

POWER-SEM

Plug and Play IGBT Driver

PSPC 420(F)-62(F)

PSPC 420(F)-45

双路 45mm/62mm IGBT 模块即插即用驱动器

特点

- 基于 PSHI 0420 驱动核设计
- 为 600V、1200V 及 1700V 全系列 IGBT 设计
- 支持 34mm, 62mm, 45mm 传统二单元模块封装
- 纳米晶变压器隔离, 隔离电压高达 5kVac
- 集成互锁及死区, 死区时间可调
- 集成故障同步功能, 故障模式可选
- 监测 $V_{CE(sat)}$ 提供短路 (过流) 保护
- 集成故障“软关断”及过压保护 (有源钳位)
- 电源欠压保护 (<12.5V 保护)
- 门极电压监控
- 集成 DC/DC 隔离电源,
- 峰值输出电流 $\pm 15A$
- 门极驱动电压 +15V/-9V
- 350ns 信号转换时间
- 110ns 故障信号回馈时间
- 100ns 窄脉冲抑制消除射频干扰
- 最高工作频率 100kHz
- 表面爬电距离 18mm

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 *($T_a=25^\circ C$)

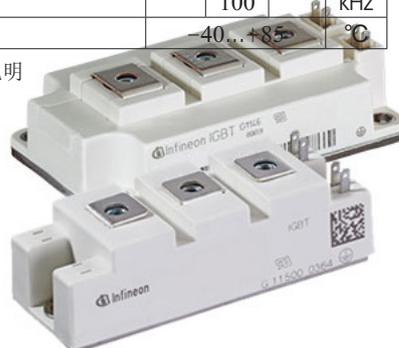
符号	含义	参数			单位
		Min.	Typ.	Max.	
V_s	供电电源电压	14.5	15	15.5	V
$I_s \text{ MAX.}$	原边电流最大值			450	mA
$P_{DC/DC}$	DC/DC 隔离电源总功率		5		W
V_{isol}	隔离电压 (1 minute, AC)		5000		V
dv/dt	电压变化率		75		kV/ μs
$R_{G(on/off) \text{ min}}$	最小门极开通 / 关断电阻		1.6		Ω
I_{outAV}	每通道输出的平均电流		100		mA
$I_{outPEAK}$	每通道输出的峰值电流		± 15		A
$Q_{out/pulse}$	输出电荷		± 10		μC
V_{IH+}	输入高电平门槛: (15V 信号电平)	12.4			V
V_{IL-}	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
$t_{d(L/O)}$	信号传输延时 (输入 - 输出延时)		300		ns
t_{md}	窄脉冲抑制		100		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	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*	5		μs
C_{PS}	一二次之间的分布电容		8		pf
$f_{SW \text{ max}}$	最高工作频率		100		kHz
T_{op}	工作温度		-40...+85		$^\circ C$

