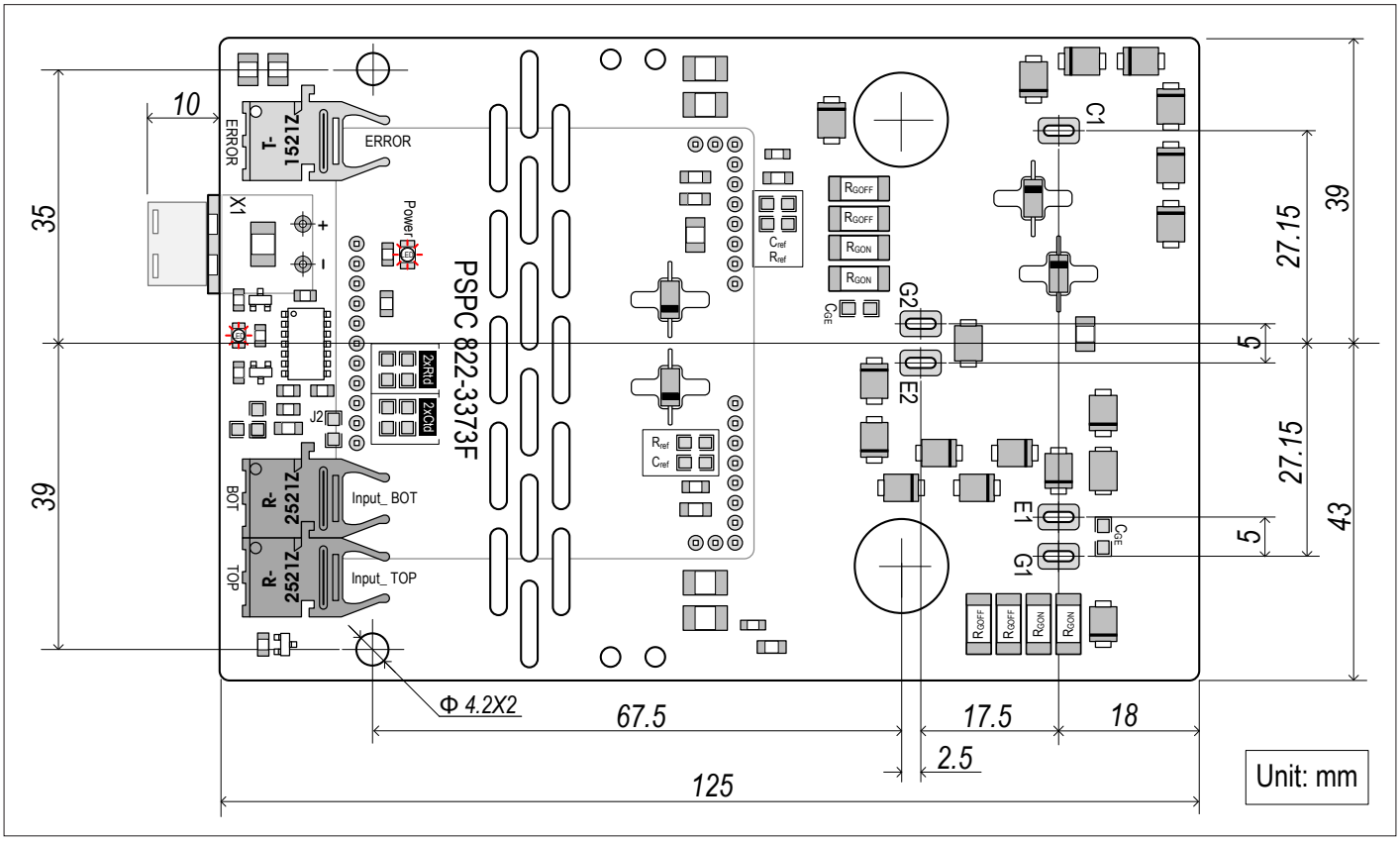


图 2b，PSPC822-3373F 外形及安装尺寸示意图

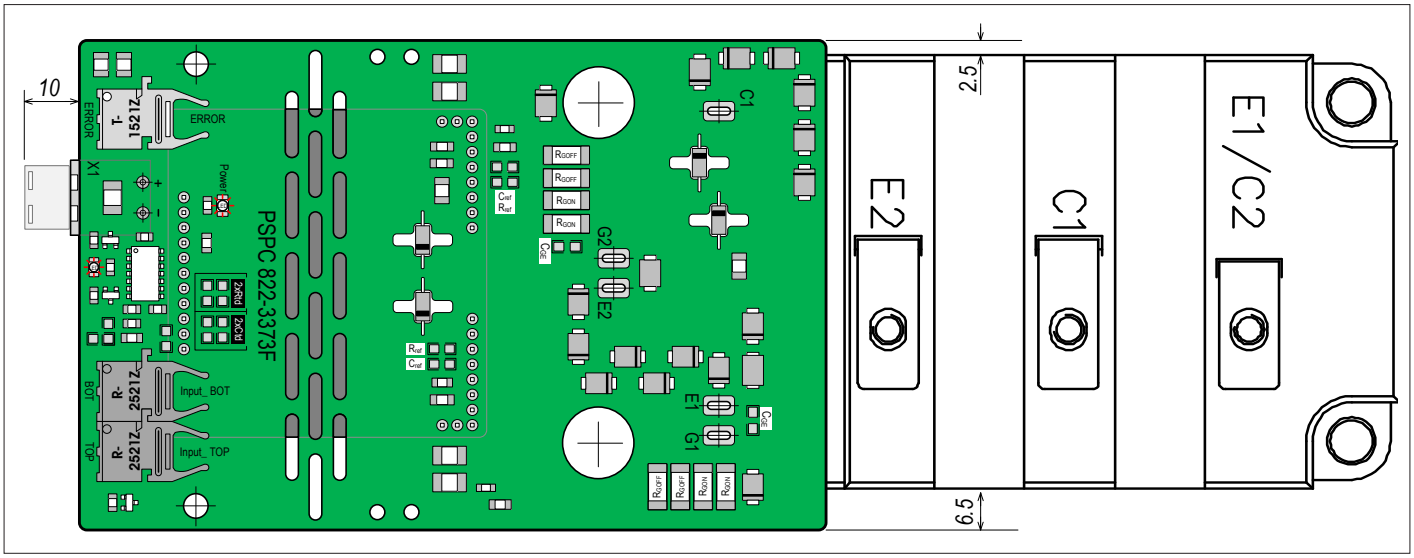


图 2c，安装效果示意图

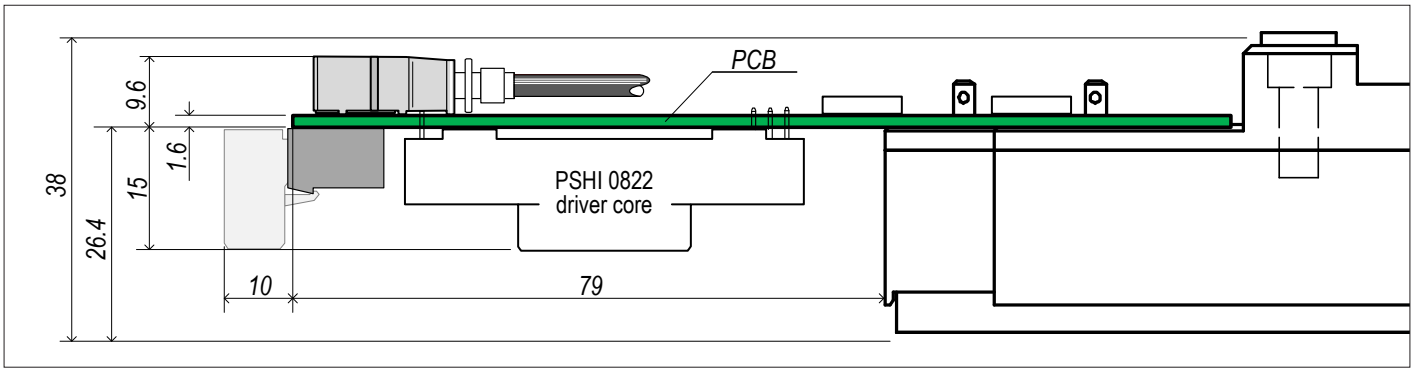


图 2d，安装高度示意图

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

3，主要参数

3.1 极限参数（Ta=25℃）

符号	含义	参数	单位
$V_{S\ MAX.}$	原边电源电压最高值	+16	V
$I_{S\ MAX.}$	原边电源电流最大值	550	mA
$P_{DC/DC}$	DC/DC 隔离电源总功率	8	W
V_{in+}	最高 PWM 输入电平 (V_{in} A / V_{in} B)	V_S+0.5	V
V_{in-}	最低 PWM 输入电平 (V_{in} A / V_{in} B)	-0.5	V
V_{iH}	最高逻辑信号输入电压（模式选择及外部故障）	V_S+0.5	V
I_{OC}	最大逻辑信号输出电流（集电极开路输出电流）	10	mA
I_{outAV}	每通道输出的平均电流	150	mA
$I_{outPEAK}$	每通道输出的峰值电流	±32	A
V_{CES}	IGBT 集电极 - 发射极电压 PSHI 0822-33	3300	V
V_{isol}	隔离电压（1 minute. 50Hz AC） PSHI 0822-33	8k	V
$R_{Gon/off\ min}$	最小门极开通 / 关断电阻	0.75	Ω
$Q_{out/pulse}$	输出电荷	±25	μC
dv/dt	电压变化率	75	kV/μs
$f_{SW\ max}$	最高工作频率	10	kHz
T_{op}	工作温度	-40...+85	℃
$T_{stg.}$	储存温度	-45...+85	℃

