

POWER-SEM

Plug and Play IGBT Driver

PSPC 822-90(+)/F

PSPC 822-90(+)/D/F

双路 90mm IGBT 模块即插即用驱动器

特点

- 基于 PSHI 0822 驱动核设计
- 适配英飞凌 PrimePACK3(+) IGBT 模块
- 监测 V_{CEsat} 提供短路及过流保护
- 纳米晶变压器隔离
- 电源欠压保护及门极电压监控
- 故障“软关断”及有源钳位
- 故障记忆
- 互锁及死区
- 死区时间可调
- 集成 DC/DC 隔离电源，隔离电压 5kV 交流
- $\pm 38A$ 峰值电流输出
- IGBT 门极驱动电压 +15V/-9V
- 650ns 信号转换时间
- 110ns 故障信号回馈时间
- 400ns 窄脉冲抑制消除射频干扰
- 最高工作频率 50kHz
- 0--100% 占空比
- 具备故障同步功能，低电平有效
- 表面爬电距离 30mm

应用

- 桥式电路
- 变频器
- 逆变器
- 感应加热
- 大功率 UPS
- APF 有源滤波器
- 大功率高频开关电源

电气参数 *($T_a=25^\circ C$)

符号	含义	参数			单位
		Min.	Typ.	Max.	
V_s	供电电源电压	14.5	15	15.5	V
$I_{s\ MAX}$	原边电流最大值			600	mA
$P_{DC/DC}$	DC/DC 隔离电源总功率		8		W
V_{isol}	隔离电压 (1 minute, AC)		5000		V
dv/dt	电压变化率		75		kv/ μs
$R_{Gon/off\ min}$	最小门极开通 / 关断电阻		0.6 ^①		Ω
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		± 38		A
$Q_{out/pulse}$	输出电荷		± 30		μC
V_{IT+}	输入高电平门槛: (15V 信号电平)	12.4			V
V_{IT-}	输入低电平门槛: (15V 信号电平)			4.5	V
R_{in}	输入阻抗		33		k Ω
$V_{G(on)}$	门极开通电压		+15		V
$V_{G(off)}$	门极关断电压		-9		V
$t_{d(I/O)}$	信号传输延时 (输入 - 输出延时)		650		ns
t_{md}	窄脉冲抑制		400		ns
$t_{d(Err)}$	故障响应时间		110		ns
V_{CEstat}	V_{CE} 监测参考电压值	3	7.5	15	V
V_{Level}	逻辑电平		+8		V
t_{pReset}	V_{in} 输入双低自动复位时间		10		μs
t_{TD}	默认死区时间 (半桥互锁模式)	.05 ^②	5		μs
C_{PS}	一二次之间的分布电容		8		pf
$f_{SW\ max}$	最高工作频率		50		kHz
T_{op}	工作温度		-40...+85		$^\circ C$



①, 门极电阻值包含 IGBT 模块内部集成的门极内置电阻 R_{Ginet} , 即 $R_{Gmin}=R_G+R_{Ginet}$;

②, 最小死区设置电阻 $R_{TDmin}=10k\Omega$ 对应的时间;

更多电气参数请参阅 PSHI 0822 驱动核说明。

1, 构成原理

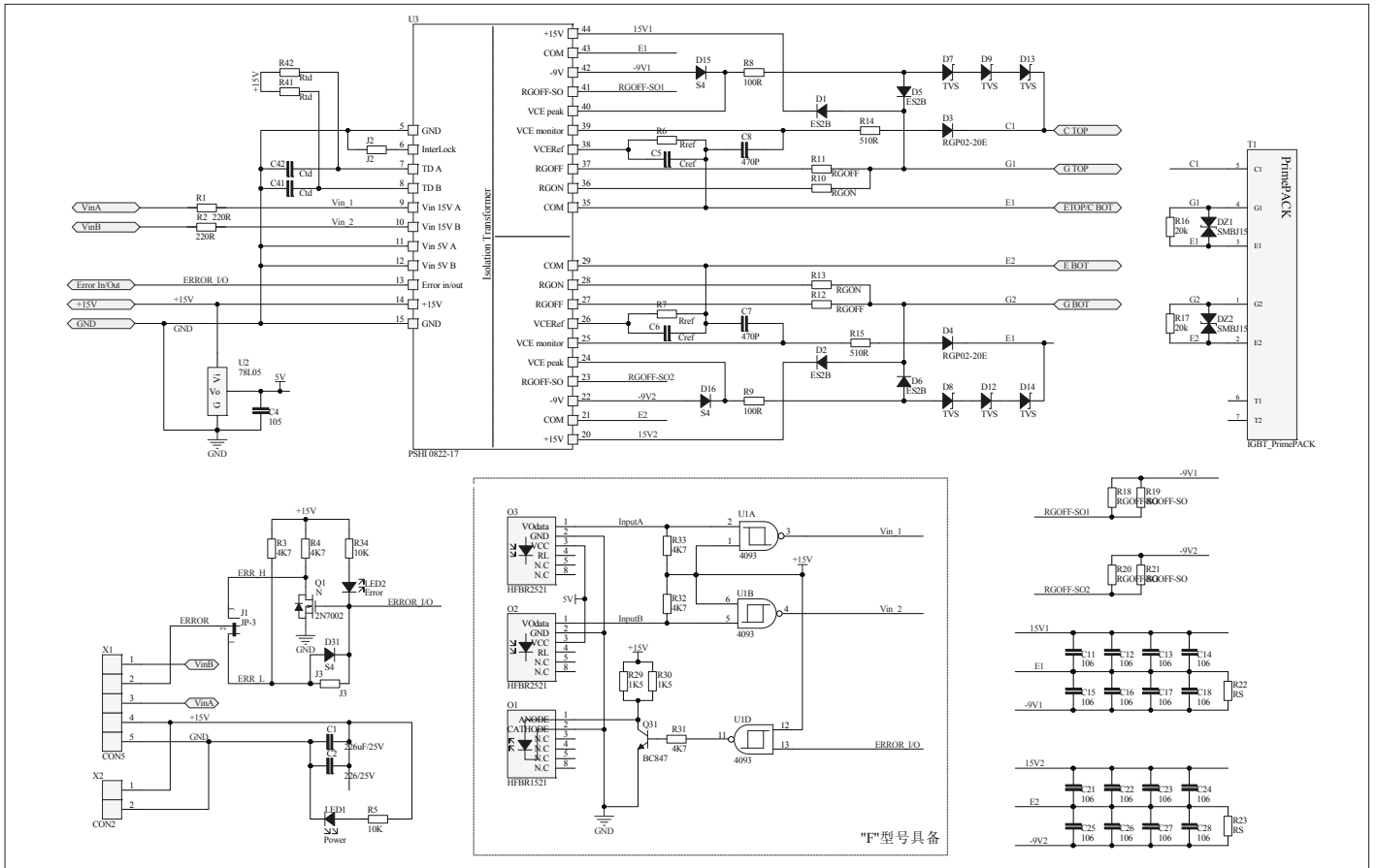


图 1, 系统构成原理图

2, 外形及安装尺寸示意图

2.1, PSPC 822-90 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 及 PrimePACK 3 模块)