* 更多电气参数请参阅相关驱动核的说明
如 PSHI 0420 及 2DI 615 驱动核说明。

* “F”为光纤信号接口。

即插即用

支持 34mm, 62mm 及 45mm 模块



1, 构成原理

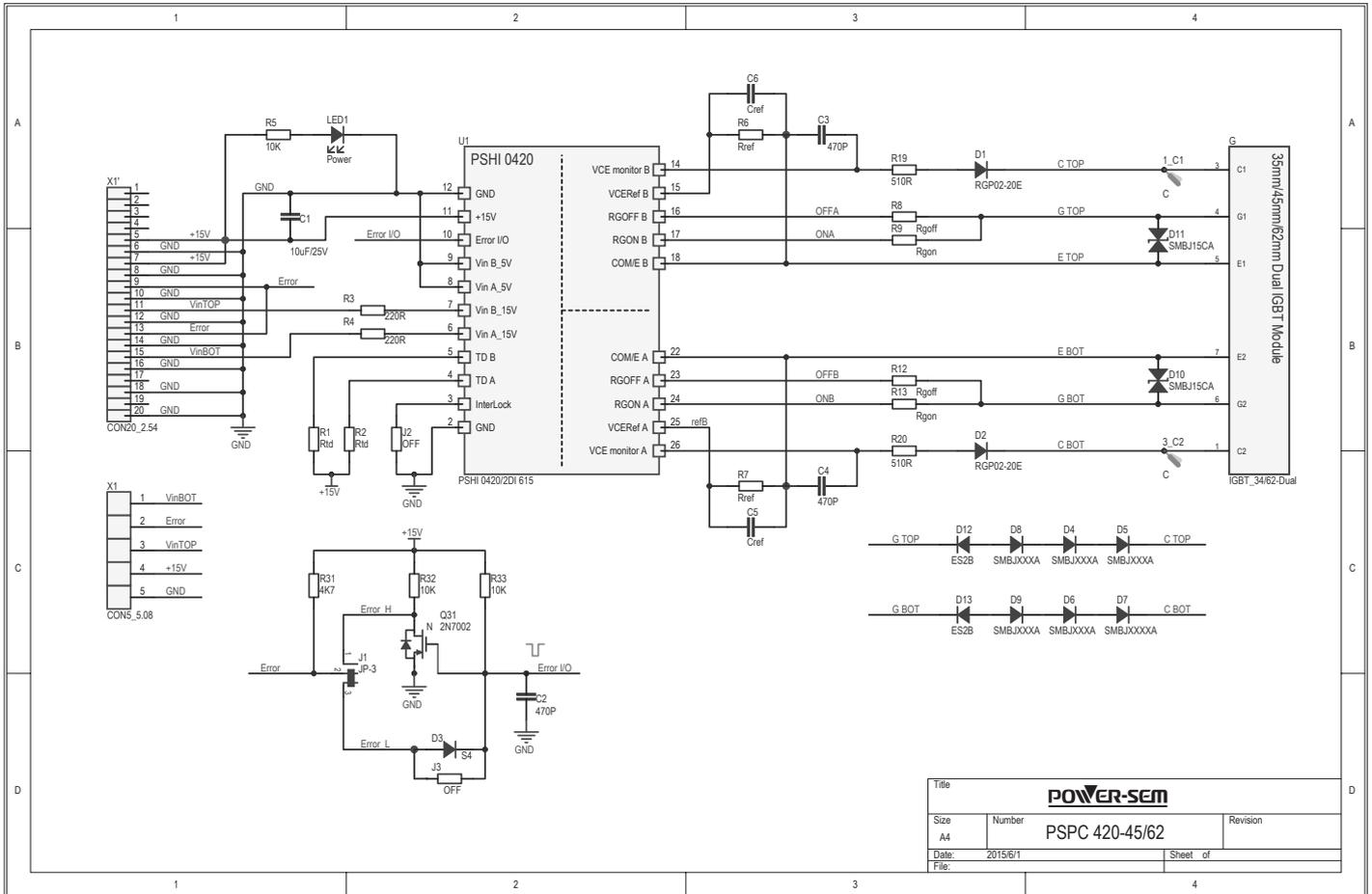


图 1, 系统构成原理图

2, 外形及安装尺寸

2.1, PSPC 420-62 外形及安装尺寸示意图

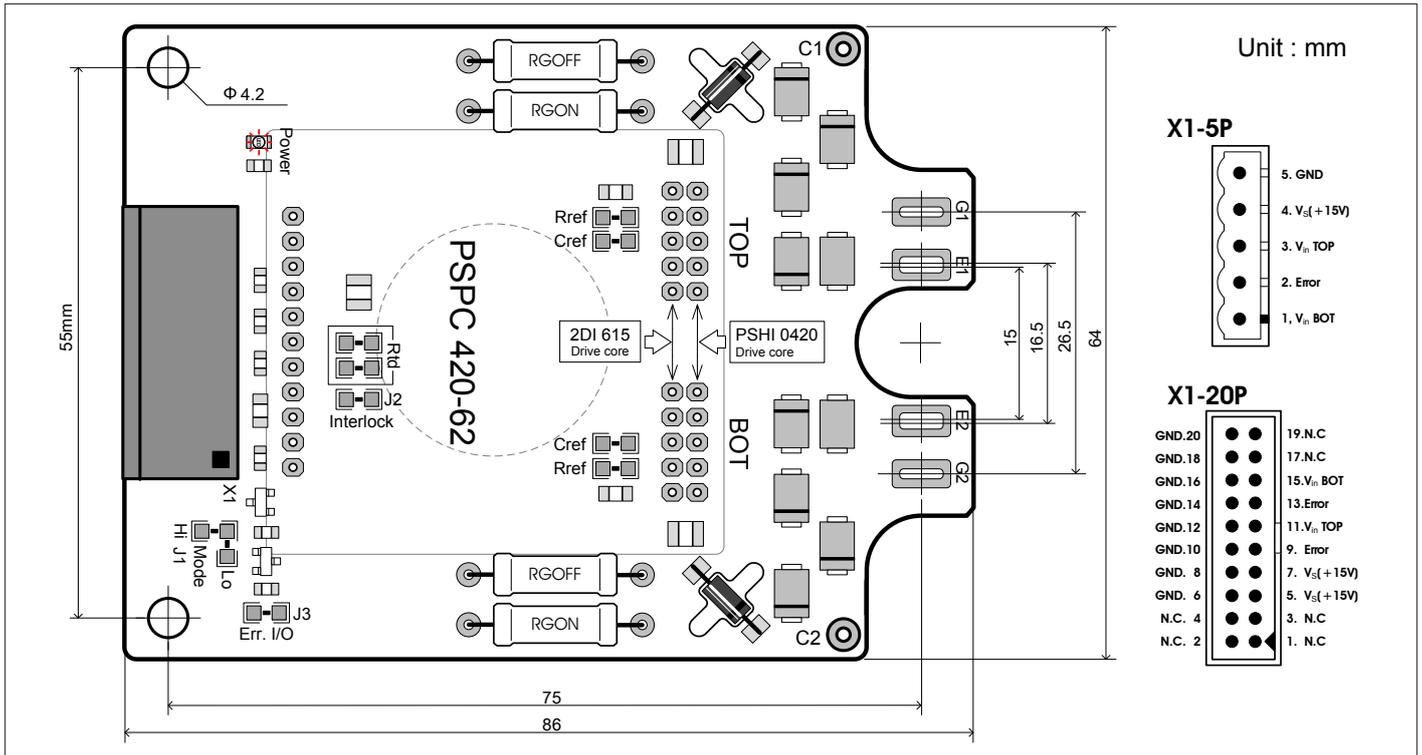


图 2.1, PSPC420-62 外形及安装尺寸示意图

2.2 , PSPC 420F-62 外形及安装尺寸示意图

