

2QP0435T12-BSD 驱动器



特征

- 2 通道 IGBT 驱动
- 单通道输出功率 4W，峰值电流为 $\pm 35A$
- 完整的隔离 DC/DC 电源
- 门极驱动电压 +15V/-10V
- 直接 / 半桥模式选择
- 集成原边 / 副边电源欠压保护
- 集成有源钳位
- 集成 VCE 短路保护

RoHS

COMPLIANT

主要参数

V_{CC}	15V
V_G	+15V, -10V
P, MAX	4W
I_G , MAX	$\pm 35A$
f_s , MAX	100kHz
T_A	-40°C ~85°C
绝缘耐压	5000Vac

描述

2QP0435T12-BSD 是基于青铜剑自主开发的 ASIC 芯片组设计而成的 2 通道、大功率驱动器。

2QP0435T12-BSD 可以驱动目前市面上可以见到的大部分的 1700V 包含及以内的 IGBT 模块。内嵌的并联功能使得它可以支持多个驱动器的并联，同时，它还支持多电平拓扑应用。

2QP0435T12-BSD 是目前工业应用中同等功率等级中最紧凑的驱动内核，适用于客户的各种结构设计。

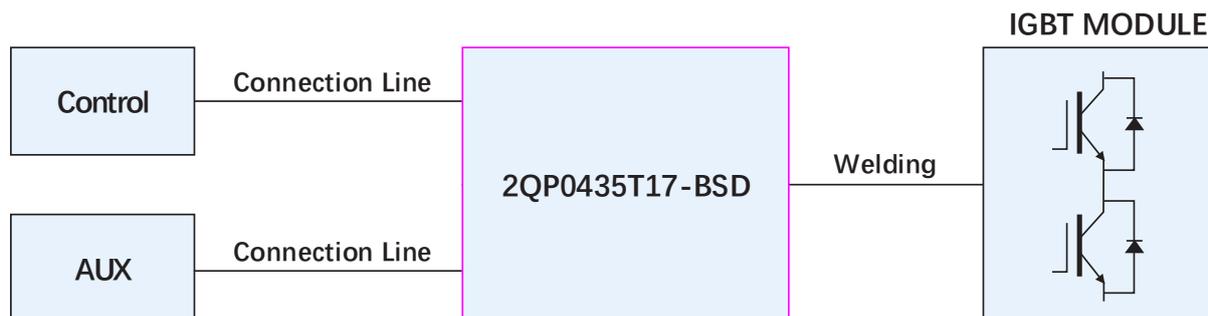
典型应用

- SVG
- APF
- 光伏逆变器
- 风电变流器
- 储能变流器
- 电焊机

