

POWER-SEM

Plug and Play IGBT Driver

PSPC 825D-MPD

PSPC 825D-MPD/F

双路三菱 MPD IGBT 模块即插即用驱动器

特点

- 基于 1DI 825 驱动核设计
- 适配 MITSUBISHI MPD 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
- 支持三电平及 IGBT 串联应用
- 支持反逻辑控制（适合并联谐振应用）
- 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 20mm

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			1	A
$P_{DC/DC}$	DC/DC 隔离电源总功率		2×8		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		300		mA
$I_{outPEAK}$	每通道输出的峰值电流		± 38		A
$Q_{out/pulse}$	输出电荷		± 20		μC
V_{IT+}	输入高电平门檻：(15V 信号电平)	12.4			V
V_{IT-}	输入低电平门檻：(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_{PERROR}	故障宽度			70	μs
t_{PRESET}	复位信号宽度	70			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 $R_{Gmin} = R_G + R_{Ginet}$;
更多电气参数请参阅 1DI 825 驱动核说明。

1, 构成原理

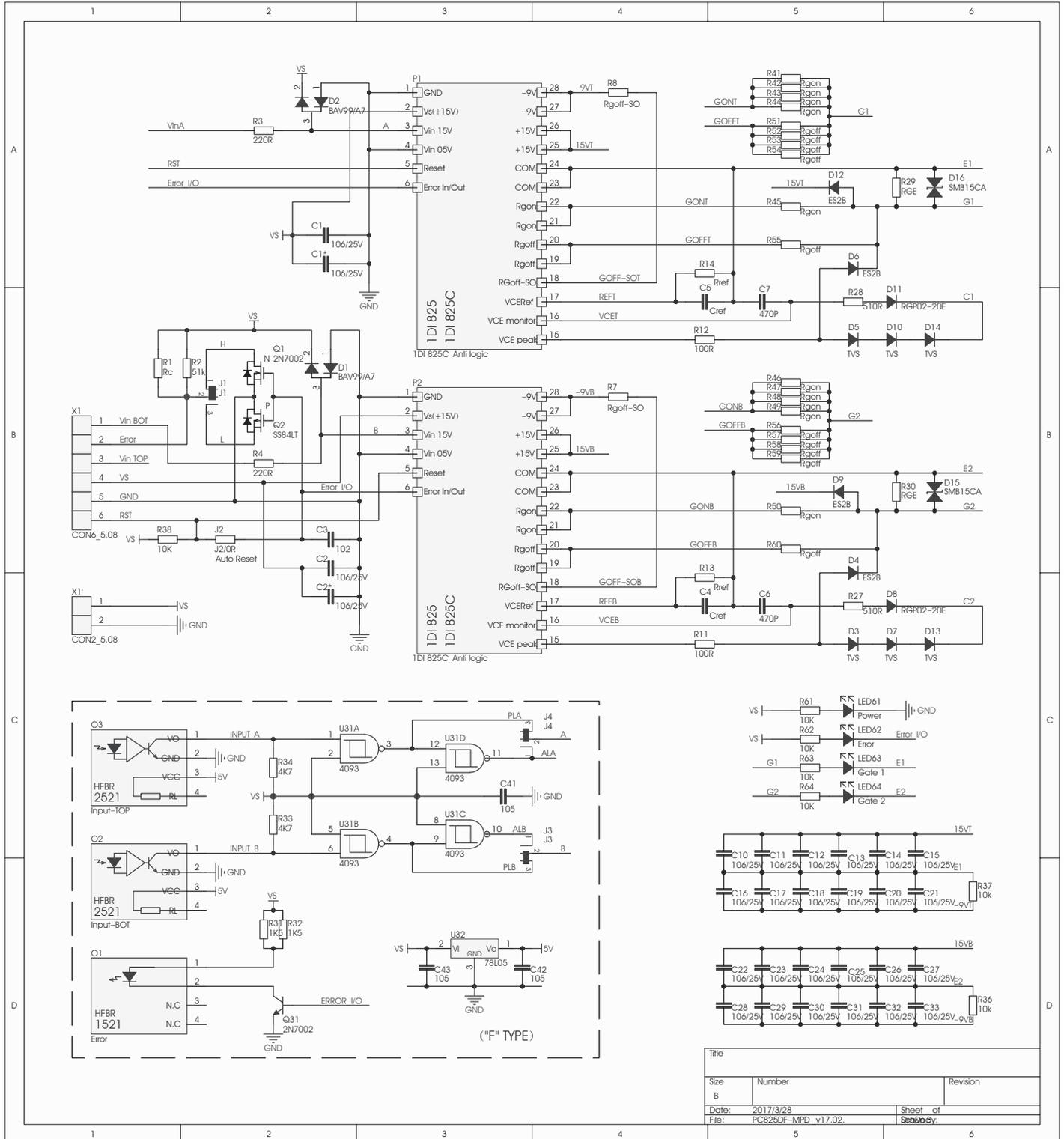


图 1, 系统构成原理图

2, 外形及安装尺寸示意图

2.1, PSPC 825D-MPD 外形及安装尺寸示意图 (适配 MITSUBISHI MPD IGBT 模块)