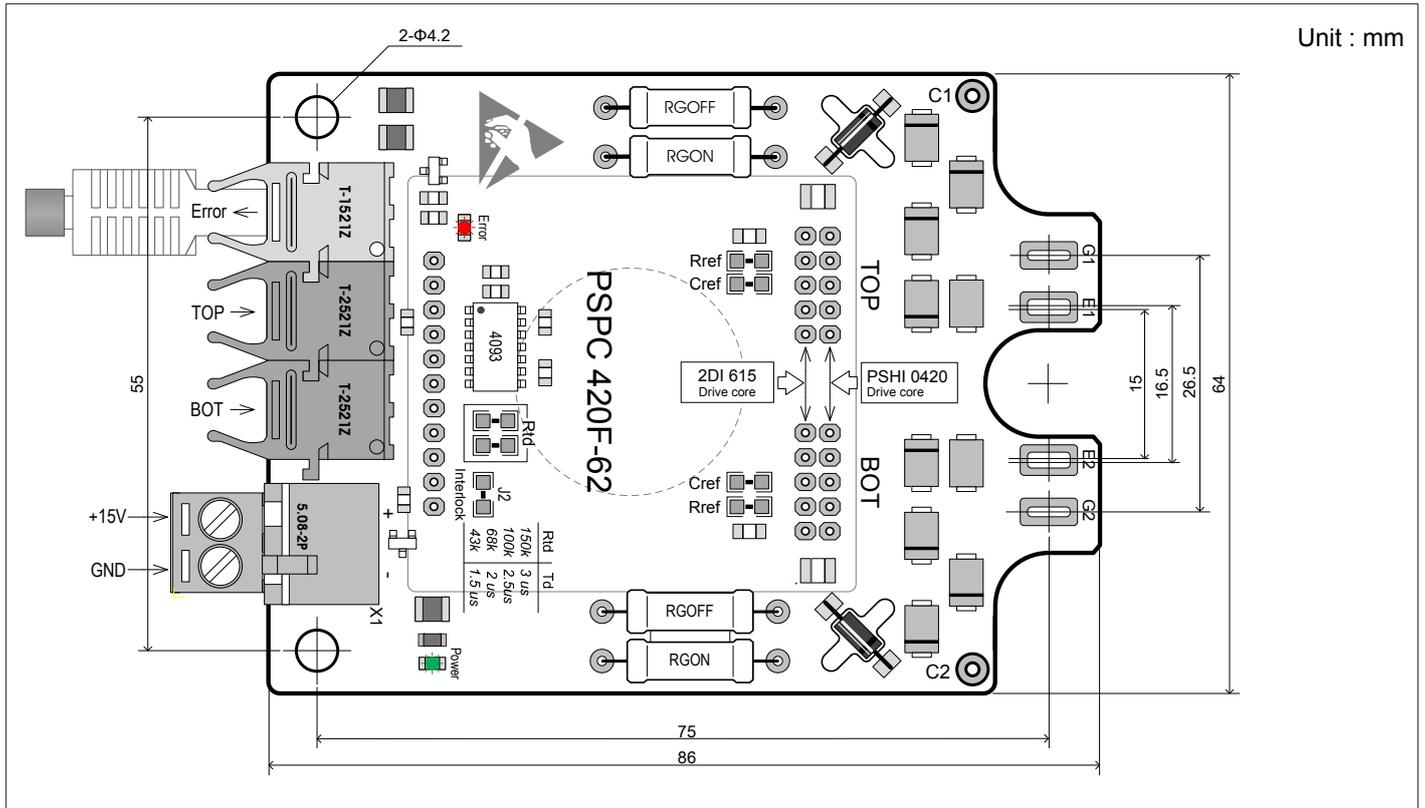


图 2.2 , PSPC420F-62 外形及安装尺寸示意图

2.3 , PSPC 420-62 驱动器与 IGBT 连接装配示意图

62mm 传统封装 IGBT 模块安装示意图

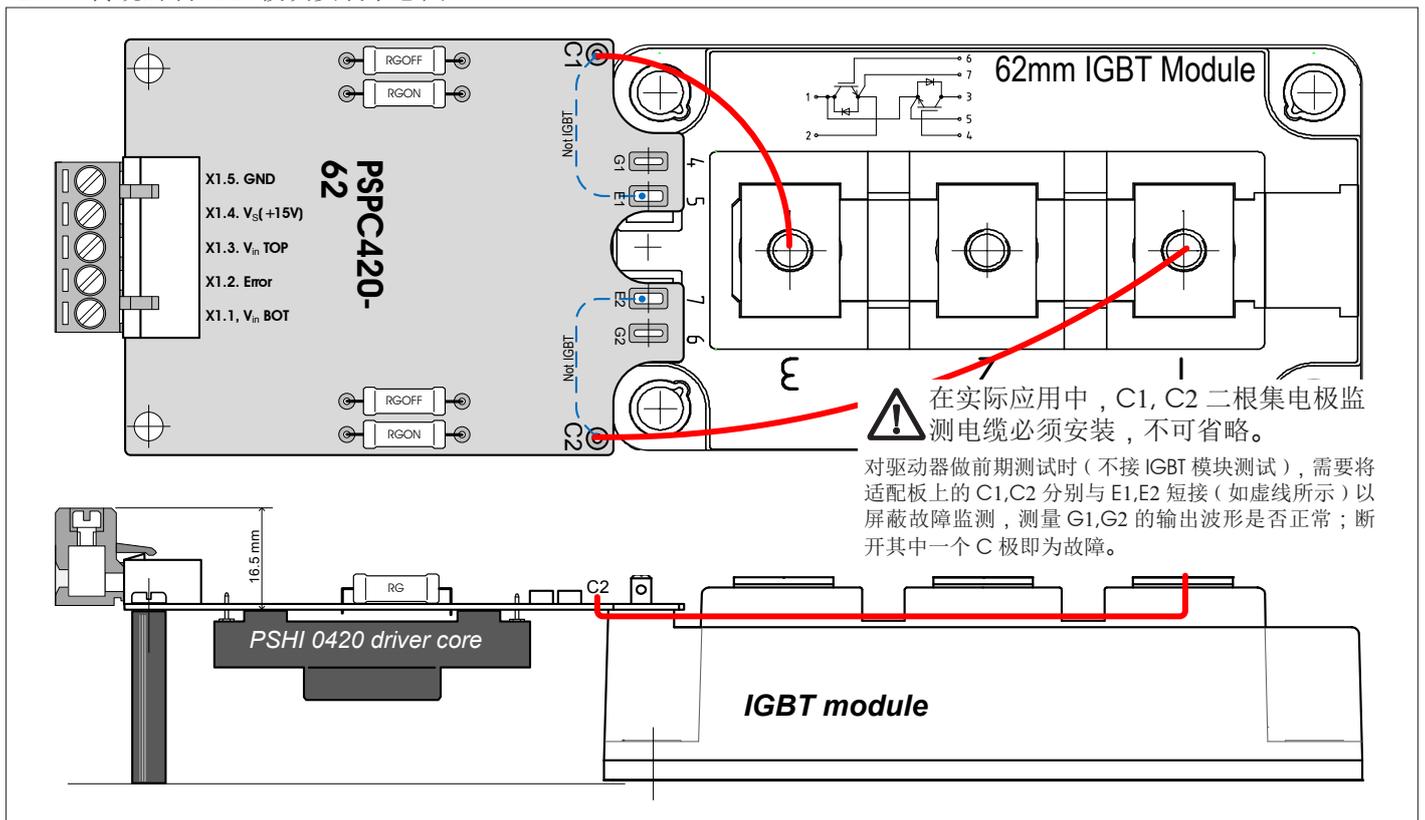


图 2.3 , 62mm IGBT 模块安装示意图

2.4 , PSPC 420-45 外形及安装尺寸示意图

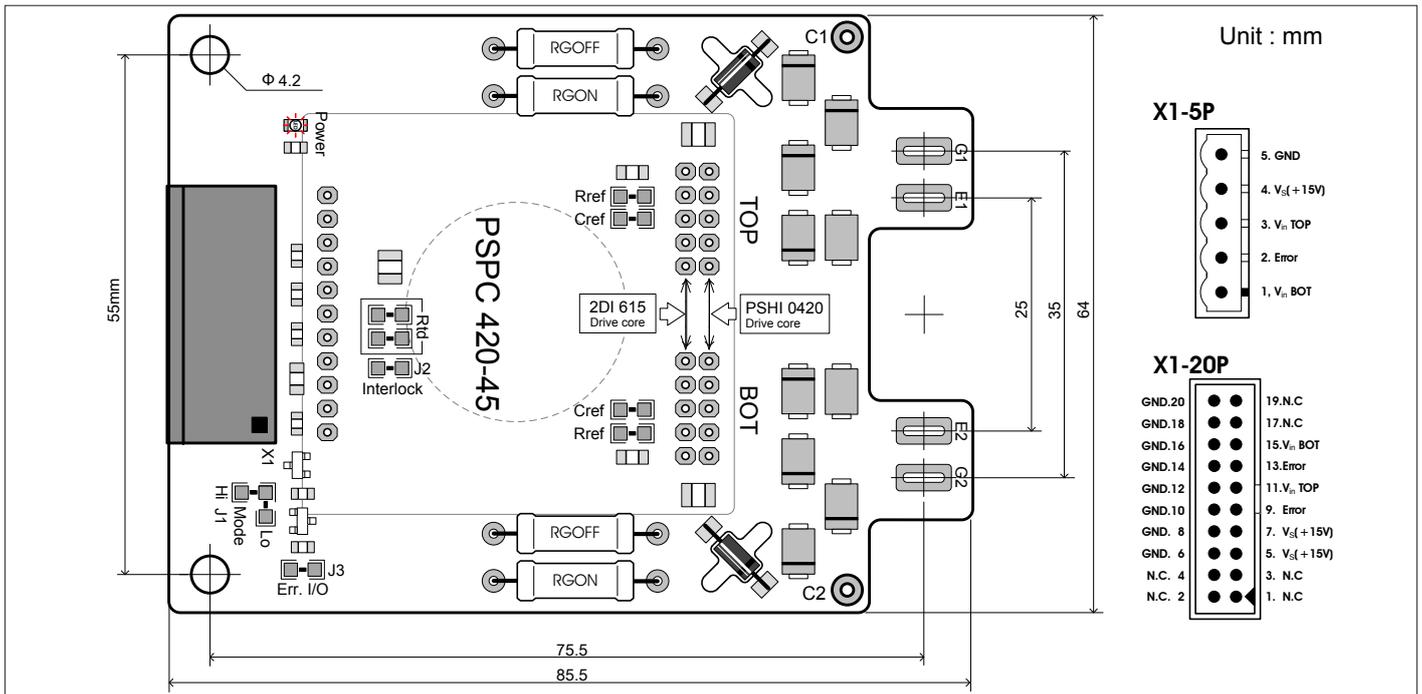