3.2，电气参数（Ta=25℃），电气参数不包含光电转换参数

符号	含义	参数 Min.	Typ.	Max.	单位
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		80 100		mA
V_{IT+}	输入高电平门槛电压（15V 电平）	12.4			V
V_{IT-}	输入低电平门槛电压（15V 电平）			4.5	V
R_{in}	输入阻抗		33		kΩ
$V_{G(on)}$	门极开通电压		+15		V
$V_{G(off)}$	门极关断电压		-9		V
$t_{d(on)IO}$	开通信号输入 - 输出延时		650		ns
$t_{d(off)IO}$	关断信号输入 - 输出延时		600		ns
$t_{d(err)}$	故障信号返回延时 V_{CE} 故障发生 - 错误信号输出		110		ns
t_{md}	窄脉冲抑制		400		ns
V_{CEstat}	V_{CE} 监测参考电压 PSHI 0822-33		45		V
V_{Level}	逻辑电平（故障输入及模式选择）		+15		V
t_{pReset}	V_{in} 输入双低自动复位时间		10		μs
t_{TD}	死区时间（默认值）		5		μs
C_{PS}	一二次之间的分布电容		10		pf

4，针脚功能与定义

5.1，X1, 5.08 间距 5 针连接器，PSPC 822-3373 电信号接口具备

针脚	符号	描述
X1.1	V_{in} BOT	下管控制信号输入端，+15V 电平
X1.2	ERROR	故障信号输出端
X1.3	V_{in} TOP	上管控制信号输入端，+15V 电平
X1.4	V_S	供电电源 (+15V) 输入端
X1.5	GND	电源地及信号地

5.2，X2, 5.08 间距 2 针连接器，PSPC 822-3373F 光纤接口具备

针脚	符号	描述
X1.1	V_S	供电电源 (+15V) 输入端
X1.2	GND	电源地

在动手操作 IGBT 及驱动器时，务必要符合静电敏感设备通用防护规范要求，细节请参考 IEC60747-1 及 EN100015 相关内容。忽略静电防护规范有可能直接导致驱动器及 IGBT 损坏。

在确认驱动器门极信号输出正常和安装无误后，在实际环境下运行测试之前，首先检查安全防护措施是否准备到位。在运行测试时建议从低电压到高电压渐进上电测试；从轻负荷到满负荷渐进加载测试。

注意！对高压的任何手动操作都有可能危及生命安全，测试过程中必须严格遵守相关安全操作规程，谨防高压危害。

5，应用

5.1, 驱动器的选择

PSPC 822-3373 驱动器可以可靠驱动 73mm 模块封装的双路 HV-IGBT 模块及相同机械外壳的其它结构 HV-IGBT 模块，常见型号如，

Infineon FF200R33KF2C
Infineon FF401R17KF6C
Dynex DIM100PHM33-F00
Dynex DIM200PHM33-F000
Dynex DIM250PHM33-TL000
Dynex DIM250PHM33-TS000
Dynex DIM250PKM33-TL000
Dynex DIM250PKM33-TS000

PSPC 822-3373 为电信号控制，适合控制电缆小于 300mm 的应用场合，可靠且经济。

PSPC 822-3373F 为光纤信号控制，适合高干扰环境且控制线路较长的应用场合。

5.2, PWM 信号电平

对于一个工作于强电（主回路）与弱电（控制器）之间的系统来说，抗干扰性能尤为重要，为此 PSPC 822-3373 驱动器采用抗扰性较强的 +15V 电平控制，整个系统同样也在 +15V 电压下工作。专用芯片的输入端集成了一个宽滞回量的施密特整形电路、抗共模干扰电路以及窄脉冲抑制电路，这些设计可以很好地避免电路噪声影响，使驱动器稳定地在高干扰环境下可靠工作。

输入级的门槛电压为：

V_{IN}	V_{IT+} (High)	V_{IT-} (Low)
15V input level	12.4V	4.5V

低于 15V 电平的控制信号必须通过电平转换电路转为 +15V 电平来控制。

如果控制信号电平为 10V---12V，可以用 CD4000 系列 CMOS 逻辑门电路直接转换，简单又方便；

如果控制信号电平为 3.3V 或 5V, 可以用 CD4000 系列 TTL 电平转 CMOS 电平转换芯片转换，同样也非常简单，常见的 TTL 转 CMOS 电平芯片有 TEXAS CD4504B（六路）及 CD40109B(四路)；也可以用三极管或光耦做简单转换；

TEXAS CD4504B 六路电平转换芯片的电路如图 5.2a，

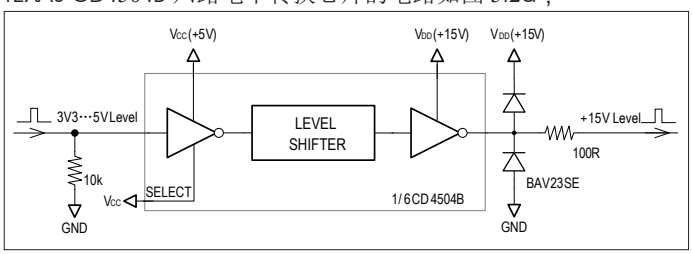


图 5.2a，CD4504B 六路电平转换电路

三极管或光耦构成的电平转换电路如图 5.2b

注意，由于驱动器输入阻抗为 33kΩ，高电平门槛阈值 V_{IT+} 为 +12.4V，输出级上拉电阻 R_C 必须小于等于 1.5kΩ，输出端的钳位二极管可以防止寄生电感对输出级三极管的损害；由于三极管集

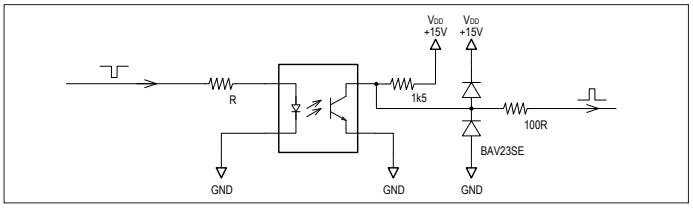


图 5.2b，由三极管构成的电平转换电路

电极输出效率较低，推荐使用性能较好的射极跟随输出，如图 5.2c

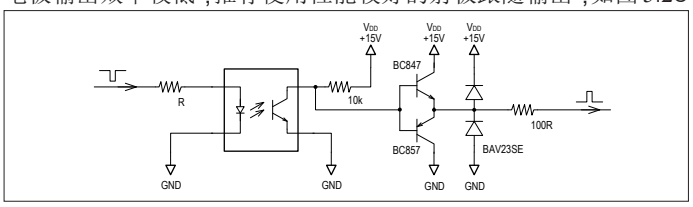


图 5.2c，由三极管构成的电平转换电路

驱动器为正逻辑控制，即**输入高电平时 IGBT 开通；输入低电平时 IGBT 关断。**

注意！输入信号不得低于负 0.7V，低于 -0.7V 的控制信号可能会导致输入端 MOS 工艺专用芯片失效。

电信号控制电缆不得超过 300mm 并使用绞线连接，如果无法避免建议使用屏蔽电缆连接，且必须要在驱动器的二个 PWM 信号输入端对地反接一只二极管（1N5819）以消除线路杂散电感带来的负电压尖刺，二极管方向如图 5.2b。

PSPC 822-3373 的控制接口如图 5.2d。由于驱动器已经具备很高隔离耐压（8kVac/1 分钟），控制侧无需考虑多余的光耦隔离。

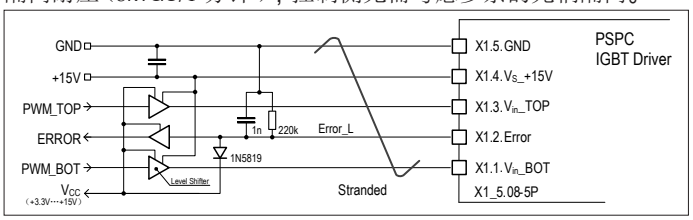


图 5.2d，电信号控制接口

PSPC 822-3373F 驱动器为光信号控制，标配的光纤信号收发器为 AVAGO 公司 5 MBd Link HFBR-1521（发送端子）及 HFBR-2521（接收端子）。收发电路同样也采用 HFBR0501 Series 数据手册的推荐电路。

PSPC 822-3373F 驱动器同样为正逻辑控制，即**"有光"=IGBT 开通；"熄灭"=IGBT 关断。**

控制端的光纤发射端子以及发射端的驱动电流 I_F 与光纤链路的转换速度关系密切，是决定开通延时（点亮瞬间）的主要因素。对桥式电路来说，这个开通延时将会叠加到死区时间上面。

驱动器标配的故障信号发射端子（HFBR-1521）正常时为常亮（开高电平），当出现故障时熄灭（低电平）。因为只是发送一个低电平（熄灭）的故障信号，为了兼顾发射距离和转换速度，驱动器默认的故障信号发射端子工作电流 I_F=20mA，这时的故障信号总延时大约为 130ns，传输距离大于 10m，用户可以自行减小 R_F 电阻以获得更长的传输距离。如图 1 的 R31 R32 电阻。