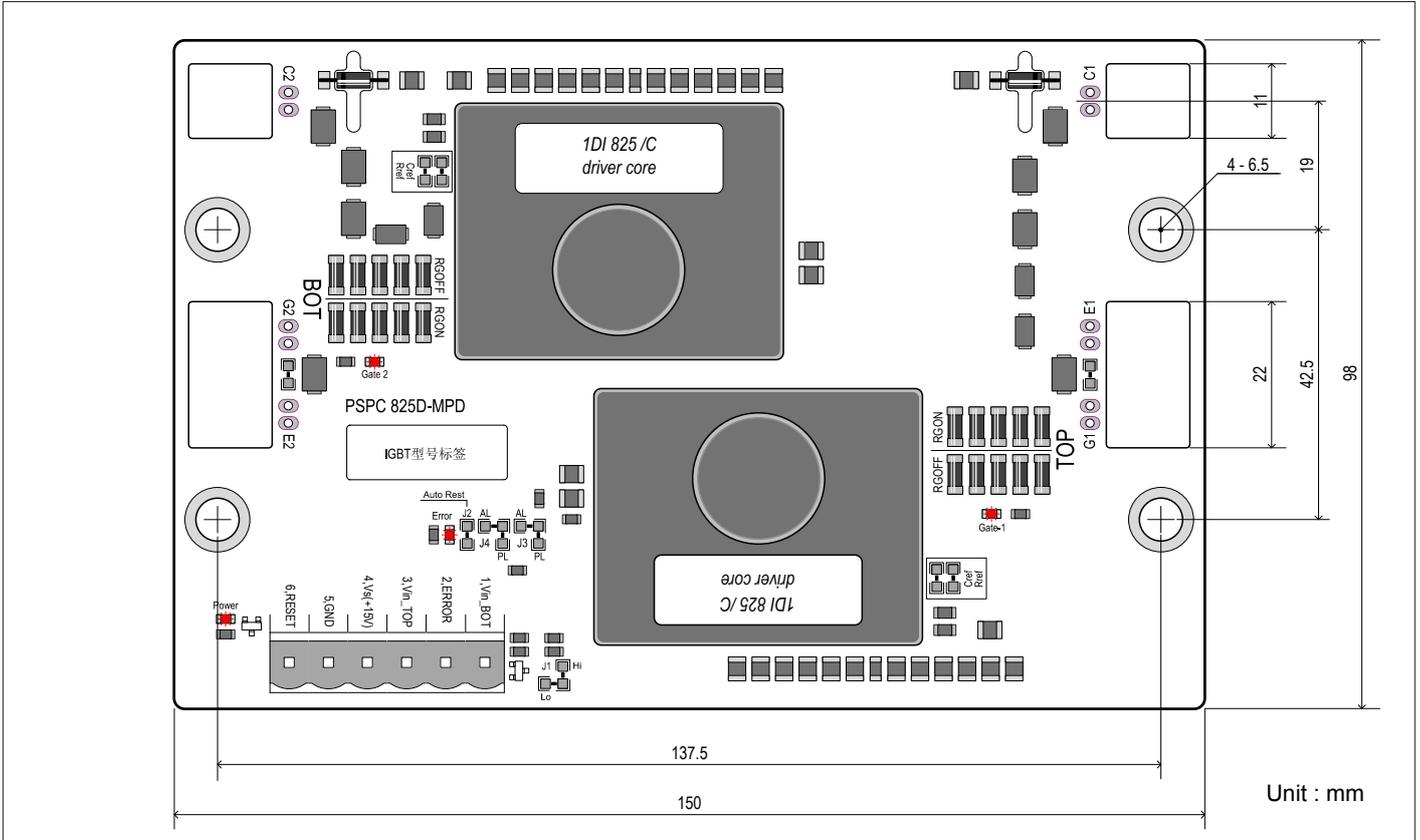


图 2.1, PSPC 825D-MPD 外形及安装尺寸示意图

2.2, PSPC 825D-MPD-F 外形及安装尺寸示意图 (适配 MITSUBISHI MPD IGBT 模块)