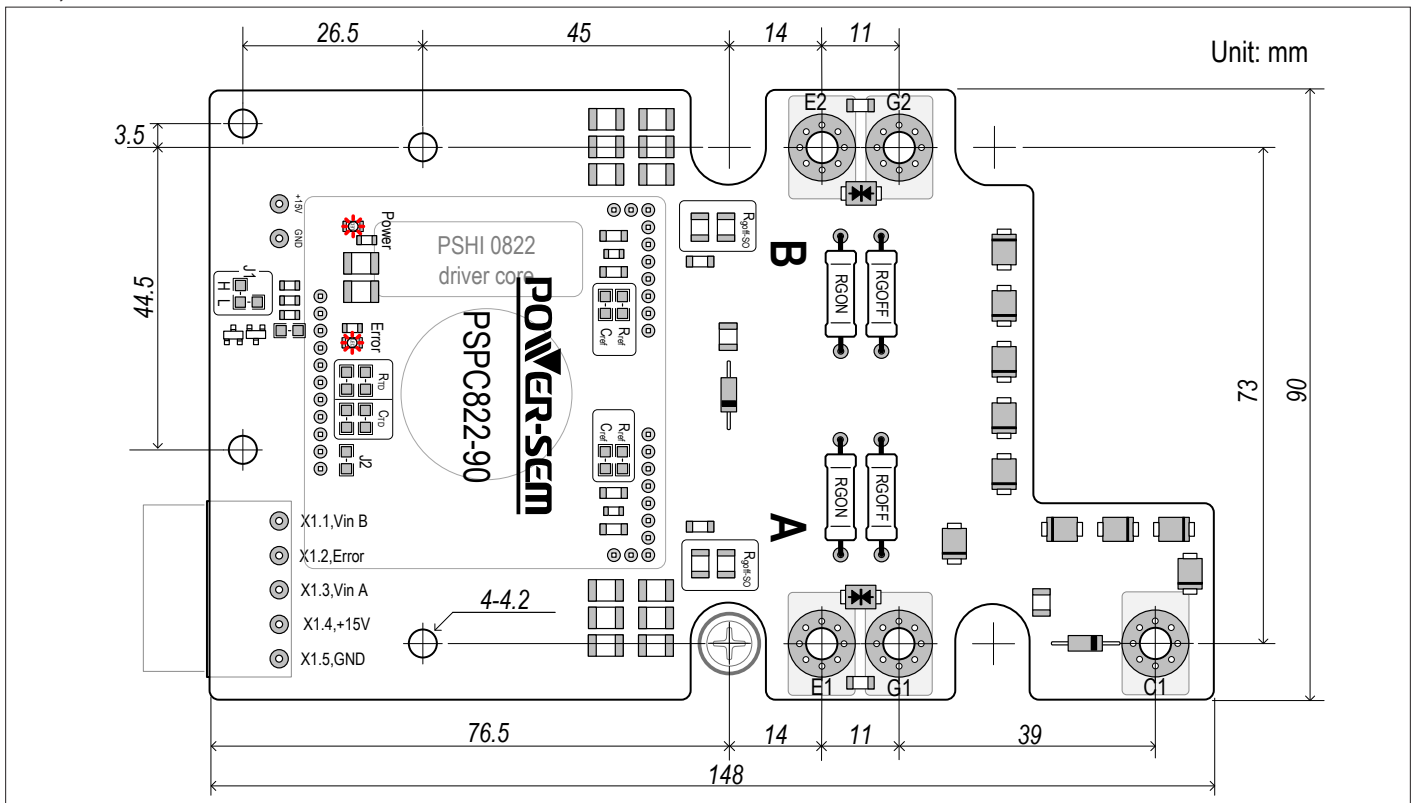


图 2.1, PSPC 822-90 外形及安装尺寸示意图

2.2 , PSPC 822-90F 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 及 PrimePACK 3 模块)

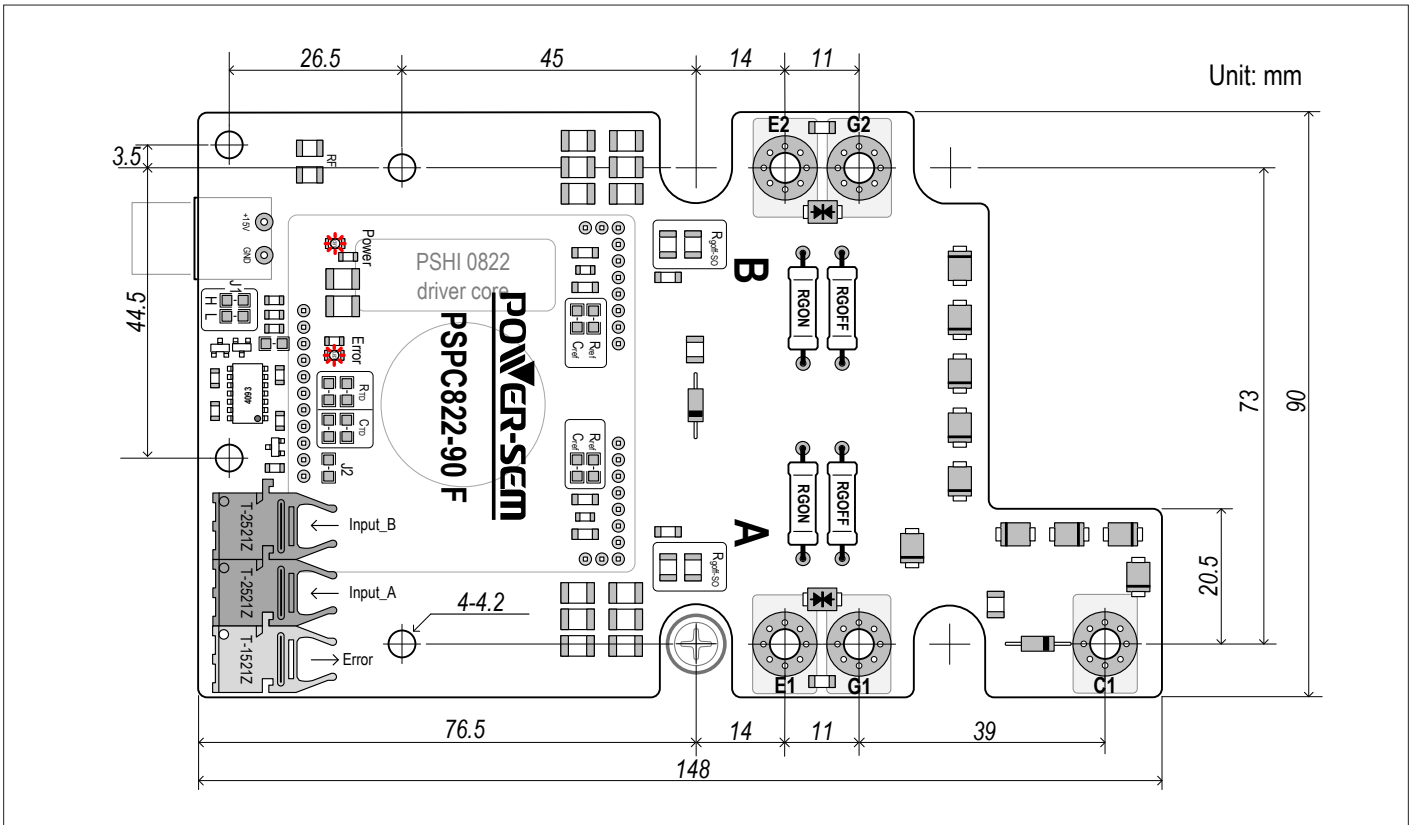


图 2.2 , PSPC 822-90F 外形及安装尺寸示意图

2.3 , PSPC 822-90+ 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 3+ 模块)