对于光纤控制的型号，仅需要确保光纤到位并压接可靠即可，不得有松动。

5.3, 窄脉冲抑制

驱动器具备窄脉冲抑制功能，400ns 宽度的窄脉冲信号将被抑制。如图 5.3

5.4, 工作模式选择

通过 J2 跳线可以使驱动器可以工作在半桥互锁模式或独立模式，

J2 开路（出厂默认），驱动器工作在半桥互锁模式，驱动器仅允许一个通道有效，且二个通道之间带有导通死区，防止上下管直通；

J2 短接（用 1206 封装 0Ω 电阻短接），驱动器工作在独立工作模式，该模式下二个通道没有电气关联，允许上下管同时导通。这种工作模式常见于三电平应用、IGBT 直接串联应用及并联谐振电路中。

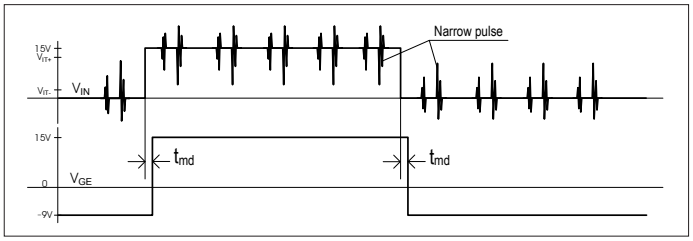


图 5.3 窄脉冲抑制示意图

5.5, 互锁与死区时间设置

在半桥模式下，驱动器在两个通道之间产生一个内部互锁死区时间，如图 5.5。这个互锁死区时间 TD 出厂默认为 5μs。

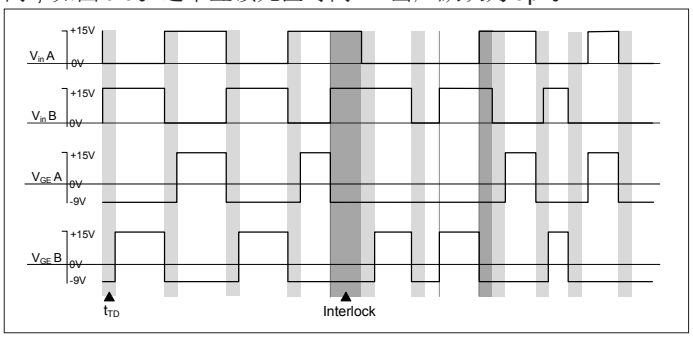


图 5.5 互锁与死区作用时间示意图

在适配板预留的 R_{TD} 焊盘（1206 封装）位置（图 2.）安装二个 R_{TD} 电阻与驱动核内置电阻并联可以减少互锁死区时间；在适配板预留的 C_{TD} 焊盘（1206 封装）位置安装二个 C_{TD} 电容与驱动核内置电容并联可以增加互锁死区时间，互锁死区时间相对应的 R_{TD} 电阻及 C_{TD} 电容值如表 5.5。

R_{TD}	C_{TD}	t_{TD}	R_{TD}	C_{TD}	t_{TD}
-	-	5 μs	-	10pF	6 μs
820 kΩ	-	4.5 μs	-	22pF	7.5 μs
430 kΩ	-	4.0 μs	-	33pF	8.5 μs
330 kΩ	-	3.8 μs	-	47pF	10 μs
220 kΩ	-	3.4 μs			
150 kΩ	-	3 μs			
100 kΩ	-	2.5 μs			
68 kΩ	-	2 μs			

表 5.5 互锁死区时间 t_{TD} 与电阻值 R_{TD}, C_{TD} 的对应关系

互锁死区时间的误差由外部的电阻值来决定，实际应用时要尽量选择误差值小的电阻及电容使用。

注意！R_{TD} 电阻最小值为 1kΩ，不得短接。

驱动器集成的死区时间由控制信号的下降沿触发，不会叠加到控制信号自带的死区时间上，而是大者优先，如图 5.5 右侧波形所示。

5.6, 故障模式选择

PSPC 822-3373 驱动器可以通过 J1 跳线选择故障输出模式，如图 2.a，短接"L"端（用 1206 封装 0Ω 电阻短接，默认），故障低电平有效，即正常时输出高电平，故障时输出低电平；

短接"H"端（用 1206 封装 0Ω 电阻短接），故障高电平有效，即正常时输出低电平，故障时输出高电平；

故障低电平有效使用较为方便，可以将多块驱动器的故障输出端并联到一起使用；

故障高电平有效相对严谨，可以防止故障电缆连接不良时控制器无法得到故障信号的弊端，连接不良即故障。

通过 J3 跳线可以实现多块驱动器故障快速同步；短接 J3 且 J1 为故障低电平有效，这时故障输出端同时具备外部故障输入功能，翻转阈值为 +8V，且控制侧上拉电平必须为 +15V，这时当故障输出端被外部信号拉低时，驱动器将封锁所有输出，关断 IGBT；当外部下拉信号撤销后驱动器将解除封锁，恢复到正常工作状态。

5.7, 故障复位

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

双低复位，当二个控制信号输入端同时为低电平并维持 10μs，驱动器将清除故障记忆，解除封锁并自动复位。

注意！控制信号自带的死区时间不得大于 10μs，大于 10μs 的信号死区将使驱动器的故障记忆功能失效。

5.8, DC/DC 隔离电源

驱动核内部集成了一个双路 DC-DC 隔离电源，可以产生驱动 IGBT 所需要的 +15V/-9V 付边电压，原边与付边及付边二个通道之间的隔离电压均高达 50Hz 交流 8kV@1 分钟。因此驱动器仅需要一个 +15V 的供电电源，多块驱动器可以共用一个供电电源，无需隔离。

对于三电平应用，如果三电平拓扑中点不接地，这时候驱动器的隔离耐压需要 12kV 以上，驱动器的 +15V 供电电源需要二次隔离供电，二次隔离电源的隔离耐压应不小于 50Hz 交流 6kV@1 分钟。

5.9, 门极电阻

一般应用门极电阻选择 5% 精度的 2W 耐冲击表贴电阻 (2512 封装 2 只并联）即可，门极电阻值依据 IGBT 厂家提供的 datasheet 给出的参数选择，一般选择较小的门极开通电阻值（不要小于厂家的测试值）利于降低开关损耗，选择较大的门极关断电阻值利于降低关断尖峰，结合主回路结构和实际应用来做相应调整。

当更换 IGBT 型号时，务必仔细调整门极电阻值以适应新型号的 IGBT 参数，以免造成不必要的损失。

5.10, 门极电压

V_{IN} 输入高电平，门极电压输出 +15V，IGBT 开通；
V_{IN} 输入低电平，门极电压输出 -9V，IGBT 关断。

5.11, 欠压保护

驱动器具备原边供电电源欠压监测及门极电压监控功能，当原边或付边的供电电压低于 +12.5V 时将产生一个故障信号并关断驱动器，同时通过故障输出端向外部发出故障信号，当检测到门极输出短路故障时，驱动器将进入自保护状态，关闭输出并报出故障。

5.12, 短路（过流）保护

驱动器集成高度灵敏的有源动态 V_{CEsat} 监控电路以监测 IGBT 短路（过流）故障，当监测到故障时立即“软关断”IGBT，封锁输出并记忆故障，防止发生重复故障。

5.13, 故障软关断

故障“软关断”功能可以在短路（过流）故障发生时自动增加关断电阻值，减缓 IGBT 关断速度，因而降低 di/dt，防止出现过高的关断电压尖峰。由于主回路总是存在寄生电感，在短路情况下，IGBT 的短路电流大约为额定电流值的 6-8 倍，控制短路电流的下降速度可以有效抑制关断尖峰，驱动核内置的软关断电阻 $R_{Goff-SO}$ 为 10Ω，依据估算公式：

$\Delta V = L_S \times di/dt$

ΔV: 尖峰电压；L_S : 寄生电感；di/dt: 电流变化率

5.14, 动态尖峰抑制（有源钳位）

驱动器的两个通道均具备有源钳位功能以抑制动态过电压尖峰，避免 IGBT 因过压尖峰损坏。

有源钳位电路的实现方法是在 IGBT 的集电极和门极之间使用瞬态电压抑制二极管 (TVS) 建立一个反馈回路。当集电极 - 发射极尖峰电压超过预置的 TVS 击穿门槛电压时，过电压尖峰击穿 TVS 直接作用到门极，迫使 IGBT 处于微导通状态，使 IGBT 的集电极 - 发射极电压得到抑制。另外这个过电压尖峰信号通过 V_{CE} peak 端反馈到驱动核并激活“软关断”，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，迫使门极电压平缓下降，抑制关断过程的 di/dt，用被动 " 软关断 " 来主动控制关断阶段的 di/dt，从而有效抑制关断过程中可能出现的过电压尖峰。同时也使有源钳位更加敏感有效。当过电压尖峰信号消失后自动解除 " 软关断 " 过程，正常关断 IGBT。如图 14

注意：有源钳位是以增加 IGBT 损耗来抑制过电压尖峰，当频繁出现过电压尖峰时将使 TVS 及 IGBT 的损耗迅速增加甚至失效，避免出现过电压尖峰的最佳方案是优化母线结构及吸收回路，降低主回路的寄生电感。