图 2.4 , PSPC 420-45 外形及安装尺寸示意图

2.5 , 45mm 传统封装 IGBT 模块安装示意图

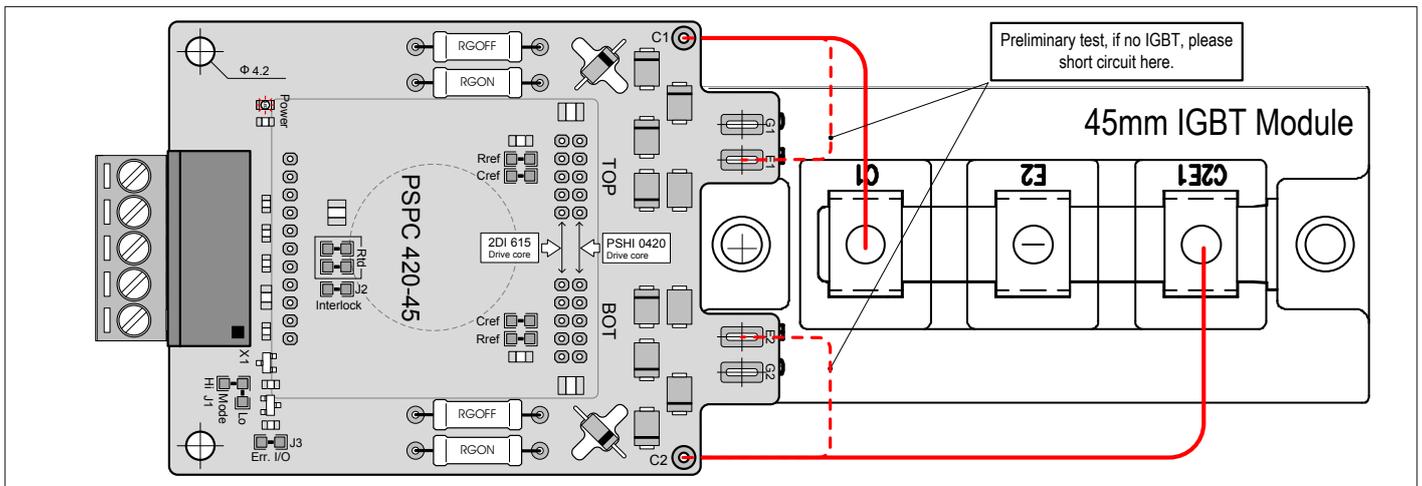


图 2.5 , 45mm IGBT 模块安装示意图

2.6 , 34mm 传统封装 IGBT 模块安装示意图

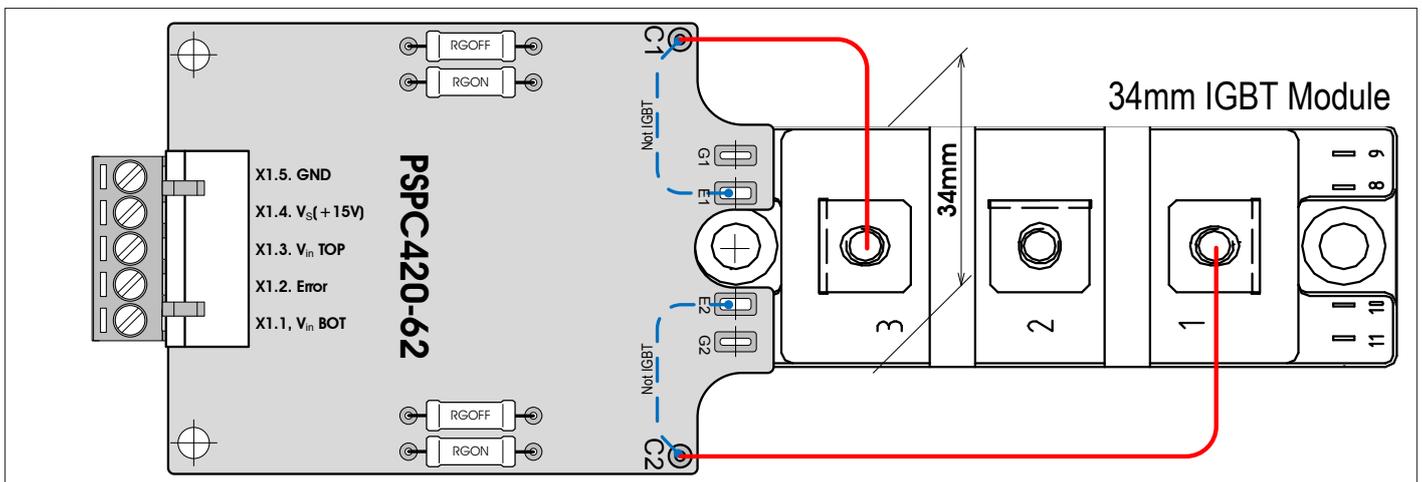


图 2.6 , 34mm IGBT 模块安装示意图

3, 引脚功能与定义

X1, 20 针筒牛连接器

驱动器型号: PSPC 420-45-20; PSPC 420-62-20

引脚	符号	功能与定义
X ₁ .1.2.3.4	N.C	空脚
X ₁ .5.7	V _s	+15V 供电电源输入端
X ₁ .9	Error	故障信号输出端, 默认低电平有效, 5V-15V 电平
X ₁ .11	V _{in} TOP	上管控制信号输入端, +15V 电平信号
X ₁ .13	Error	故障信号输出端, 默认低电平有效, 5V-15V 电平
X ₁ .15	V _{in} BOT	下管控制信号输入端, +15V 电平信号
X ₁ .17.19	N.C	空脚
X ₁ . 6. 8. X ₁ .10.12. X ₁ .14.16. X ₁ .18.20	GND	信号地及电源地