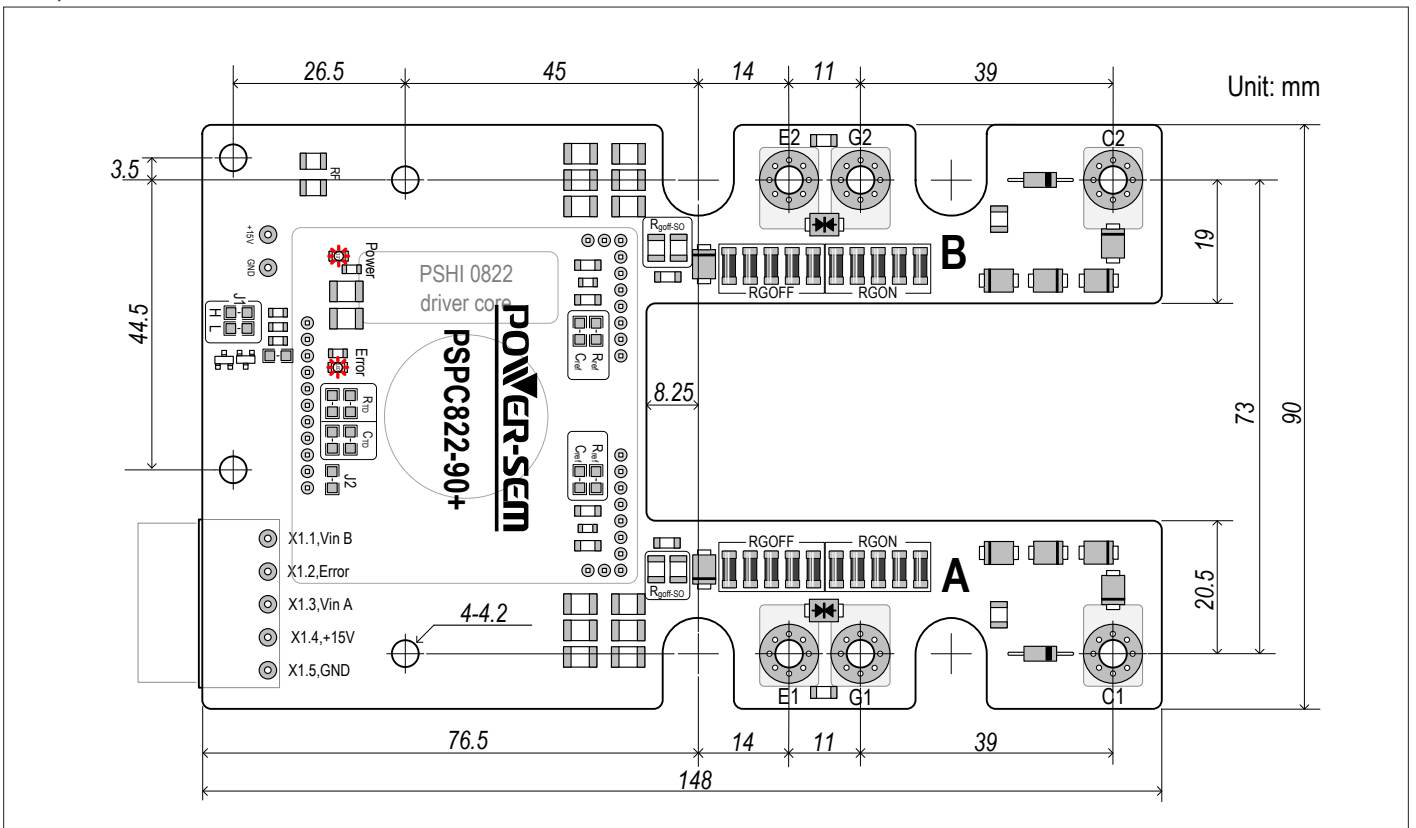


图 2.3 , PSPC 822-90+ 外形及安装尺寸示意图

2.4 , PSPC 822-90+F 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 3+ 模块)