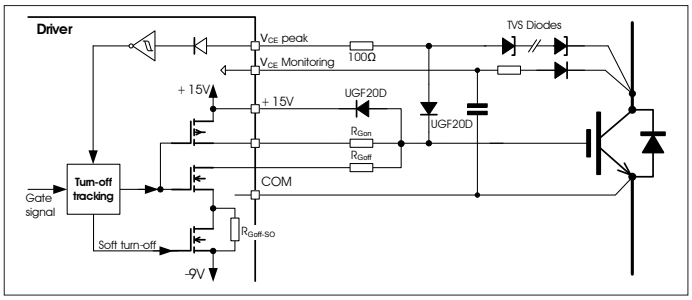


图 14 动态“软关断”与过电压尖峰抑制

5.15, V_{CEsat} 监控与参考曲线 V_{CEref}

V_{CEsat} 监控

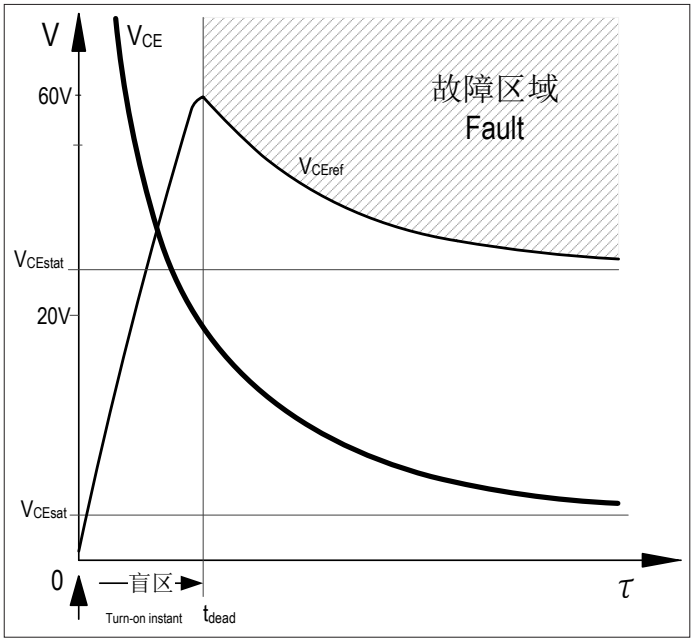
有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 电路负责 IGBT 短路（过电流）监测，它在 IGBT 处于导通状态时检测 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{CEsat} 来实现对短路（过电流）故障的监测。当检测到 V_{CEsat} 高于预设的参考值 V_{CEref} 时，驱动器将立即“软关断” IGBT，记忆故障并封锁输出。

参考曲线 V_{CEref}

PSHI 0822 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）。（如图 5.15）

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} 做 V_{CEsat} 监测的电压参考值显然不切实际，为此 PSHI 0822 驱动核内部集成了一个 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。



如图 5.15，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

为了避免误报故障，在 IGBT 导通瞬间（这时的 $V_{CE} > V_{CEref}$）必须要为 V_{CEsat} 下降提供足够的盲区时间 t_{dead}。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 50V，IGBT 关断时该值被钳位到 15V，当

V_{CEref} 上升到最高值 50V 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。

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。

PSHI 0822 驱动器内置的 V_{CEref} 参数（出厂默认值）为：
PSHI 0822-33，V_{CEstat}：40V；t_{dead}：10μs；
实际使用时可以在适配板上外接相应的 R_{ref}、C_{ref} 与内部的电阻及电容并联来得到合适的 V_{CEref}' 参数。如表 5.15

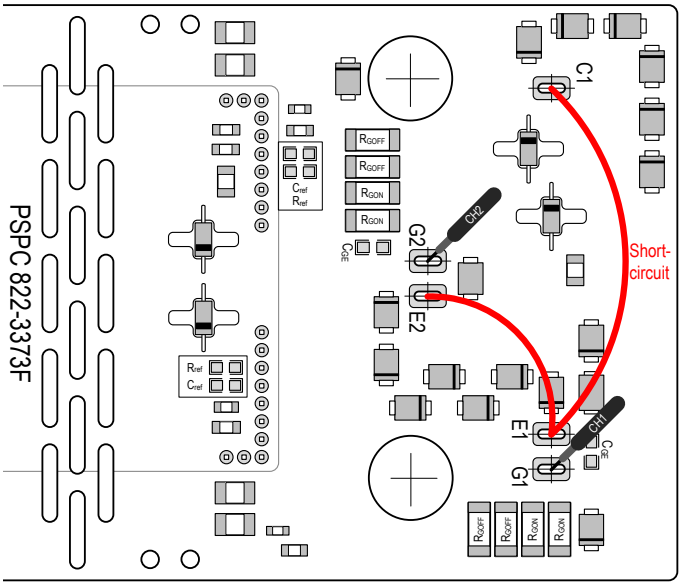
PSHI 0822-33

R_{ref}	C_{ref}	V_{CEstat}	t_{dead}	推荐值
---	---	40 V	10 μs	默认值
100 kΩ	---	37 V	9. μs	
68 kΩ	---	35 V	8. μs	

表 5.15, 外接阻容 R_{ref}；C_{ref} 与 V_{CEstat}；t_{dead} 的对应关系表

6，驱动器的初期检测方法

在正式使用前，用户需要对驱动器进行初步性能检测（不接 IGBT 模块），由于 PSHI 0822 驱动核采用有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 做短路故障监测，有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 可以发现 IGBT 短路故障，上下管直通故障及驱动器与 IGBT 模块的机械连接故障，在不安装 IGBT 模块时需要短接驱动器上面的 C1,E1 及 E1,E2，屏蔽上下二路 "V_{CEsat} 监控 " 才可以在门极 G 观察到正常的 V_{GE} 驱动信号；断开其中一根短接电缆可以观察到该通道保护响应时门极波形。如图 6



如图 6， 初期监测的故障监测屏蔽方法

附，相似产品

* PSPC 822-4573
* PSPC 822-4573F

隔离耐压 50Hz 交流 10kV@1 分钟
支持双路 3300V, 4500V 73mm HV-IGBT 模块：

ABB. 5SNG 0150P450300
5SNG 0250P330305
Hitachi. MBM200H45E2-H
MBM250H33E3

* PSPC 512F-73
* PSPC 512F-73A（带 IGBT 状态反馈）

隔离耐压 50Hz 交流 12kV@1 分钟
支持单路 3300V, 6500V 73mm HV-IGBT 模块：

Infineon. FZ 200R 65KF2
FZ 250R 65KE3
FZ 400R 33KL2C

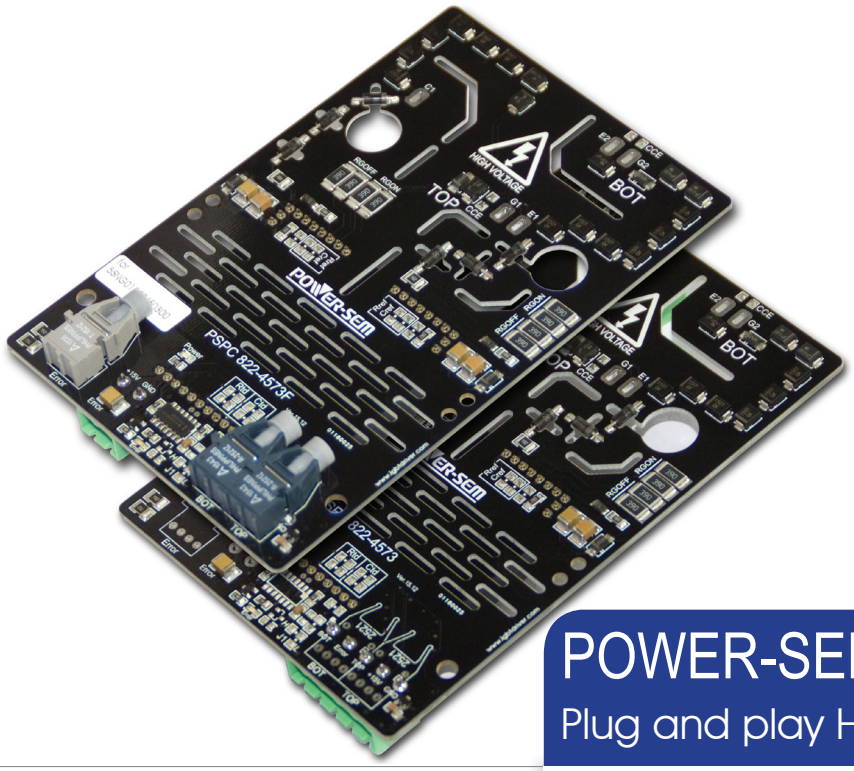
© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

PSPC 822-4573

双路 73mm 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

PSPC 822-4573
PSPC 822-4573F

4500V 双路 HV-IGBT 即插即用驱动器

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，耐侯，抗老化及良好的电绝缘性能 (≥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。

驱动器具备互锁死区，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_{CEref} 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 50Hz 交流 10kV • 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。

驱动器提供电信号控制及光信号控制二个版本型号：

PSPC 822-4573，电信号接口；
PSPC 822-4573F，光纤接口。

驱动器支持双路 73mm HV-IGBT 模块，即插即用。

特点

- 基于专用芯片组 (ASICs) 设计
- 支持 4500V, 双路 73mm HV-IGBT 模块
- 纳米晶变压器隔离
- 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
- 隔离电压高达 50Hz 交流 10kV • 1 分钟
- ±32A 峰值电流输出
- 门极驱动电压 +15V/-9V
- 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 10kHz
- 光纤接口可选
- 原边 - 付边空气间隙距离 32mm
- 原边 - 付边爬电距离 42mm
- 符合 IEC 60077-1 标准