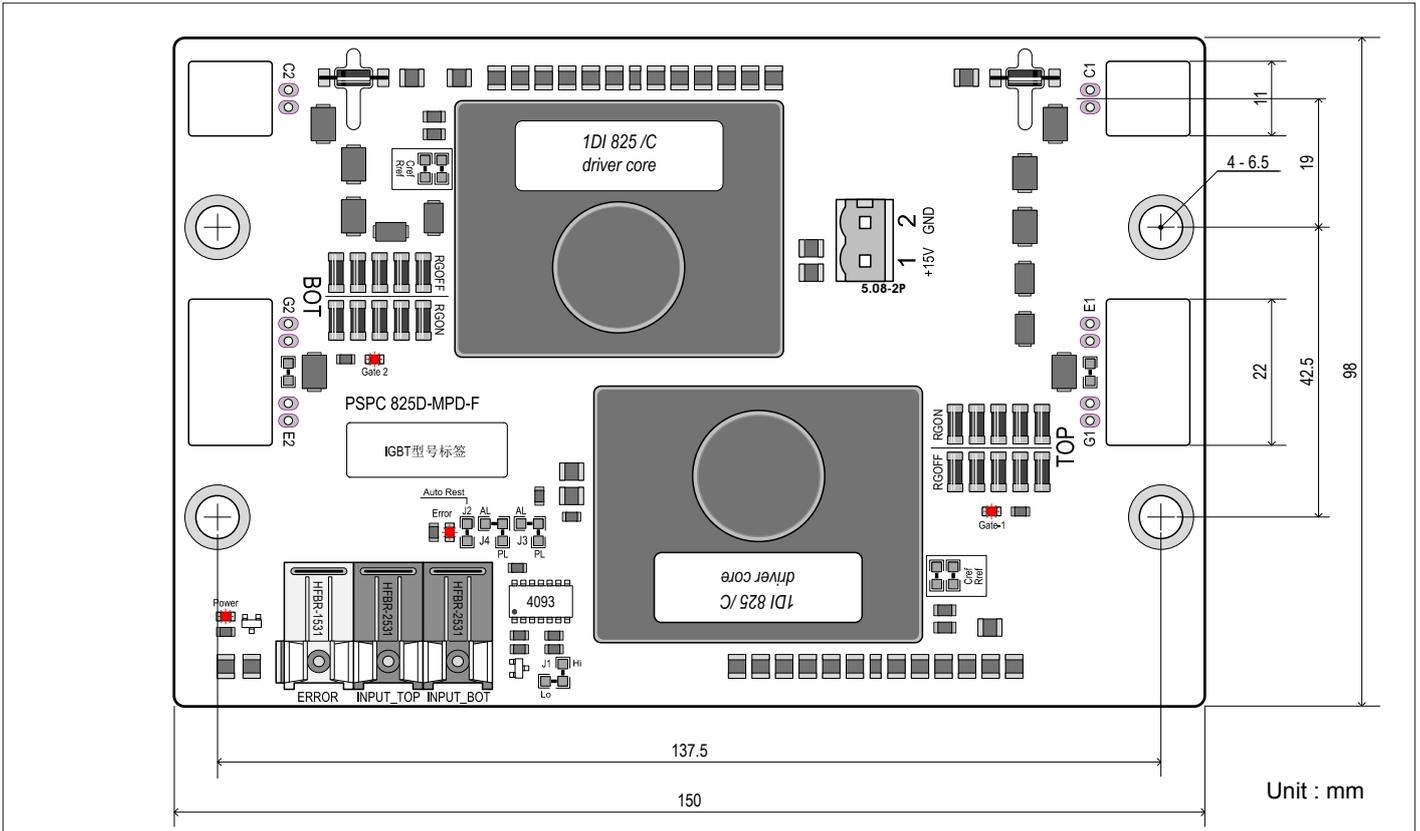


图 2.2, PSPC 825D-MPDF-F 外形及安装尺寸示意图

4, 简介

PSPC 825D-MPD 是一款专为适配 MITSUBISHI MPD 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，抗老化及极优的电绝缘性能 ($\geq 25\text{kV/mm}$) 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 (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 $V_{CE\text{sat}}$ 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。

驱动器支持 1DI 825 及 1DI 825C 二种驱动核，可以实现正逻辑控制或反逻辑控制。

搭载 1DI 825 驱动核可以实现一般应用；

搭载 1DI 825C 驱动核可以实现串联应用及反逻辑并联谐振应用；

PSPC 825D-MPD: 电信号控制；

PSPC 825D-MPD-F: 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 825D-MPD-F 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 825D-MPD 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。

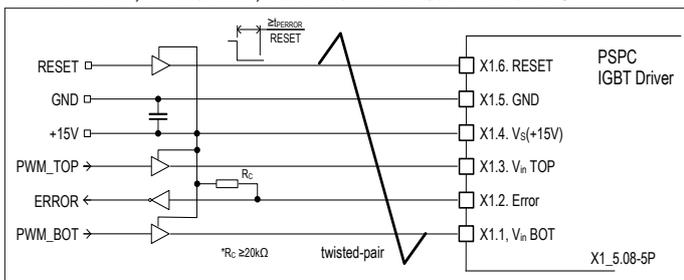


图 5.1, 控制侧电气接口示意图

5.2, PWM 控制信号电平 (仅 PSPC 825D-MPD 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 825D-MPD 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}	$V_{\text{IT+ (High)}}$	$V_{\text{IT- (Low)}}$
15V input level	12.4V	4.5V