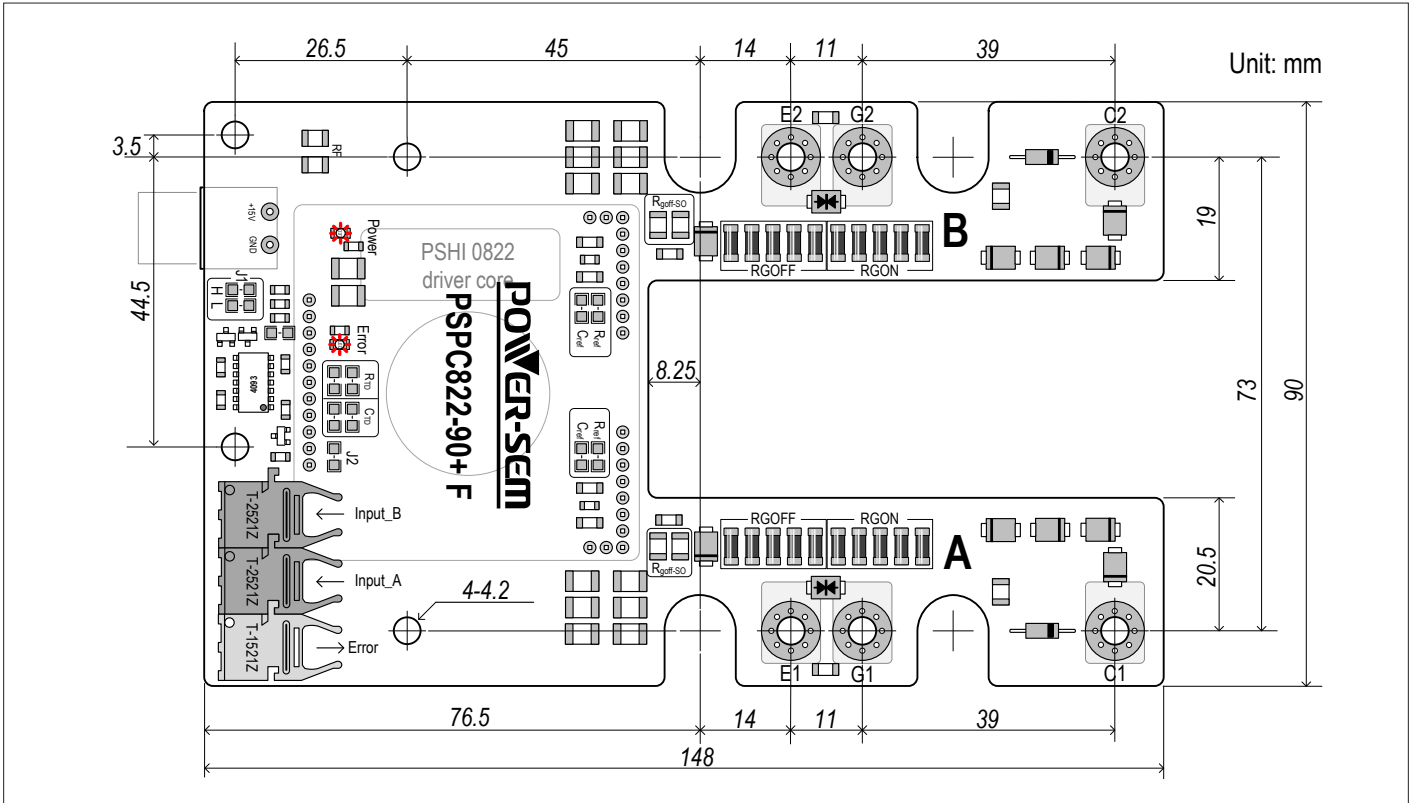


图 2.4 , PSPC 822-90+ F 外形及安装尺寸示意图

2.5 , PSPC 822-90D 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 及 PrimePACK 3 模块)

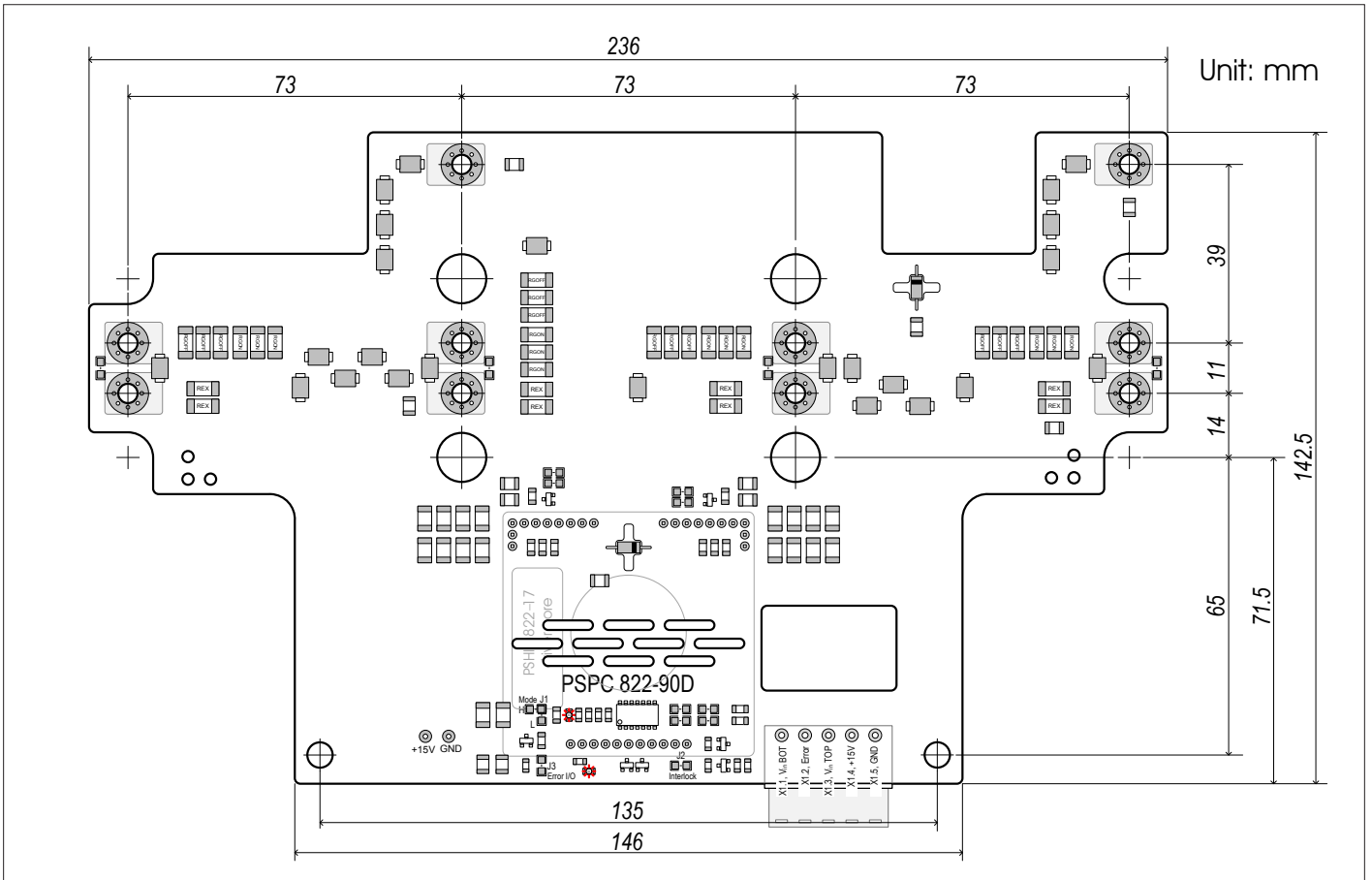


图 2.5 , PSPC 822-90D 双 IGBT 模块并联驱动器外形及安装尺寸示意图

2.6 , PSPC 822-90DF 外形及安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 及 PrimePACK 3 模块)