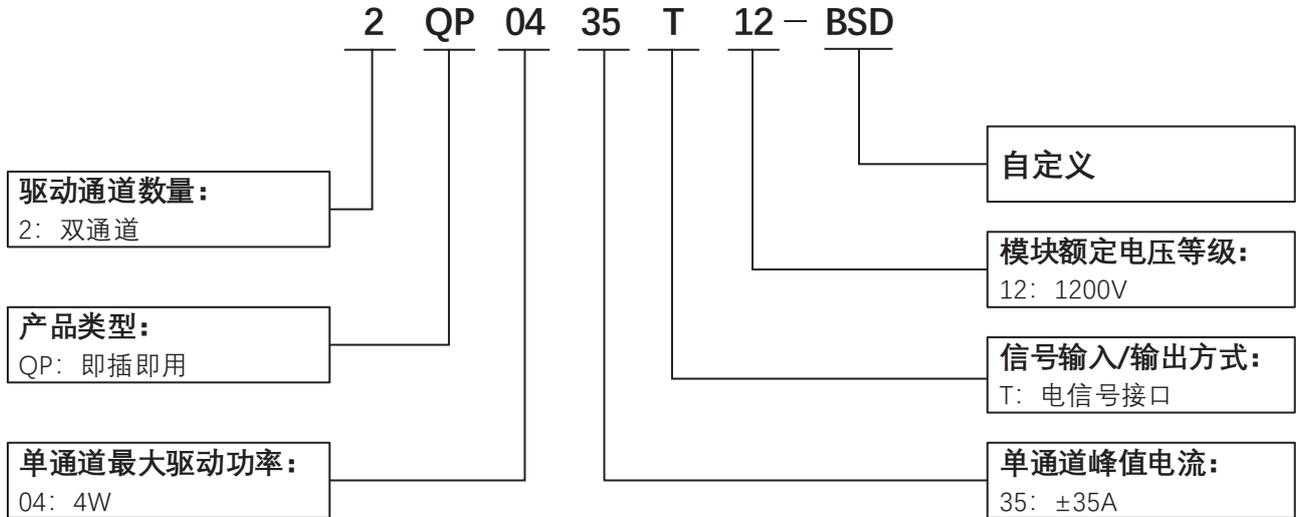
机械尺寸

机械尺寸图：参见第 13 页

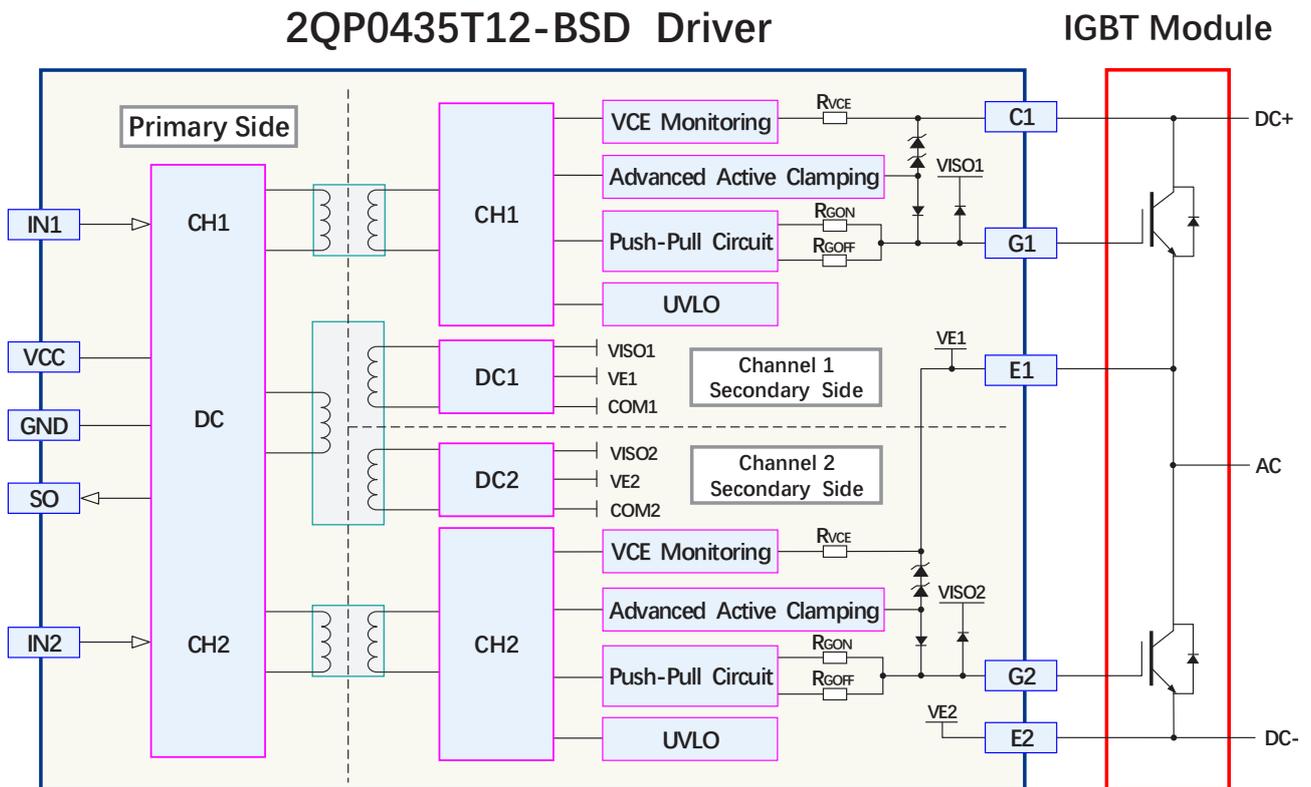
连接图



型号定义



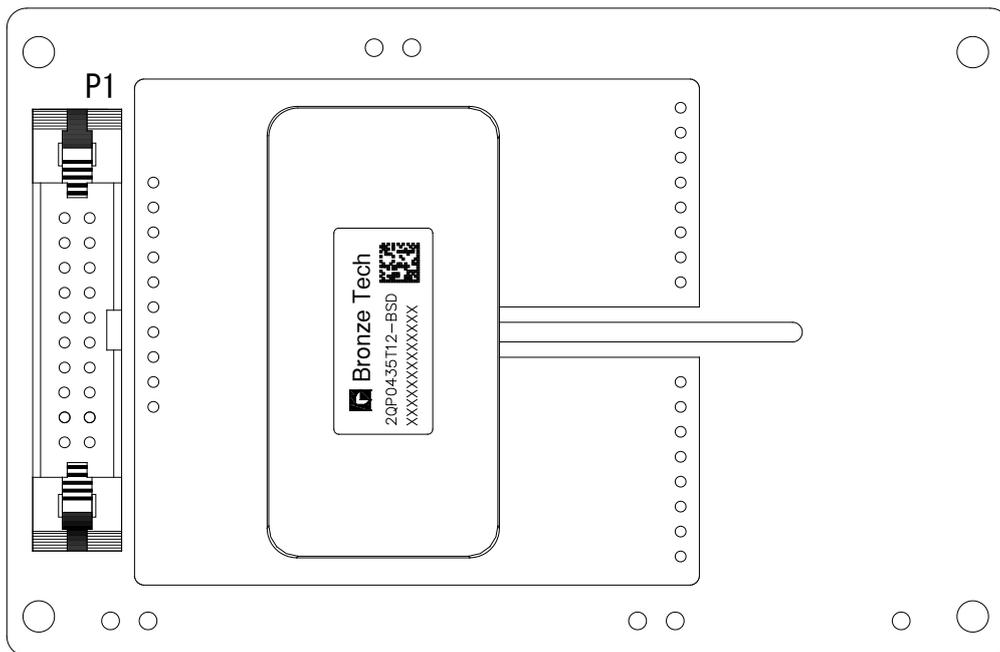
原理框图



接口定义

P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	N.C	不使用	11	INB	2 通道触发信号输入
2	GND	信号 / 功率地	12	GND	信号 / 功率地
3	N.C	不使用	13	SOA	1 通道故障信号输出
4	GND	信号 / 功率地	14	GND	信号 / 功率地
5	VCC	供电电源输入 +15V	15	INA	1 通道触发信号输入
6	GND	信号 / 功率地	16	GND	信号 / 功率地
7	VCC	供电电源输入 +15V	17	GND	信号 / 功率地
8	GND	信号 / 功率地	18	GND	信号 / 功率地
9	SOB	2 通道故障信号输出	19	GND	信号 / 功率地
10	GND	信号 / 功率地	20	GND	信号 / 功率地



2QP0435T12-BSD 接口示意图

参数

绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
VCC to GND		15.5	V
IN1, IN2, SO1, SO2 to GND	0	15	V
供电电源		15.5	V
门极驱动功率 ¹⁾		4	W
母线电压 ²⁾		800	V
最大开关频率		100	kHz
原 / 副边绝缘电压		5000	V
运行温度 T _A	-40	85	°C
存储温度 T _S	-40	85	°C

注：1) 在 T_A 允许温度范围内，单通道最大输出功率。
2) 默认有源钳位参数下允许的最大母线电压。

供电电源

环境温度 T_A=25°C，除非另有说明。

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电压 V _{CC}	VCC to GND			15.5	V
静态电流 I _{DDQ}	V _{CC} =15V		60		mA
供电电流	V _{CC} =15V, 空载, f _{sw} =10kHz		110		mA
	V _{CC} =15V, 100nF 负载, f _{sw} =10kHz, 50% 占空比		150		mA
副边全压 V _{CCO} ¹⁾	VISO to COM		25		V
副边正压 V ₊	VISO to VE		15		V
副边负压 V ₋ ²⁾	COM to VE		-10		V