X1, 5 针 5.08 间距连接器

驱动器型号: PSPC 420-45-5; PSPC 420-62-5

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	电源地及信号地

控制侧接口

PSPC 420-62/45-5P 接口示意图

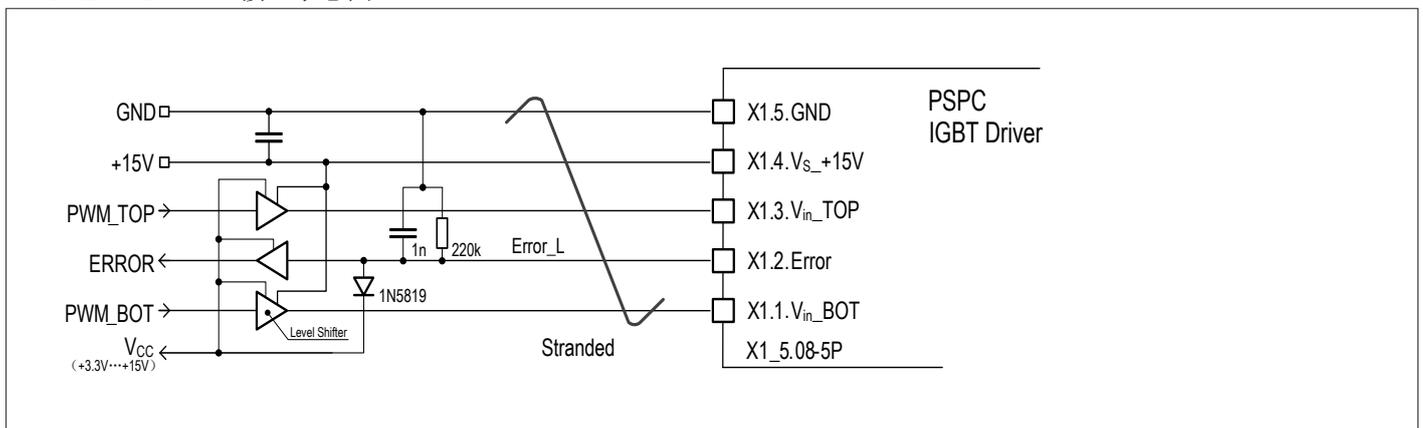


图 3.1, PSPC 420-62/45-5P 控制侧电气接口示意图

PSPC 420-62/45-20P 接口示意图

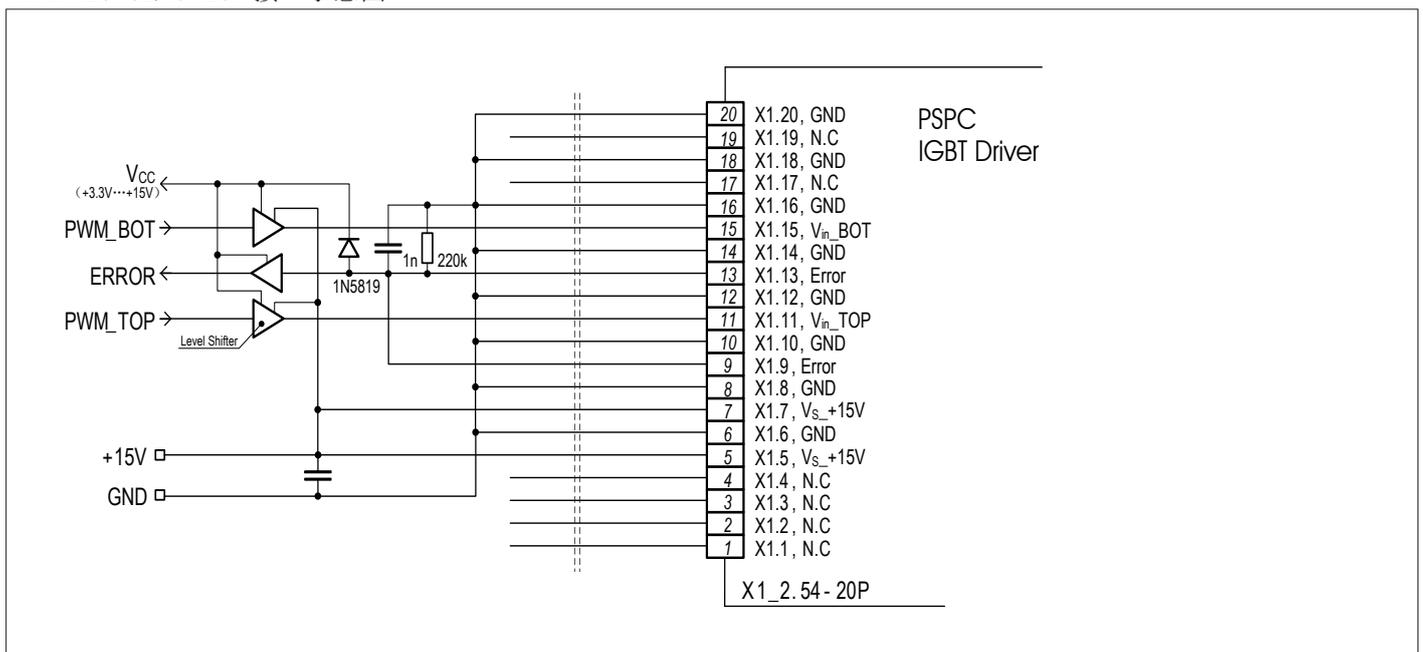


图 3.2, PSPC 420-62/45-20P 控制侧电气接口示意图

4, 简介

PSPC 420-62 系列驱动器是一款专为适配传统 34mm, 62mm 及 45mm 模块封装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方案, 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 ($\geq 25\text{kV/mm}$) 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、耐氧化、耐腐蚀、耐候及拒水, 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
8kHz 频率驱动一只 FF600R17KE3 模块;
35kHz 频率驱动一只 FF300R12KS4 模块;
50kHz 频率驱动一只 FF200R12KS4 模块。

驱动器同时支持 PSHI 0420 驱动核及 2DI 615 驱动核, 满足针对高性能与经济性的目标取向。

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_{CEsat} 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的 34mm, 45mm 及 62mm 传统封装的二单元 IGBT 模块。

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, 驱动核的选择

PSPC 420-62 驱动器可以搭载集成故障“软关断”功能的 PSHI 0420 驱动核和普通 2DI 615 驱动核。一般来说,

驱动额定电流为 200A 及以下的 IGBT 模块, 建议使用 2DI 615 驱动核; 驱动额定电流为 300A 及以上的 IGBT 模块, 建议使用 PSHI 0420 驱动核。另外驱动器集成的有源钳位电路作为双重保护措施也可以将尖峰电压钳位在安全范围之内。