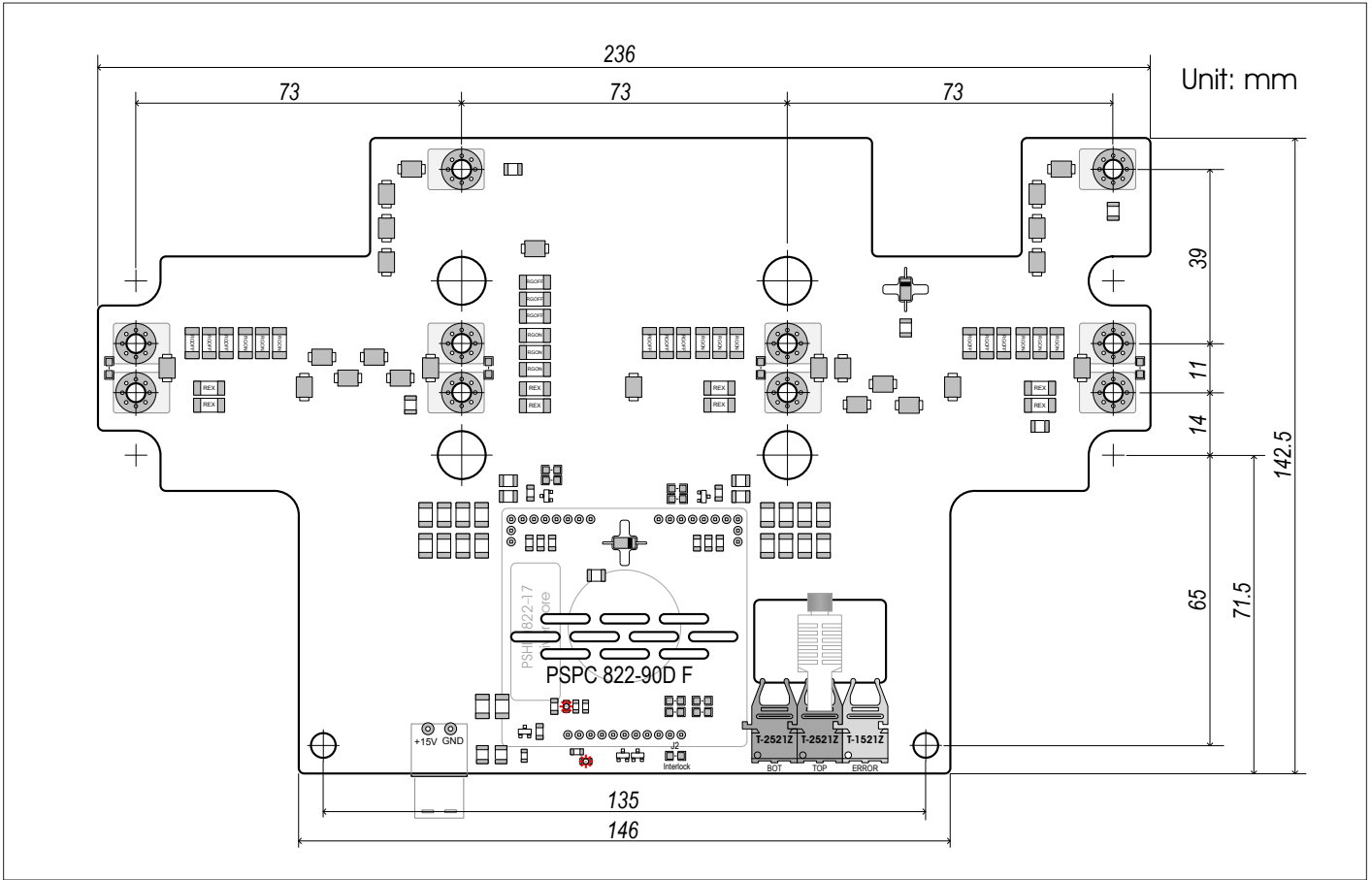


图 2.6 , PSPC 822-90DF 双 IGBT 模块并联驱动器外形及安装尺寸示意图

2.7 , PSPC 822-90 安装高度尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 及 PrimePACK 3 模块)

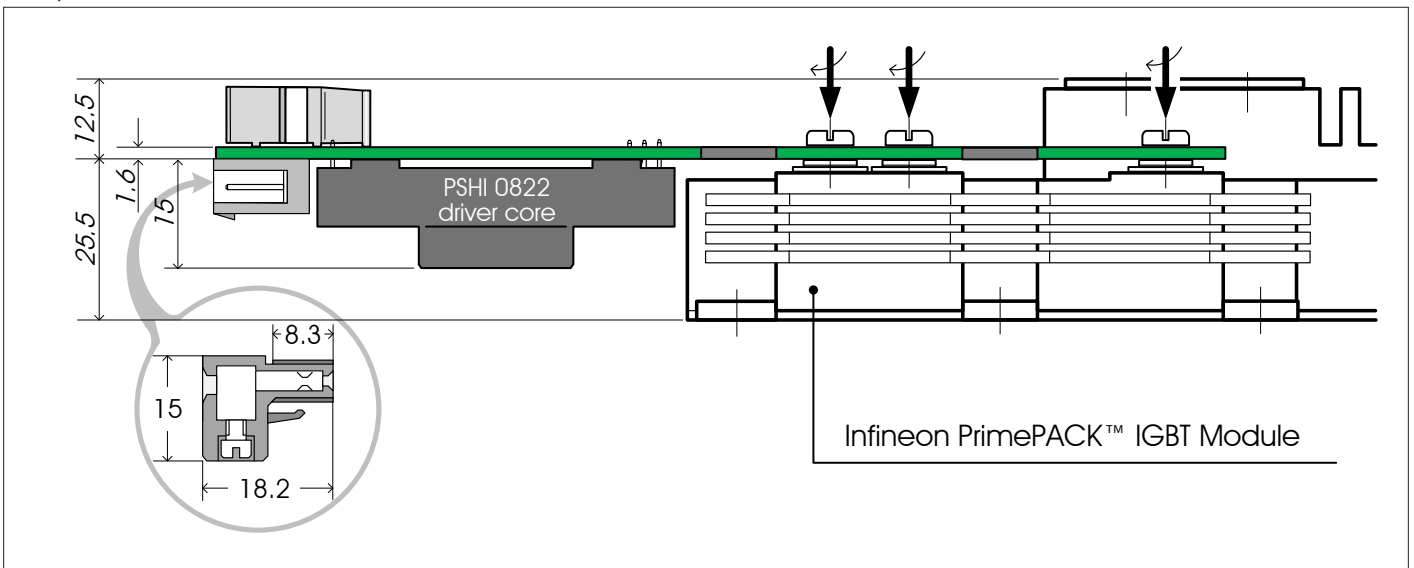


图 2.7 , 安装高度尺寸示意图

2.8 , PSPC 822-90DF 并联安装尺寸示意图 (适配 PrimePACK 2 或 PrimePACK 3 模块)