应用

- 智能电网
- SVG 及 APF
- 中压变频器
- 矿用逆变器
- 中压逆变器
- 脉冲电源

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

1, 构成原理

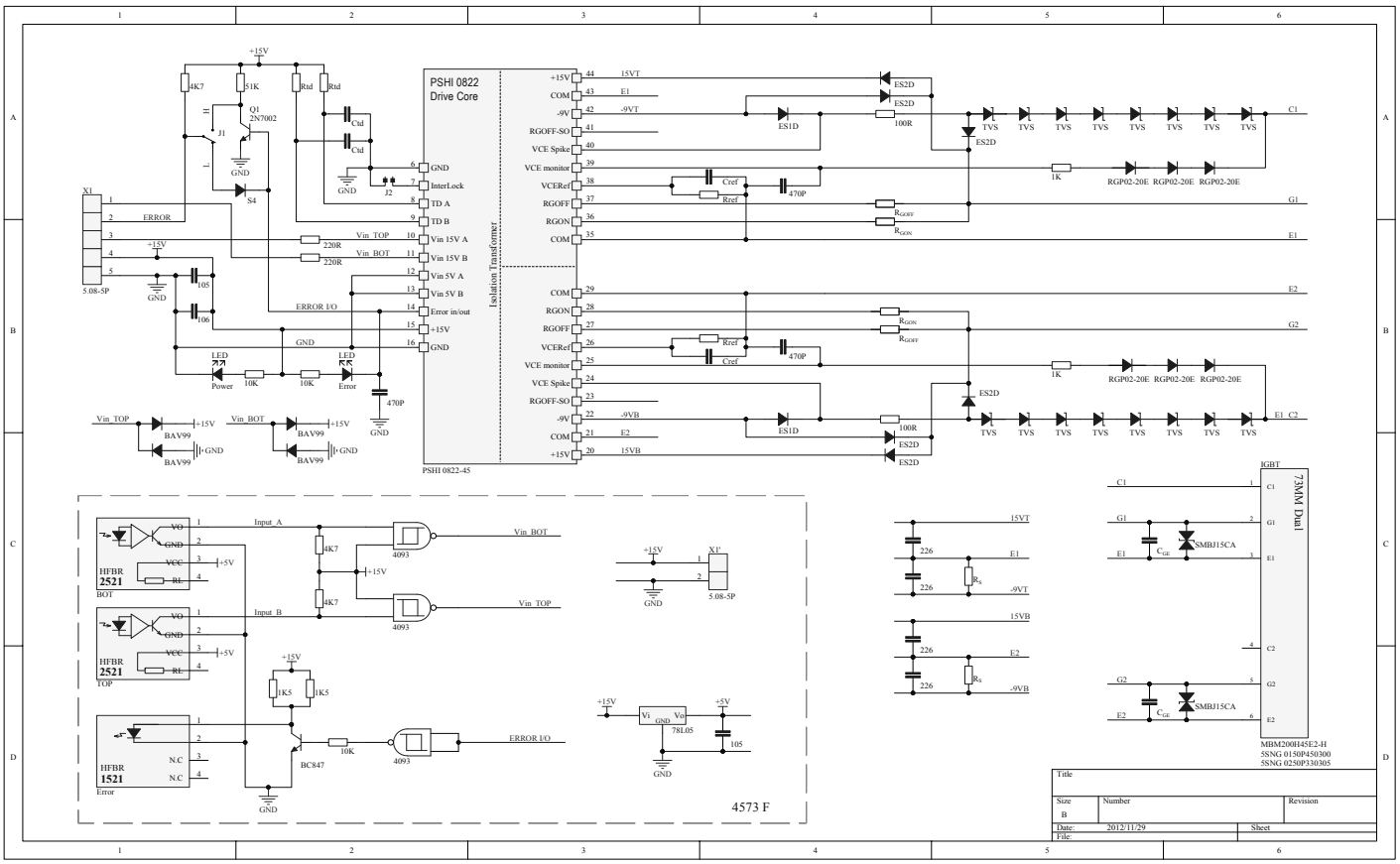


图 1，PSPC822-4573 外形及安装尺寸示意图

2, 外形及安装尺寸

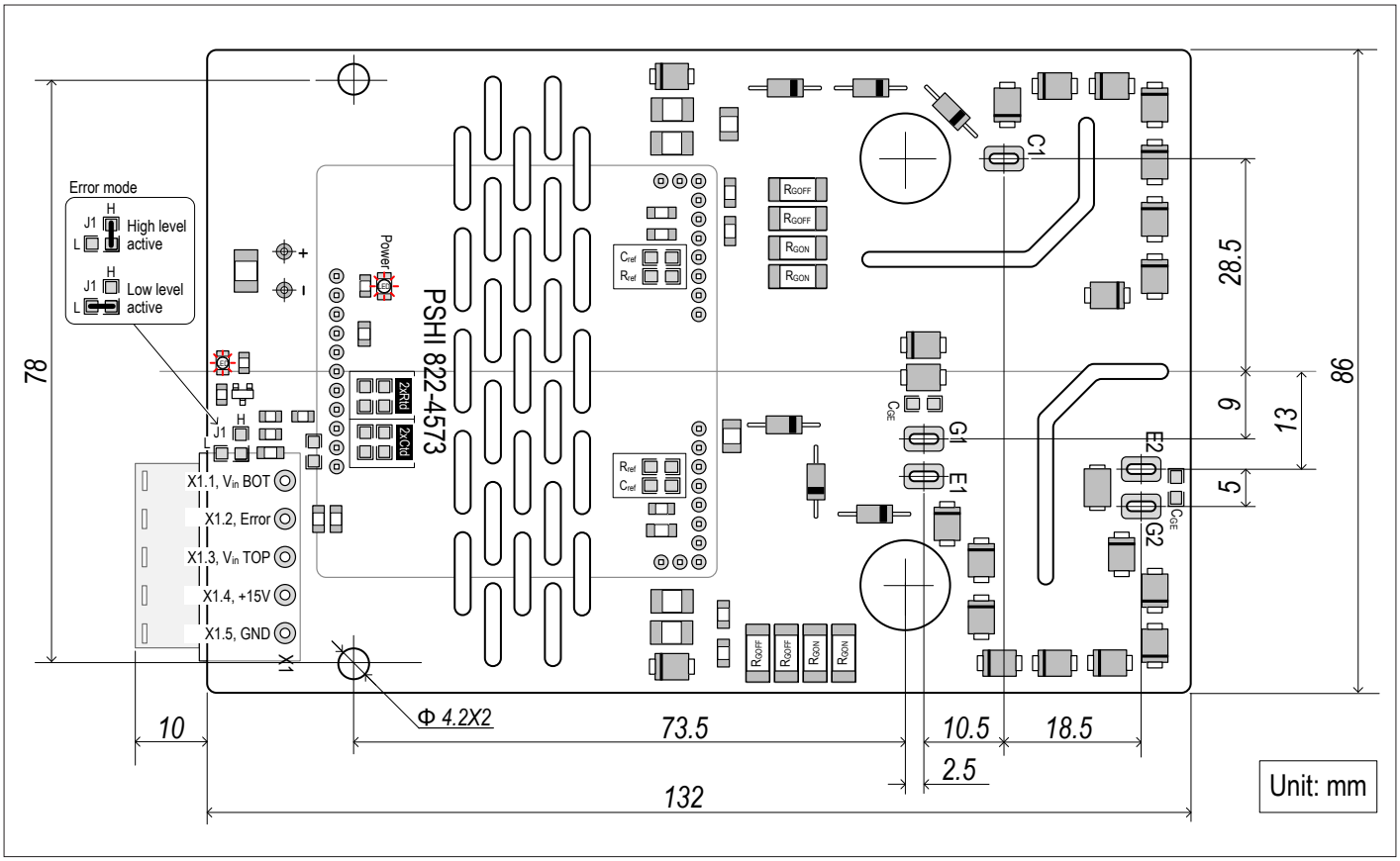


图 2a，PSPC822-4573 外形及安装尺寸示意图

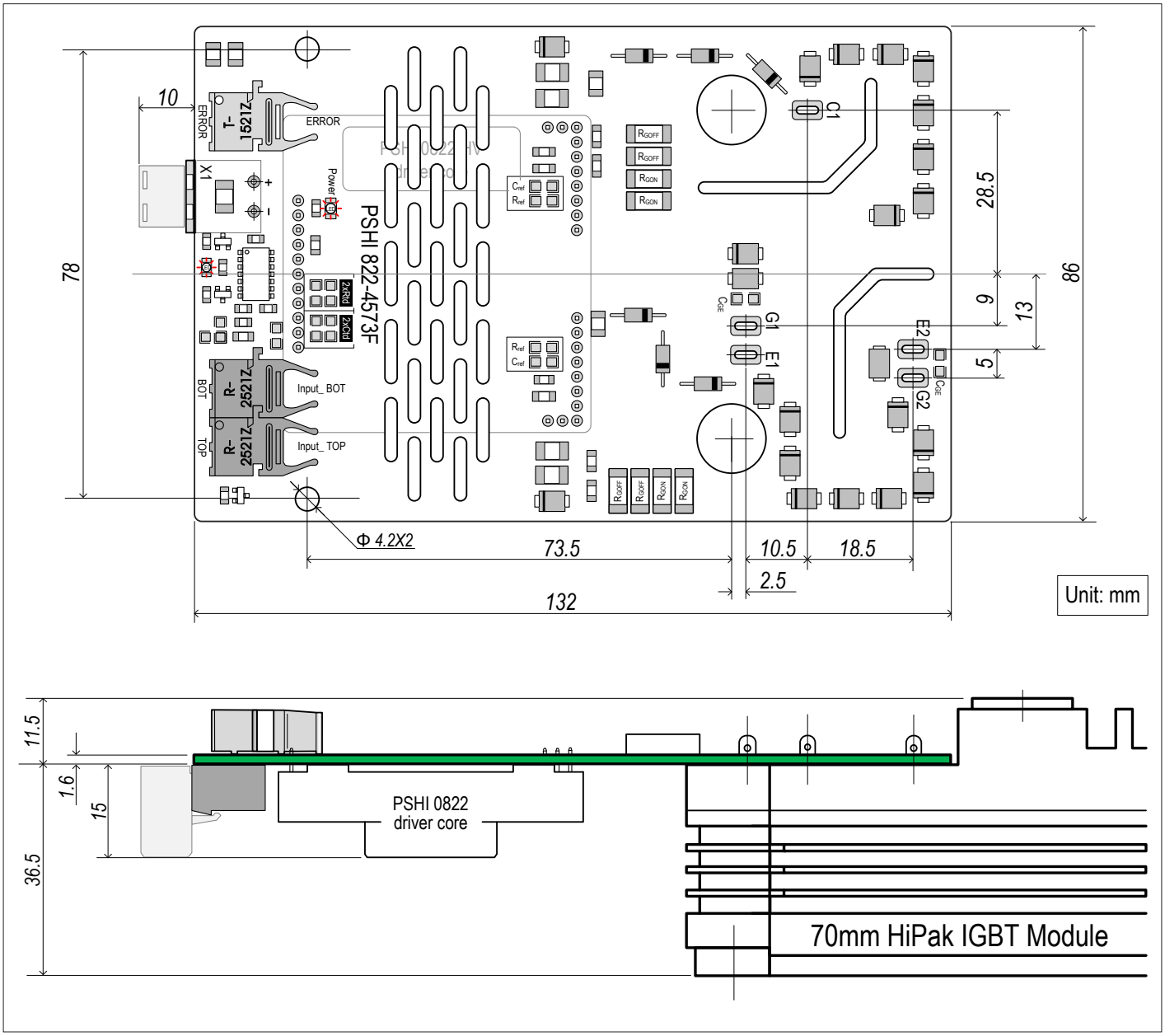


图 2b，PSPC822-4573F 外形及安装尺寸示意图

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

3，主要参数

3.1 极限参数 (Ta=25℃)

符号	含义	参数	单位
$V_{S\ MAX.}$	原边电源电压最高值	+16	V
$I_{S\ MAX.}$	原边电源电流最大值	550	mA
$P_{DC/DC}$	DC/DC 隔离电源总功率	8	W
V_{in+}	最高 PWM 输入电平 (V_{in} A / V_{in} B)	V_S+0.5	V
V_{in-}	最低 PWM 输入电平 (V_{in} A / V_{in} B)	-0.5	V
V_{iH}	最高逻辑信号输入电压 (模式选择及外部故障)	V_S+0.5	V
I_{OC}	最大逻辑信号输出电流 (集电极开路输出电流)	10	mA
I_{outAV}	每通道输出的平均电流	150	mA
$I_{outPEAK}$	每通道输出的峰值电流	±32	A
V_{CES}	IGBT 集电极 - 发射极电压 PSHI 0822-33 PSHI 0822-45	 3300 4500	V
V_{isol}	隔离电压 (1 minute. 50Hz AC) PSHI 0822-33 PSHI 0822-45	 8k 10k	V
$R_{Gon/off\ min}$	最小门极开通 / 关断电阻	0.75	Ω
$Q_{out/pulse}$	输出电荷	±25	μC
dv/dt	电压变化率	75	kV/μs
$f_{SW\ max}$	最高工作频率	10	kHz
T_{op}	工作温度	-40...+85	℃
$T_{stg.}$	储存温度	-45...+85	℃

3.2，电气参数 (Ta=25℃)，电气参数不包含光电转换参数

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		80 100		mA
V_{IT+}	输入高电平门槛电压 (15V 电平)	12.4			V
V_{IT-}	输入低电平门槛电压 (15V 电平)			4.5	V
R_{in}	输入阻抗		33		kΩ
$V_{G(on)}$	门极开通电压		+15		V
$V_{G(off)}$	门极关断电压		-9		V
$t_{d(on)IO}$	开通信号输入 - 输出延时		650		ns
$t_{d(off)IO}$	关断信号输入 - 输出延时		600		ns
$t_{d(err)}$	故障信号返回延时 V_{CE} 故障发生 - 错误信号输出		110		ns
t_{md}	窄脉冲抑制		400		ns
V_{CEstat}	V_{CE} 监测参考电压 PSHI 0822-33 PSHI 0822-45		 45 45		V
V_{Level}	逻辑电平 (故障输入及模式选择)		+15		V
t_{pReset}	V_{in} 输入双低自动复位时间		10		μs