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 420-62 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。

输入级的门极电压为:

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 逻辑电路直接转换, 简单方便;
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;

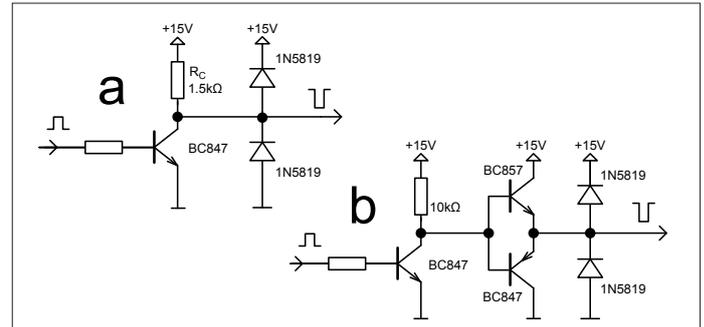


图 5.2, 由三极管构成的电平转换电路

驱动器输入阻抗为 33kΩ, 用集电极上拉转换时, 上拉电阻不要大于 1.5kΩ, 图 5.2b 的效率及信号质量均高于 5.2a, 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! 输入信号不得低于负 0.7V, 低于 -0.7V 的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 5.2。

5.4, 窄脉冲抑制

驱动器具备窄脉冲抑制功能, 100ns 宽度的窄脉冲信号将被抑制。如图 5.4

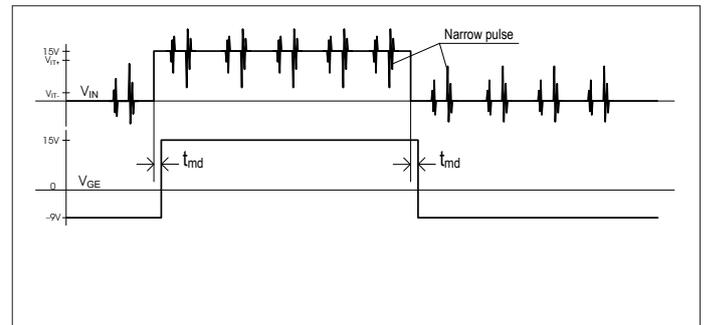


图 5.4 窄脉冲抑制示意图

5.5, 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, 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。

5.6, 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 TD 出厂默认为 5μs。在适配板

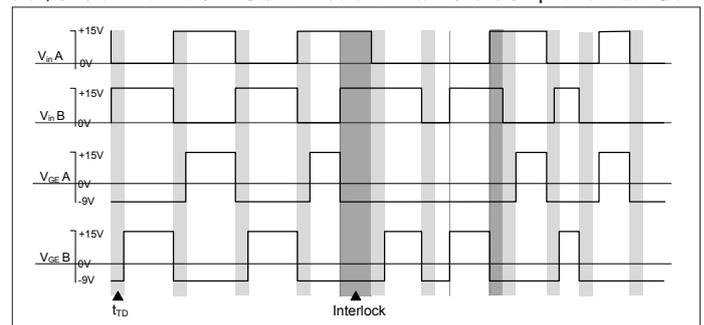


图 5.6 互锁与死区作用时间示意图

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 5.6。

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

表 5.6 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。

注意! R_{TD} 电阻最小值为 1k Ω , 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 5.6 右侧波形所示。

5.7. 故障模式选择

PSPC 420-62 驱动器可以通过 J1 跳线选择故障输出模式 (图 2.1):