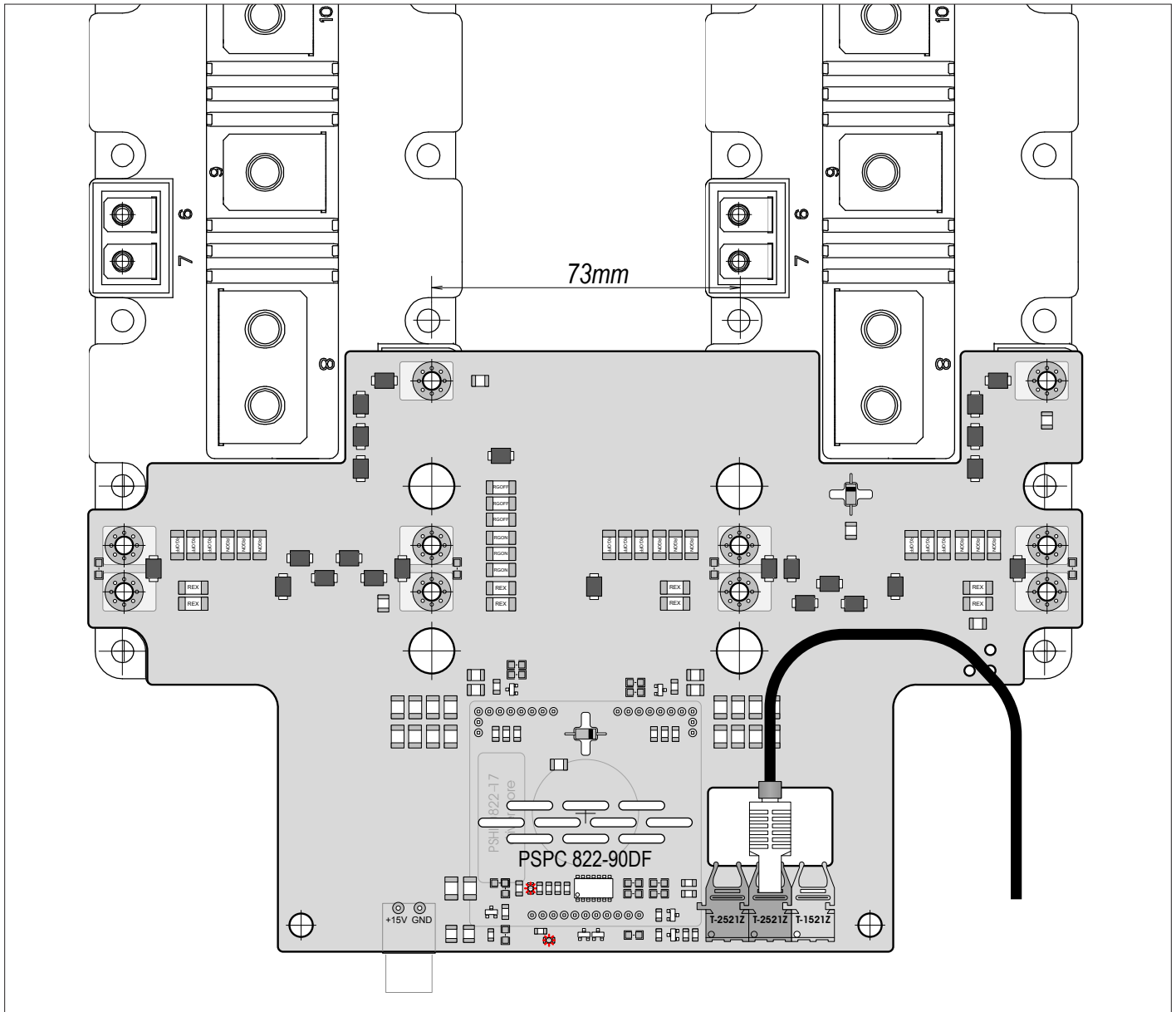


图 2.8 , PSPC 822-90DF 双 PrimePACK™ IGBT 模块并联驱动器安装示意图

3 , 引脚功能与定义

X1, 5.08 间距 5 针连接器 (PSPC 822-90)

引脚	符号	功能与定义
X ₁ .1	V _{in} BOT	下管控制信号输入端, +15V 电平信号
X ₁ .2	Error	故障信号输出端, 默认低电平有效, 5V-15V 电平
X ₁ .3	V _{in} TOP	上管控制信号输入端, +15V 电平信号
X ₁ .4	V _s	+15V 供电电源输入端
X ₁ .5	GND	信号地及电源地

表 3a , PSPC 822-90 电信号控制接口功能与定义

X2, 5.08 间距 2 针连接器 (PSPC 822-90F)

引脚	符号	功能与定义
X ₁ .1	V _s	+15V 供电电源输入端
X ₁ .2	GND	电源地及信号地

表 3b , PSPC 822-90F 光信号控制接口功能与定义

4, 简介

PSPC 822-90 是一款专为适配英飞凌 PrimePACK™ 90mm IGBT 模块设计的二单元即插即用驱动器，核心电路基于 POWER-SEM 专用芯片组 (ASICs) 设计，驱动核加适配板的模块化组合设计，电路简单，结构紧凑，使用方便，安全可靠，性价比高。

驱动核采用有机硅胶真空灌封，具有抗冲击，耐侯，抗老化及极佳的电绝缘性能 (≥25kV/mm) 和防水防潮性能。有机硅胶具有高度稳定的物理特征及化学稳定性，耐高低温、耐腐蚀、耐腐蚀、耐侯及拒水，特别适合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。

驱动器具备互锁及死区产生电路，窄脉冲抑制，有源动态 V_{CE} 监测，短路 (过流) 保护，欠压保护，门极监控，故障“软关断”以及 V_{CE} 过电压尖峰钳位 (有源钳位) 等基本保护功能。


驱动器采用 +15V 系统电压，所有逻辑处理均工作在 +15V 电压；逻辑信号同样采用 +15V 电平，控制信号输入端的施密特整形电路具有高达 8V 的滞回量，这些设计可以确保驱动器在高干扰环境下可靠工作。


驱动器具有很强的驱动能力，可以以
10kHz 频率驱动一只 FF1400R17IP4 模块；
15kHz 频率驱动一只 FF1400R12IP4 模块；

驱动器具有很强的适应能力，通过改变外部的几个参数或功能即可适应不同的应用，只需简单调整 $V_{CE\text{scf}}$ 保护参考曲线及门极电阻 R_{Gon} 、 R_{Goff} 的值即可驱动不同功率等级相同封装的二单元 IGBT 模块。

- PSPC 822-90: 电信号控制, 适配 PrimePACK 2/3 模块;
- PSPC 822-90F: 光信号控制, 适配 PrimePACK 2/3 模块;
- PSPC 822-90+: 电信号控制, 适配 PrimePACK 3+ 模块;
- PSPC 822-90+ F: 光信号控制, 适配 PrimePACK 3+ 模块;
- PSPC 822-90D: 双 PrimePACK 3 模块并联驱动器, 电信号控制;
- PSPC 822-90DF: 双 PrimePACK 3 模块并联驱动器, 光信号控制;

5, 应用

 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)，忽略静电防护规范均可能直接导致驱动器及 IGBT 损坏。

 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必须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。

5.1, 控制侧接口

PSPC 822-90F 光信号控制驱动器仅需要一个 +15V 的供电电源即可，光纤端子 HFBR2521 为控制信号接收器；HFBR1521 为故障信号发送器，正常工作时返回“常亮”，故障时返回“熄灭”。控制侧必须使用相同信号或相同波长的光电收发器，不同波长的光电收发器可能无法正常通讯。

PSPC 822-90 电信号控制驱动器接口如下图所示，驱动器具备高等级隔离，非常安全，控制侧无需再考虑隔离设计。

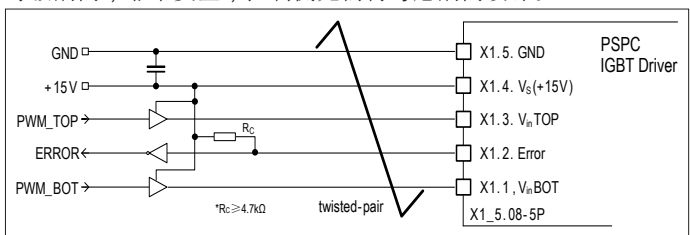


图 5.1, 控制侧电气接口示意图

5.2, PWM 控制信号电平 (仅 PSPC 822-90 驱动器)

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 822-90 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抵御电路噪声干扰，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 电平的信号必须转为 +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)；