t_{TD}	死区时间 (默认值)		5		μs
C_{PS}	一二次之间的分布电容		10		pf

4，针脚功能与定义

5.1，X1, 5.08 间距 5 针连接器，PSPC 822-4573 电信号接口具备

针脚	符号	描述
X1.1	V_{in} BOT	下管控制信号输入端，+15V 电平
X1.2	ERROR	故障信号输出端
X1.3	V_{in} TOP	上管控制信号输入端，+15V 电平
X1.4	V_S	供电电源 (+15V) 输入端
X1.5	GND	电源地及信号地

5.2，X2, 5.08 间距 2 针连接器，PSPC 822-4573F 光纤接口具备

针脚	符号	描述
X1.1	V_S	供电电源 (+15V) 输入端
X1.2	GND	电源地

在动手操作 IGBT 及驱动器时，务必要符合静电敏感设备通用防护规范要求，细节请参考 IEC60747-1 及 EN100015 相关内容。忽略静电防护规范有可能直接导致驱动器及 IGBT 损坏。

在确认驱动器门极信号输出正常和安装无误后，在实际环境下运行测试之前，首先检查安全防护措施是否准备到位。在运行测试时建议从低电压到高电压渐进上电测试；从轻负荷到满负荷渐进加载测试。

注意！对高压的任何手动操作都有可能危及生命安全，测试过程中必须严格遵守相关安全操作规程，谨防高压危害。

5，应用

5.1, 驱动器的选择

PSPC 822-4573 驱动器可以可靠驱动 73mm 模块封装的双路 HV-IGBT 模块及相同机械外壳的其它结构 HV-IGBT 模块，常见型号如，
ABB，5SNG 0150P450300
5SNG 0250P330305
Hitachi，MBM200H45E2-H
MBM250H33E3

PSPC 822-4573 为电信号控制，适合控制电缆小于 300mm 的应用场合，可靠且经济。

PSPC 822-4573F 为光纤信号控制，适合高干扰环境且控制线路较长的应用场合。

5.2, PWM 信号电平

对于一个工作于强电 (主回路) 与弱电 (控制器) 之间的系统来说，抗干扰性能尤为重要，为此 PSPC 822-4573 驱动器采用抗扰性较强的 +15V 电平控制，整个系统同样也在 +15V 电压下工作。专用芯片的输入端集成了一个宽滞回量的施密特整形电路、抗共模干扰电路以及窄脉冲抑制电路，这些设计可以很好地避免电路噪声影响，使驱动器稳定地在高干扰环境下可靠工作。

输入级的门槛电压为：

V_{IN}	V_{IT+} (High)	V_{IT-} (Low)
15V input level	12.4V	4.5V

低于 15V 电平的控制信号必须通过电平转换电路转为 +15V 电平来控制。
如果控制信号电平为 10V---12V，可以用 CD4000 系列 CMOS 逻辑门电路直接转换，简单又方便；
如果控制信号电平为 3.3V 或 5V, 可以用 CD4000 系列 TTL 电平转 CMOS 电平转换芯片转换，同样也非常简单，常见的 TTL 转 CMOS 电平芯片有 TEXAS CD4504B (六路) 及 CD40109B(四路)；也可以用三极管或光耦做简单转换；
TEXAS CD4504B 六路电平转换芯片的电路如图 5.2a，

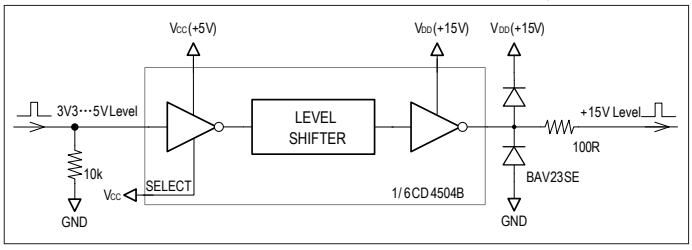


图 5.2a，CD4504B 六路电平转换电路

三极管或光耦构成的电平转换电路如图 5.2b

注意，由于驱动器输入阻抗为 33kΩ，高电平门槛阈值 V_{IT+} 为 +12.4V，输出级上拉电阻 R_C 必须小于等于 1.5kΩ，输出端的钳位二极管可以防止寄生电感对输出级三极管的损害；由于三极管集