低于 15V 电平的控制信号必须转为 +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)；

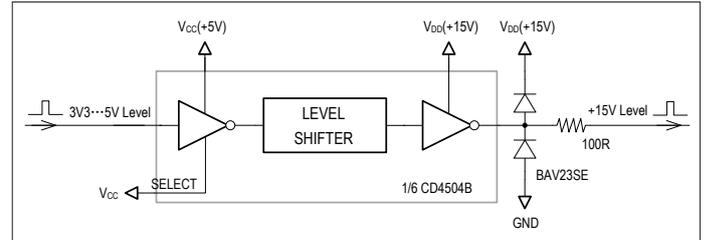


图 5.2.1, CD4504B 构成的电平转换电路

也可以使用三极管或光耦简单转换；

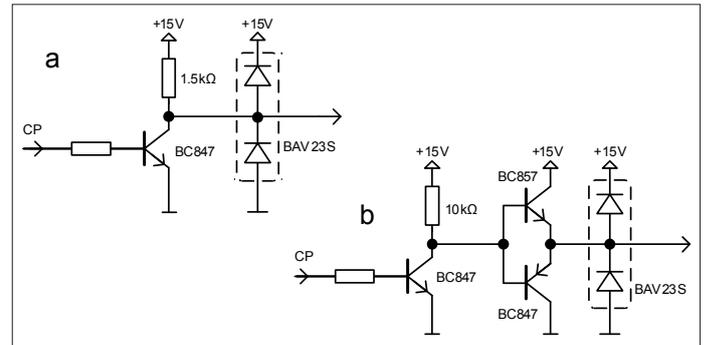


图 5.2.2, 由三极管构成的电平转换电路

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。

驱动器默认为“正”逻辑控制模式，即输入高电平时 IGBT 开通；输入低电平时 IGBT 关断。

驱动器可以选择“反”逻辑控制模式，即输入高电平时 IGBT 关断；输入低电平时 IGBT 开通 (仅 PSPC 825D-MPD-F)。

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。

5.3, 逻辑模式

通过跳线 J3;J4 可以选择二个通道的控制为正逻辑控制或反逻辑控制模式 (出厂默认为正逻辑控制模式)，逻辑控制模式选择仅 PSPC 825D-MPD-F 光信号控制型号有效。



跳线可用 0805 或者 1206 封装的“0”欧姆电阻连接。

逻辑控制模式仅对应光纤控制信号，与驱动核内置的逻辑无关。

5.4, 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 825D-MPD 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 J2 跳线可以实现多块驱动器故障快速同步;短接 J2 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。

搭载 1DI 825 驱动核时,驱动器监测到故障将封锁信号并报出故障;搭载 1DI 825C 驱动核时,驱动器监测到故障不封锁信号而仅仅是报出故障,由控制器来处理故障。

5.5, 故障复位

故障时驱动器将“记忆故障”状态,等待控制器封锁控制信号 (Vin) 及复位端变低后清除故障记忆。

通过短接 J2 跳线可以屏蔽“故障记忆”,实现自动复位。故障后只要控制信号变低电平(需大于故障信号宽度),驱动器将自动清除故障。

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。

5.7, 门极电阻

PSPC 825D-MPD 驱动器门极电阻使用 1W 0207 封装精密 Film MELF 并联使用,具有很高的热稳定性,开通电阻及关断电阻最大可以用 5 只并联,共 10 只总功率高达 10W。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 825D-MPD 驱动器最小门极电阻为 0.6Ω (包含 IGBT 模块内置门极电阻 R_{gint},并联后总门极电阻值不得小于 0.6 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_{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。

5.11, 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

5.12, 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。

5.13, 有源动态 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 处于导通时检测 IGBT 集电极-发射极电压 V_{CEsat} 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_{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}

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 5.13)

V_{CEsat} 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}。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 10V,在 IGBT 导通瞬间,当 V_{CEref} 上升到 10V 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。