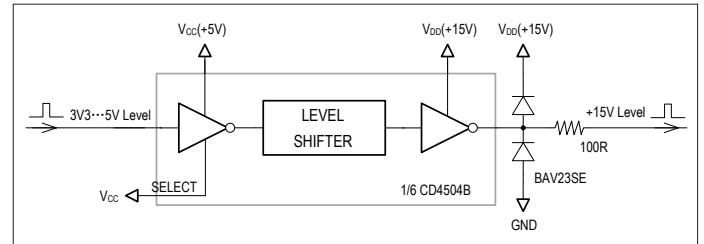


图 5.2.1, CD4504B 构成的电平转换电路

也可以使用三极管或光耦简单转换；

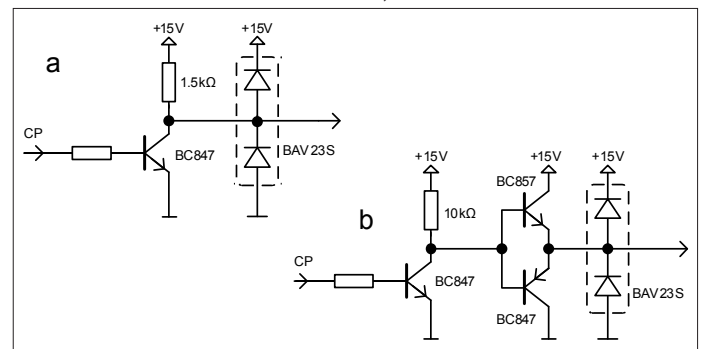


图 5.2.2, 由三极管构成的电平转换电路

驱动器输入阻抗为 33k 欧姆，用集电极上拉转换时，上拉电阻不得大于 1.5k 欧姆，图 5.2.2b 的脉冲质量和效率高于 5.2.2a，建议使用。

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 -1V，低于 -1V 的负电压控制信号可能会导致输入端元件失效。

控制电缆不得超过 300mm 并使用绞线连接，如果无法避免必须要在驱动器的二个 PWM 信号输入端对 GND 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 5.2。

驱动器为正逻辑控制，即：

V_{in} 控制端输入高电平 (或有光)，IGBT 导通；

V_{in} 控制端输入低电平 (或熄灭)，IGBT 关断。

5.3, 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 跳线在适配板正面，很容易找到，见图 2.1。

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，防止上下管直通故障；

J2 短接 (用 1206 封装 0 欧姆电阻短接)，驱动器工作在独立工作模式，二个通道没有电气关联，允许上下管直通。这种工作模式常见于并联谐振电路中使用。

5.4, 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 5.4。这个互锁死区时间 t_{TD} 出厂默认为 $5\mu s$ 。在适配板预留的 R_{TD} 焊盘位置（图 2.1）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，互锁死区时间相对应的 R_{TD} 电阻值如表 5.4。

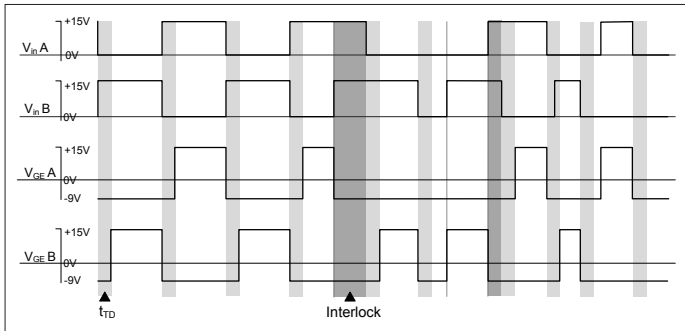


图 5.4 互锁与死区作用时间

R_{TD}	t_{TD}	R_{TD}	t_{TD}
不接	$5\mu s$	$100k\Omega$	$2.5\mu s$
$820k\Omega$	$4.5\mu s$	$68k\Omega$	$2\mu s$
$430k\Omega$	$4.0\mu s$	$43k\Omega$	$1.5\mu s$
$330k\Omega$	$3.8\mu s$	$33k\Omega$	$1.25\mu s$
$220k\Omega$	$3.4\mu s$	$22k\Omega$	$0.9\mu s$
$150k\Omega$	$3\mu s$	$10k\Omega$	$0.45\mu s$

表 5.4 互锁死区时间 t_{TD} 与电阻值 R_{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阻值误差小的电阻使用。

驱动核集成的死区时间不会叠加到控制信号自带的死区时间上，而是大的死区覆盖小的死区，门极信号的死区时间由大的死区时间决定，如图 5.4 右侧波形所示。

注意！ R_{TD} 电阻最小值为 $1k\Omega$ 欧姆，不得直接短接。

5.5, 故障模式

驱动器可以通过 J1 跳线选择故障输出模式（图 2.1，仅 PSPC 822-90 有效）：

短接 Lo 端（用 1206 封装 0 欧姆电阻短接，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 Hi 端（用 1206 封装 0 欧姆电阻短接），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，可以防止故障返回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（如图 3）。

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 $+8V$ ，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。

“F”光纤接口的故障返回为：正常返回“常亮”；故障返回“熄灭”，光纤接口的驱动器故障模式选择均无效。

5.6, 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交流 $5kV@1$ 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。

5.7, 门极电阻

一般应用门极电阻选择 5% 精度的 2W 金属膜电阻即可，高频应用需要选择高品质 3W 金属氧化膜电阻或使用带散热器的高品质无感电阻，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，须结合主回路结构和实际应用来做相应调整。

PSPC 822-90 驱动器最小门极电阻为 0.6Ω （包含 IGBT 模块内置门极电阻 R_{Cref} ，并联后总的门极电阻值不得小于 0.6Ω 欧姆，否则可能会导致驱动器不能正常工作。

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。

5.8, 门极电压

V_{IN} 输入端为高电平时，门极开通电压 $+15V$ ，IGBT 开通；

V_{IN} 输入端为低电平时，门极开通电压 $-9V$ ，IGBT 关断。

5.9, 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。

5.10, 短路（过流）保护

驱动器集成高度灵敏的有源动态 V_{CEstat} 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。

5.11, 故障复位

双低复位，当二个控制信号输入端同时为低电平并维持 $10us$ 以上，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 $10us$ ，大于 $10us$ 的信号死区将使驱动器的故障记忆功能失效。

5.12, 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。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尖峰电压，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

5.13, 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用瞬态抑制二极管 (TVS) 建立一个反馈通道。当集电极-发射极尖峰电压超过预设的 TVS 击穿门槛电压时，这个尖峰电压击穿 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反馈到驱动核激活“软关断”，使得门极电压平缓下降，使有源钳位更加敏感有效。

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 的损耗迅速增加而失效，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。

5.14, 有源动态 V_{CEstat} 监控与参考曲线 V_{CEref}

V_{CEstat} 监控

有源动态 " V_{CEstat} 监控" 电路负责 IGBT 短路（过电流）监测，它在 IGBT 处于导通时检测 IGBT 集电极-发射极电压 V_{CEstat} 与参考曲线 V_{CEref} 进行比较，实现对短路（过电流）故障的监测。当检测到 V_{CEstat} 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}