注：1) 原边电源 V_{CC}=15V，副边全压典型值为空载测试值。
2) 原边电源 V_{CC}=15V，副边负压典型值为空载测试值。

输入

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
IN1, IN2 输入电压 $V_{IN}^{1)}$	电压限值	$V_{CC}=15\text{V}$	5		15	V
	开通阈值 V_{INH}	$V_{CC}=15\text{V}$		2.6	3	V
	关断阈值 V_{INL}	$V_{CC}=15\text{V}$	1	1.5		V
MOD 模式选 择电压 $V_{MOD}^{2)}$	直接模式	$V_{CC}=15\text{V}$, MOD 端接 GND		0		k Ω
	半桥模式	$V_{CC}=15\text{V}$, MOD 端接电阻到 GND	72		182	k Ω
t_B 保护延时电阻 $^{3)}$	外部电阻 R_{TB}	$V_{CC}=15\text{V}$	75		185	k Ω
注：1) 输入端需考虑电阻分压，详见功能描述“触发信号 INx 输入”。 2) 驱动器模式选择及死区时间配置电阻，详见功能描述“传输逻辑和模式选择”。 3) 驱动器保护锁定时间配置电阻，详见功能描述“保护锁定时间 t_B 的设置”。						

输出

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
门极输出电压 V_G	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$, 空载		15		V
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$, 空载		-10		V
门极电流 I_G	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$			35	A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$	-35			A
SO 输出电压 V_{SO}	正常状态	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=33\Omega$		15		V
	保护状态	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=33\Omega$			0.7	V
SO 端电流 $I_{SO}^{1)}$		$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=15\Omega$		10	20	mA
注：1) R_{SO} 为保护输出端 SO 上拉电阻，默认为 15V 上拉，可根据客户需求调整。						

保护

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
原边欠压保护阈值电压 ¹⁾	触发 V_{CCUV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, $V_{CC}-\text{GND}$	12.0	12.4	12.8	V
	恢复 V_{CCUVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, $V_{CC}-\text{GND}$	12.3	12.7	13.1	V
副边正压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, $\text{VISO}-\text{VE}$	11.6	12.0	12.4	V
	恢复 V_{UVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, $\text{VISO}-\text{VE}$	12.1	12.5	12.9	V
副边负压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV-}	$V_{CC}=15\text{V}$, $\text{VE}-\text{COM}$	-5.3	-5.0	-4.7	V
	恢复 V_{UVR-}	$V_{CC}=15\text{V}$, $\text{VE}-\text{COM}$	-5.7	-5.5	-5.2	V
短路保护阈值电压 V_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		10.2		V
短路保护响应时间 $t_{sc}^{2)}$		$U_{DC}>10.5\text{V}$, $R_{REF}=68\text{k}\Omega$, $C_A=33\text{pF}$		8.5		us
短路保护电流 I_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		150		uA
保护锁定时间 t_B				99		ms
短路保护传输延时时间 $t_{SO}^{3)}$		$V_{CC}=15\text{V}$		200		ns
注：1) 欠压保护时序参见图 6。						
2) 采用串电阻检测方式。						
3) 副边保护动作开始 (8Pin 信号电平拉低) 到原边 SO 翻转的传输延迟时间。						

时序

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
传输延时 ¹⁾	开通延时 t_{ON}	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{MOD}=0\Omega$, $R_{GON}=R_{GOFF}=1.5\Omega$, $C_{GE}=10\text{nF}$, $f_S=10\text{kHz}$		250		ns
	关断延时 t_{OFF}			270		ns
输出信号上升时间 t_r		$R_{GON}=1.5\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		50		ns
输出信号下降时间 t_f		$R_{GOFF}=1.5\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		65		ns
注：1) 开通传输延时为输入信号上升沿 10% 到门极信号上升沿 10%；关断传输延时为输入信号下降沿 10% 到门极信号下降沿 10%。						

安全和抗干扰

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		数值	UNIT
绝缘耐压 ¹⁾		5000	V
原边 - 副边 ²⁾	隔离等效电容	15	pF
	电气间隙	19	mm
	爬电距离	19	mm
副边 - 副边 ²⁾	隔离等效电容	22	pF
	电气间隙	6.5	mm
	爬电距离	15.5	mm
ESD 静电防护	接触放电	4	kV
	空气放电	8	kV
电快速瞬变脉冲群抗扰度		2	kV
注：1) 测试条件为 5000V, 50Hz 交流电压, 1min。			
2) 电气间隙和爬电距离, 按照 IEC 60077-1 标准设计。			
3) EMC 测试安装 GB/T 17626 规范执行。			