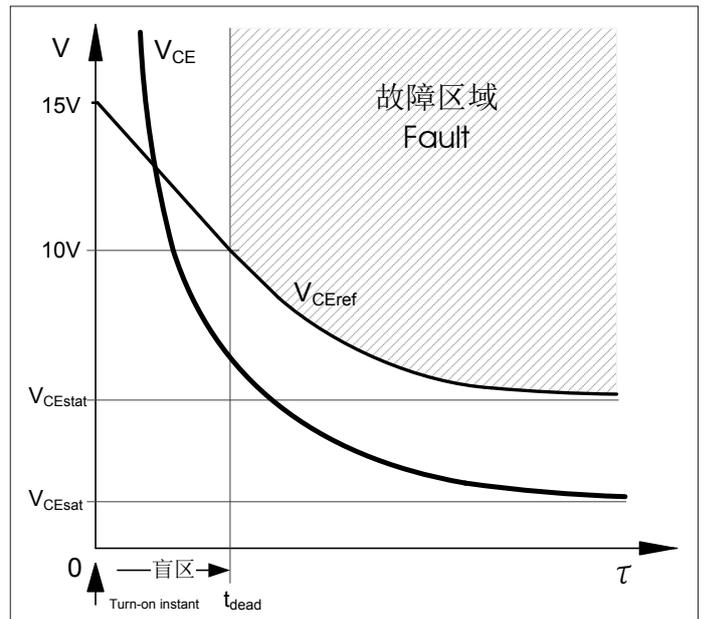


图 5.13 V_{CEsat} 电压监控曲线 V_{CEref} 及 IGBT 导通瞬间的 V_{CE} 电压波形示意图

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_{CEstat} 监测的阈值 V_{CEstat} 。

有源动态 " V_{CEstat} 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状况，比如电压升高或严重过流都会使 IGBT 开通变慢。

1DI 825 驱动核内置的 V_{CEref} 参数（出厂默认值）为：

$R_{ref}=51k\Omega$ ； $C_{ref}=470pF$ ，对应的 $V_{CEstat}=7.5V$ ； $t_{dead}=6.0\mu s$ 。

实际使用时可以在驱动板上外接相应的 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（如图 2.1）。外接阻容 R_{ref} ； C_{ref} 与 V_{CEstat} ； t_{dead} 的对应关系如表 5.13

R_{ref}	C_{ref}	V_{CEstat}	t_{dead}	推荐值
---	---	7.5 V	6.0 μs	驱动核默认值
120 k Ω	---	6.9 V	4.7 μs	
68 k Ω	100 pF	6.5 V	5.7 μs	
51 k Ω	100 pF	6.2 V	4.2 μs	
33 k Ω	220 pF	5.9 V	4.5 μs	
20 k Ω	330 pF	5.9 V	5.0 μs	
	100 pF	4.8 V	2.5 μs	
	220 pF		2.9 μs	
	330 pF		3.5 μs	
	470 pF		2.9 μs	
	560 pF		3.5 μs	
	680 pF		3.9 μs	
	1000 pF		5.0 μs	

表 5.13 外接阻容 R_{ref} ； C_{ref} 与 V_{CEstat} ； t_{dead} 的对应关系表

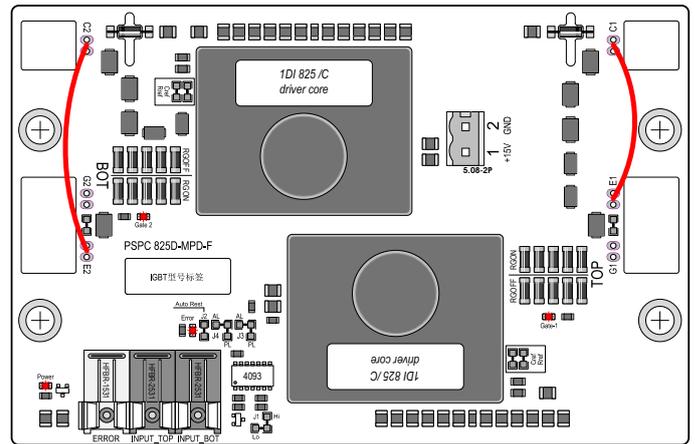
5.14, 驱动器的前期监测

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 C2,E2（如图 5.14 所示）以屏蔽 V_{CE} 故障检测，测量二个门极输出电压 V_{GE} 值、死区时间及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 C2,E2， V_{GE} 输出 -9V 电压，故障返回低电平；



如图 5.14，初期检测的 VCE 故障监测屏蔽方法示意图

附录

搭载 1DI 825C 反逻辑控制驱动核逻辑波形示意图