参考电压 V_{CEref} 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_{CEref} 不是静态的，而是在 IGBT 导通瞬间开始迅速上升到一个最高点，然后由这个最高点开始依照时间常数 τ （受 C_{ref} 控制）以指数形式下降到 V_{CEstat} （由 R_{ref} 决定）。（图 5.14）

V_{CEstat} 监测的阈值 V_{CEstat} 是 V_{CEref} 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

PSPC 822-90

双通道 90mm IGBT 模块即插即用驱动器

值应为 $V_{CEstat} > V_{CEsat}$ 。 V_{CEref} 的延时时间受电容 C_{ref} 及电阻 R_{ref} 共同控制 (图 1)，它控制 IGBT 导通后到 V_{CEsat} 监测启动之间的盲区时间 t_{dead} 。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} 监测的内部门槛电压被限定在 20V，在 IGBT 导通瞬间，当 V_{CEref} 上升到 20V 时 (即离开监测盲区 t_{dead} 后) 只要 $V_{CEsat} > V_{CEref}$ ，“ V_{CEsat} 监控电路”即被触发并关断 IGBT。

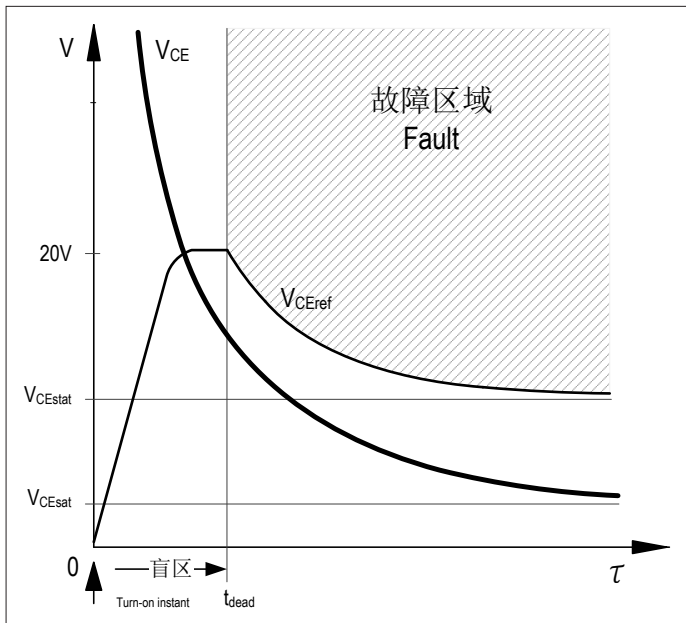


图 5.14 V_{CEsat} 电压监控曲线 V_{CEref} 及 IGBT 导通瞬间的 V_{CE} 电压波形示意图

调整盲区时间 t_{dead} 可以调整“ V_{CE} 监控电路”的监测灵敏度，通过调整电容 C_{ref} 的值可以延长监测盲区 t_{dead} ；通过调整电阻 R_{ref} 的值可以缩短监测盲区 t_{dead} 及降低 V_{CEsat} 监测的阈值 V_{CEstat} 。

有源动态“ V_{CEsat} 监控”电路可以高效检测到 IGBT 开通过慢故障、短路故障及任何导致 IGBT 开通过程变慢或导通压降变高的异常情况，比如电压升高或严重过流都会使 IGBT 开通变慢。

PSHI 0822-17 驱动核内置的 V_{CEref} 参数 (出厂默认值) 为：

$V_{CEstat} \approx 16V$ ； $t_{dead} \approx 9\mu s$ ；

实际使用时可以在适配板上预留的 Ref 焊盘位置增加电阻 R_{ref} 及电容 C_{ref} 与驱动核内部的电阻及电容并联来得到合适的 V_{CEref} 参数。如表 5.14

R_{ref}	C_{ref}	V_{CEstat}	t_{dead}	推荐值
---	---	16.2 V	9. μs	默认值
120 k Ω	---	15.5 V	7.5 μs	
68 k Ω	---	14.6 V	6.5 μs	
47 k Ω	---	13.8 V	5.5 μs	
33 k Ω	---	12.5 V	5.0 μs	
22 k Ω	220 pF	11.0 V	5.0 μs	
15 k Ω	470 pF	9.5 V	5.0 μs	
10 k Ω	1000 pF	7. V	5.5 μs	

表 5.14 外接阻容 R_{ref} ； C_{ref} 与 V_{CEstat} ； t_{dead} 的对应关系表

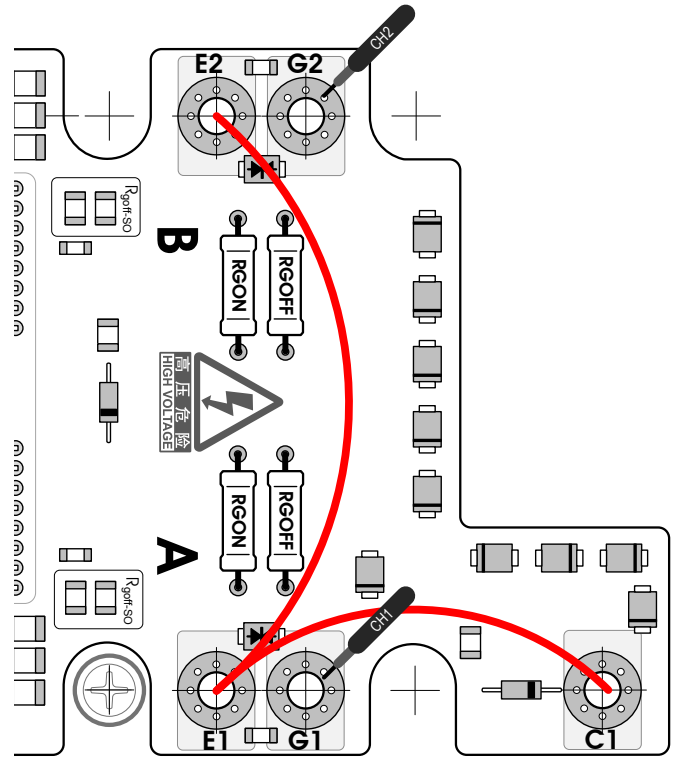
5.15, 驱动器的前期监测

在正式使用前有必要对驱动器进行前期电气性能测试，前期测试可以直接将驱动器安装到 IGBT 模块上进行 (不加主回路)，也可以不接 IGBT 模块进行测试。当不接 IGBT 模块进行测试时需要短接 C1,E1 及 E1,E2 (如图 5.15 所示) 以屏蔽 V_{CE} 故障检测，测量二个门极输出电压 V_{GE} 值、死区时间 & 驱动器的静态电流值，正常时 (默认故障模式下)：

V_{in} 端输入低电平， V_{GE} 输出 -9V 电压，故障返回高电平；

V_{in} 端输入高电平， V_{GE} 输出 +15V 电压，故障返回高电平；

断开 C1,E1 或 E1,E2， V_{GE} 输出 -9V 电压，故障返回低电平；



如图 5.15，初期检测的 V_{CE} 故障监测屏蔽方法示意图