© 2016 北京普尔盛电子技术有限公司

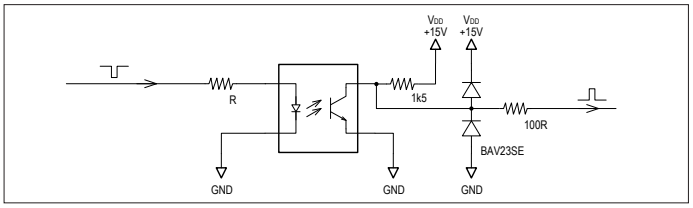


图 5.2b，由三极管构成的电平转换电路

电极输出效率较低，推荐使用性能较好的射极跟随输出，如图 5.2c

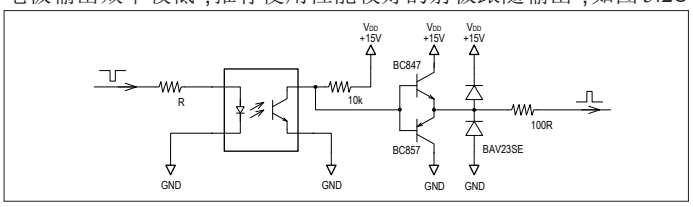


图 5.2c，由三极管构成的电平转换电路

驱动器为正逻辑控制，即**输入高电平时 IGBT 开通；输入低电平时 IGBT 关断。**

注意！输入信号不得低于负 0.7V，低于 -0.7V 的控制信号可能会导致输入端 MOS 工艺专用芯片失效。

电信号控制电缆不得超过 300mm 并使用绞线连接，如果无法避免建议使用屏蔽电缆连接，且必须要在驱动器的二个 PWM 信号输入端对地反接一只二极管（1N5819）以消除线路杂散电感带来的负电压尖刺，二极管方向如图 5.2b。

PSPC 822-4573 的控制接口如图 5.2d。由于驱动器已经具备很高隔离耐压（10kVac/1 分钟），控制侧无需考虑多余的光耦隔离。

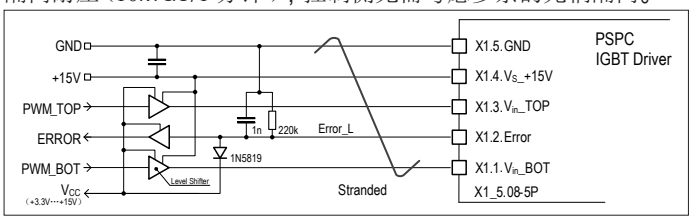


图 5.2d，电信号控制接口

PSPC 822-4573F 驱动器为光信号控制，标配的光纤信号收发器为 AVAGO 公司 5 MBd Link HFBR-1521（发送端子）及 HFBR-2521（接收端子）。收发电路同样也采用 HFBR0501 Series 数据手册的推荐电路。

PSPC 822-4573F 驱动器同样为正逻辑控制，即：
"有光"= IGBT 开通；"熄灭"= IGBT 关断。

控制端的光纤发射端子以及发射端的驱动电流 I_F 与光纤链路的转换速度关系密切，是决定开通延时（点亮瞬间）的主要因素。对桥式电路来说，这个开通延时将会叠加到死区时间上面。

驱动器标配的故障信号发射端子（HFBR-1521）正常时为常亮（开高电平），当出现故障时熄灭（低电平）。因为只是发送一个低电平（熄灭）的故障信号，为了兼顾发射距离和转换速度，驱动器默认的故障信号发射端子工作电流 I_F=20mA，这时的故障信号总延时大约为 130ns，传输距离大于 10m，用户可以自行减小 R_F 电阻以获得更长的传输距离。如图 1 的 R31 R32 电阻。

对于光纤控制的型号，仅需要确保光纤到位并压接可靠即可，不得有松动。

5.3, 窄脉冲抑制

驱动器具备窄脉冲抑制功能，400ns 宽度的窄脉冲信号将被抑制。如图 5.3

5.4, 工作模式选择

通过 J2 跳线可以使驱动器可以工作在半桥互锁模式或独立模式，

J2 开路（出厂默认），驱动器工作在半桥互锁模式，驱动器仅允许一个通道有效，且二个通道之间带有导通死区，防止上下管直通；

J2 短接（用 1206 封装 0Ω 电阻短接），驱动器工作在独立工作模式，该模式下二个通道没有电气关联，允许上下管同时导通。这种工作模式常见于三电平应用、IGBT 直接串联应用及并联谐振电路中。

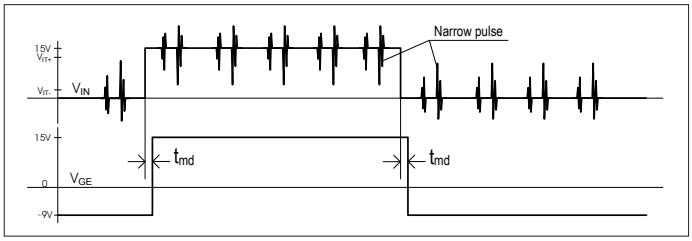


图 5.3 窄脉冲抑制示意图

5.5, 互锁与死区时间设置

在半桥模式下，驱动器在两个通道之间产生一个内部互锁死区时间，如图 5.5。这个互锁死区时间 TD 出厂默认为 5μs。

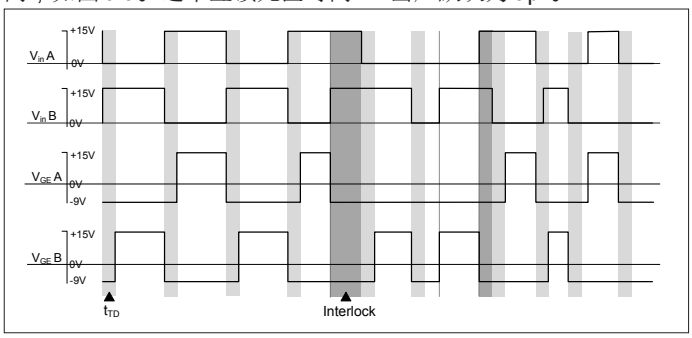


图 5.5 互锁与死区作用时间示意图

在适配板预留的 R_{TD} 焊盘（1206 封装）位置（图 2.）安装二个 R_{TD} 电阻与驱动核内置电阻并联可以减少互锁死区时间；在适配板预留的 C_{TD} 焊盘（1206 封装）位置安装二个 C_{TD} 电容与驱动核内置电容并联可以增加互锁死区时间，互锁死区时间相对应的 R_{TD} 电阻及 C_{TD} 电容值如表 5.5。

R_{TD}	C_{TD}	t_{TD}	R_{TD}	C_{TD}	t_{TD}
-	-	5 μs	-	10pF	6 μs
820 kΩ	-	4.5 μs	-	22pF	7.5 μs
430 kΩ	-	4.0 μs	-	33pF	8.5 μs
330 kΩ	-	3.8 μs	-	47pF	10 μs
220 kΩ	-	3.4 μs			
150 kΩ	-	3 μs			
100 kΩ	-	2.5 μs			
68 kΩ	-	2 μs			

表 5.5 互锁死区时间 t_{TD} 与电阻值 R_{TD}, C_{TD} 的对应关系

互锁死区时间的误差由外部的电阻值来决定，实际应用时要尽量选择误差值小的电阻及电容使用。

注意！R_{TD} 电阻最小值为 1kΩ，不得短接。

驱动器集成的死区时间由控制信号的下降沿触发，不会叠加到控制信号自带的死区时间上，而是大者优先，如图 5.5 右侧波形所示。

5.6, 故障模式选择

PSPC 822-4573 驱动器可以通过 J1 跳线选择故障输出模式，如图 2.a，短接"L"端（用 1206 封装 0Ω 电阻短接，默认），故障低电平有效，即正常时输出高电平，故障时输出低电平；

短接"H"端（用 1206 封装 0Ω 电阻短接），故障高电平有效，即正常时输出低电平，故障时输出高电平；

故障低电平有效使用较为方便，可以将多块驱动器的故障输出端并联到一起使用；

故障高电平有效相对严谨，可以防止故障电缆连接不良时控制器无法得到故障信号的弊端，连接不良即故障。

通过 J3 跳线可以实现多块驱动器故障快速同步；短接 J3 且 J1 为故障低电平有效，这时故障输出端同时具备外部故障输入功能，翻转阈值为 +8V，且控制侧上拉电平必须为 +15V，这时当故障输出端被外部信号拉低时，驱动器将封锁所有输出，关断 IGBT；当外部下拉信号撤销后驱动器将解除封锁，恢复到正常工作状态。

5.7, 故障复位

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.

双低复位，当二个控制信号输入端同时为低电平并维持 10μs，驱动器将清除故障记忆，解除封锁并自动复位。

注意！控制信号自带的死区时间不得大于 10μs，大于 10μs 的信号死区将使驱动器的故障记忆功能失效。

5.8, DC/DC 隔离电源

驱动核内部集成了一个双路 DC-DC 隔离电源，可以产生驱动 IGBT 所需要的 +15V/-9V 付边电压，原边与付边及付边二个通道之间的隔离电压均高达 50Hz 交流 10kV@1 分钟。因此驱动器仅需要一个 +15V 的供电电源，多块驱动器可以共用一个供电电源，无需隔离。

对于三电平应用，如果三电平拓扑中点不接地，这时候驱动器的隔离耐压需要 12kV 以上，驱动器的 +15V 供电电源需要二次隔离供电，二次隔离电源的隔离耐压应不小于 50Hz 交流 6kV@1 分钟。

5.9, 门极电阻

一般应用门极电阻选择 5% 精度的 2W 耐冲击表贴电阻 (2512 封装 2 只并联）即可，门极电阻值依据 IGBT 厂家提供的 datasheet 给出的参数选择，一般选择较小的门极开通电阻值（不要小于厂家的测试值）利于降低开关损耗，选择较大的门极关断电阻值利于降低关断尖峰，结合主回路结构和实际应用来做相应调整。

当更换 IGBT 型号时，务必仔细调整门极电阻值以适应新型号的 IGBT 参数，以免造成不必要的损失。

5.10, 门极电压

V_{IN} 输入高电平，门极电压输出 +15V，IGBT 开通；
V_{IN} 输入低电平，门极电压输出 -9V，IGBT 关断。

5.11, 欠压保护

驱动器具备原边供电电源欠压监测及门极电压监控功能，当原边或付边的供电电压低于 +12.5V 时将产生一个故障信号并关断驱动器，同时通过故障输出端向外部发出故障信号，当检测到门极输出短路故障时，驱动器将进入自保护状态，关闭输出并报出故障。