短接 Lo 端 (用 1206 封装 0 Ω 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 Ω 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 (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, 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。

5.8. 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 10 μ s, 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 10 μ s, 大于 10 μ s 的信号死区将使驱动器的故障记忆功能失效。

5.9. 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。因此驱动器只需要一个 +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。

5.10. 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, 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。

5.11. 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, 门极关断电压 -9V, IGBT 关断。

5.12. 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。

5.13. 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。

5.14. 故障软关断

PSHI 0420 驱动核具备故障软关断功能, 它可以在短路 (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关断尖峰, 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

5.15. 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设的 TVS 击穿门电压时, 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反馈到驱动核激活“软关断”, 使门极电压平缓下降, 使得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。

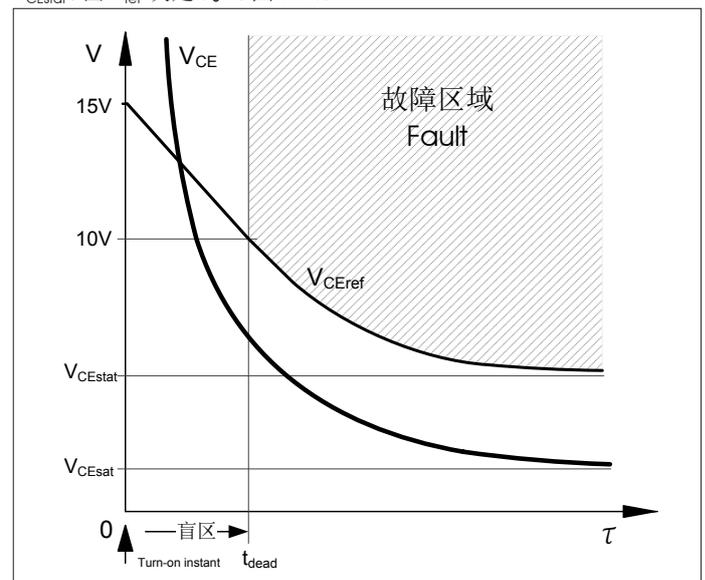
5.16. V_{CEstat} 监控与参考曲线 V_{CEref}

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 处于导通状态时检测 IGBT 的集电极-发射极电压 V_{CEstat} 来实现对短路 (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_{CEstat} (由 R_{ref} 决定)。(图 5.16)



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, 正常状态下它的取值应为 $V_{CEstat} > V_{CEsat}$, 最大不超过 10V。 V_{CEref} 的延时时间受电容 C_{ref}

及电阻 R_{ref} 控制 (图 1), 它控制 IGBT 导通后到 V_{CEstat} 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 $V_{CE} > V_{CEref}$) 必须为 V_{CEstat} 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 10V, 当 V_{CEref} 下降到 10V 时 (即离开监测盲区 t_{dead} 后) 只要 $V_{CEstat} > V_{CEref}$, “ V_{CEstat} 监控电路”即被触发并关断 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 C_{ref} 的值可以延长或缩短监测盲区来实现。

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

PSHI 0420 驱动器内置的 V_{CEref} 参数 (出厂默认值) 为 $V_{CEstat}=7.5V$; $t_{dead}=6\mu s$ 。实际使用时用户可以在适配板上外接相应的电阻 R_{ref} 及电容 C_{ref} 与内置的电阻及电容并联来获得合适的 V_{CEref} 参数, 焊盘位置如图 2.1。

驱动 V_{CE} 电压为 600V 的 IGBT, 建议安装一个 20k Ω 的电阻 R_{ref} , 及 220pf 电容 C_{ref} , 对应的 $V_{CEstat}=4.8V$; $t_{dead}=3.5\mu s$ 。

驱动 V_{CE} 电压为 1200V 的 IGBT, 建议安装一个 39k Ω 电阻 R_{ref} , 及 220pf 电容 C_{ref} , 对应的 $V_{CEstat}=5.9V$; $t_{dead}=4.8\mu s$ 。

驱动 V_{CE} 电压为 1700V 的 IGBT, 建议安装一个 120k Ω 的电阻 R_{ref} , 及 100pf 电容 C_{ref} , 对应的 $V_{CEstat}=6.9V$; $t_{dead}=5.7\mu s$ 。如表 5.16

R_{ref}	C_{ref}	V_{CEstat}	t_{dead}	推荐值
-----	-----	7.5 V	6.0 μs	默认值
120 k Ω	----- 100 pf	6.9 V	4.7 μs 5.7 μs	* 1700V IGBT
68 k Ω	----- 100 pf	6.5 V	4.2 μs 5.1 μs	
51 k Ω	----- 100 pf 220 pf	6.2 V	3.8 μs 4.5 μs 5.3 μs	
47 k Ω	100 pf 220 pf	6.1 V	4.5 μs 5.3 μs	
39 k Ω	100 pf 220 pf	5.9 V	4.0 μs 4.8 μs	* 1200V IGBT
33 k Ω	100 pf 220 pf 330 pf	5.9 V	3.8 μs 4.4 μs 5.0 μs	
20 k Ω	220 pf 330 pf 470 pf 560 pf 680 pf	4.8 V	3.5 μs 3.9 μs 4.5 μs 5.0 μs 5.6 μs	* 600V IGBT

表 5.16 外接阻容 R_{ref} ; C_{ref} 与 V_{CEstat} ; t_{dead} 的对应关系表