5.12, 短路（过流）保护

驱动器集成高度灵敏的有源动态 V_{CEsat} 监控电路以监测 IGBT 短路（过流）故障，当监测到故障时立即“软关断”IGBT，封锁输出并记忆故障，防止发生重复故障。

5.13, 故障软关断

故障“软关断”功能可以在短路（过流）故障发生时自动增加关断电阻值，减缓 IGBT 关断速度，因而降低 di/dt，防止出现过高的关断电压尖峰。由于主回路总是存在寄生电感，在短路情况下，IGBT 的短路电流大约为额定电流值的 6-8 倍，控制短路电流的下降速度可以有效抑制关断尖峰，驱动核内置的软关断电阻 $R_{Goff-SO}$ 为 10Ω，依据估算公式：

$\Delta V = L_S \times di/dt$

ΔV: 尖峰电压；L_S : 寄生电感；di/dt: 电流变化率

5.14, 动态尖峰抑制（有源钳位）

驱动器的两个通道均具备有源钳位功能以抑制动态过电压尖峰，避免 IGBT 因过压尖峰损坏。

有源钳位电路的实现方法是在 IGBT 的集电极和门极之间使用瞬态电压抑制二极管 (TVS) 建立一个反馈回路。当集电极 - 发射极尖峰电压超过预置的 TVS 击穿门槛电压时，过电压尖峰击穿 TVS 直接作用到门极，迫使 IGBT 处于微导通状态，使 IGBT 的集电极 - 发射极电压得到抑制。另外这个过电压尖峰信号通过 V_{CE} peak 端反馈到驱动核并激活“软关断”，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，迫使门极电压平缓下降，抑制关断过程的 di/dt，用被动 " 软关断 " 来主动控制关断阶段的 di/dt，从而有效抑制关断过程中可能出现的过电压尖峰。同时也使有源钳位更加敏感有效。当过电压尖峰信号消失后自动解除 " 软关断 " 过程，正常关断 IGBT。如图 14

注意：有源钳位是以增加 IGBT 损耗来抑制过电压尖峰，当频繁出现过电压尖峰时将使 TVS 及 IGBT 的损耗迅速增加甚至失效，避免出现过电压尖峰的最佳方案是优化母线结构及吸收回路，降低主回路的寄生电感。

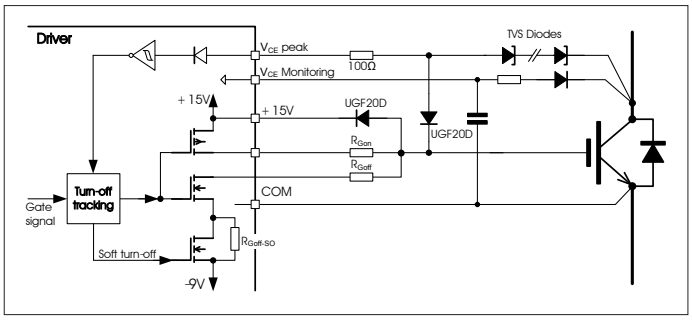


图 14 动态“软关断”与过电压尖峰抑制

5.15, V_{CEsat} 监控与参考曲线 V_{CEref}

V_{CEsat} 监控

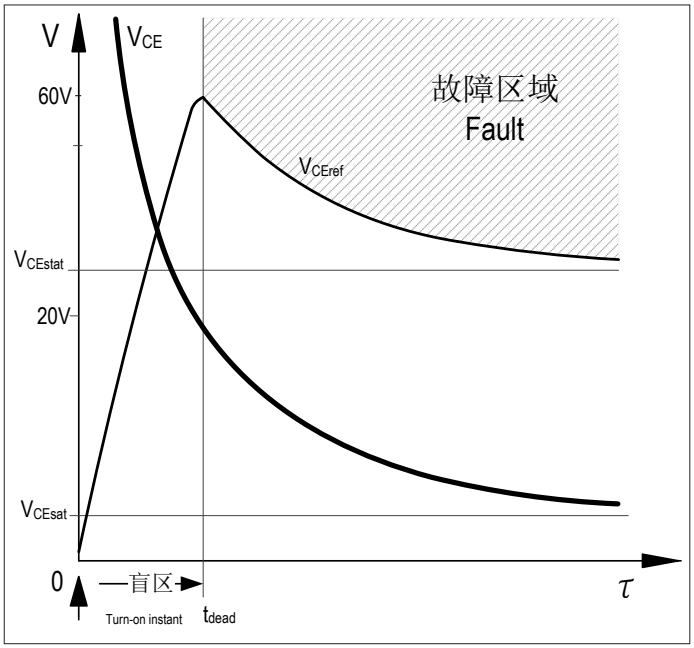
有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 电路负责 IGBT 短路（过电流）监测，它在 IGBT 处于导通状态时检测 IGBT 的集电极 - 发射极电压 V_{CEsat} 来实现对短路（过电流）故障的监测。当检测到 V_{CEsat} 高于预设的参考值 V_{CEref} 时，驱动器将立即“软关断” IGBT，记忆故障并封锁输出。

参考曲线 V_{CEref}

PSHI 0822 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）。（如图 5.15）

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} 做 V_{CEsat} 监测的电压参考值显然不切实际，为此 PSHI 0822 驱动核内部集成了一个 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。



如图 5.15，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

为了避免误报故障，在 IGBT 导通瞬间（这时的 $V_{CE} > V_{CEref}$）必须要为 V_{CEsat} 下降提供足够的盲区时间 t_{dead}。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 50V，IGBT 关断时该值被钳位到 15V，当 V_{CEref} 上升到最高值 50V 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。

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。

PSHI 0822 驱动器内置的 V_{CEref} 参数（出厂默认值）为：
PSHI 0822-33，V_{CEstat}：40V；t_{dead}：10μs；
实际使用时可以在适配板上外接相应的 R_{ref}、C_{ref} 与内部的电阻及电容并联来得到合适的 V_{CEref}' 参数。如表 5.15

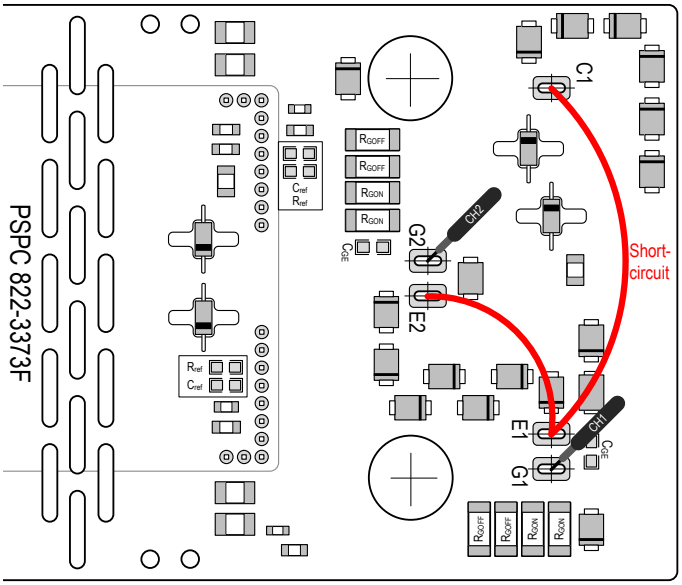
PSHI 0822-33

R_{ref}	C_{ref}	V_{CEstat}	t_{dead}	推荐值
---	---	40 V	10 μs	默认值
100 kΩ	---	37 V	9. μs	
68 kΩ	---	35 V	8. μs	

表 5.15, 外接阻容 R_{ref}；C_{ref} 与 V_{CEstat}；t_{dead} 的对应关系表

6，驱动器的初期检测方法

在正式使用前，用户需要对驱动器进行初步性能检测（不接 IGBT 模块），由于 PSHI 0822 驱动核采用有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 做短路故障监测，有源动态 "V_{CEsat} 监控 " 可以发现 IGBT 短路故障，上下管直通故障及驱动器与 IGBT 模块的机械连接故障，在不安装 IGBT 模块时需要短接驱动器上面的 C1,E1 及 E1,E2，屏蔽上下二路 "V_{CEsat} 监控 " 才可以在门极 G 观察到正常的 V_{GE} 驱动信号；断开其中一根短接电缆可以观察到该通道保护响应时门极波形。如图 6



如图 6， 初期监测的故障监测屏蔽方法

附，相似产品

* PSPC 822-3373
* PSPC 822-3373F

隔离耐压 50Hz 交流 8kV@1 分钟
支持双路 3300V 73mm HV-IGBT 模块：
Infineon FF200R33KF2C
Infineon FF401R17KF6C
Dynex DIM100PHM33-F00
Dynex DIM200PHM33-F000
Dynex DIM250PHM33-TL000
Dynex DIM250PHM33-TS000
Dynex DIM250PKM33-TL000
Dynex DIM250PKM33-TS000

* PSPC 512F-73
* PSPC 512F-73A（带 IGBT 状态反馈）

隔离耐压 50Hz 交流 12kV@1 分钟
支持单路 4500V, 6500V 73mm HV-IGBT 模块：
Infineon. FZ 200R 65KF2
FZ 250R 65KE3
FZ 400R 33KL2C

© 2016 POWER-SEM Electronic Technique Co,.Ltd.