特性曲线

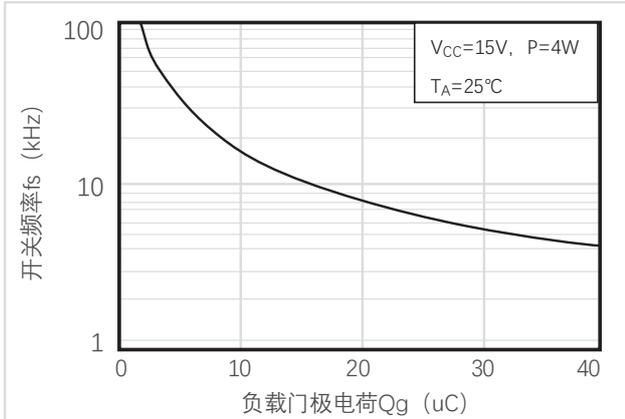


图1 负载门极电荷vs开关频率

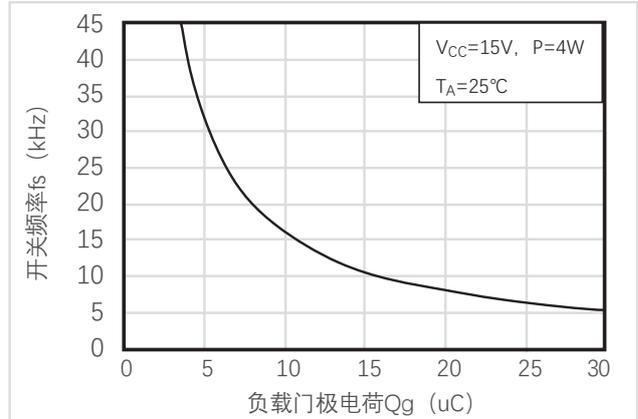


图2 负载门极电荷vs开关频率

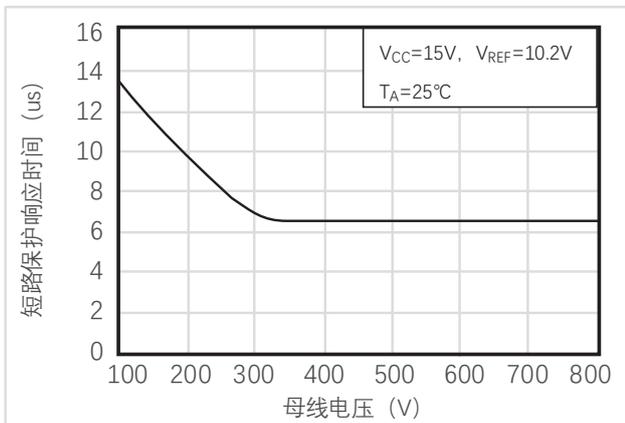


图3 短路保护响应时间vs母线电压

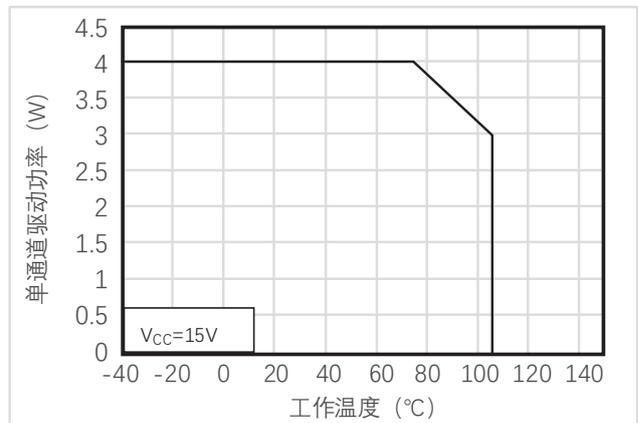


图4 驱动功率vs工作温度

功能描述

电源及电源监控

这款驱动器配有隔离 DC/DC 电源，可实现电源和门极驱动电路的电气隔离，基本原理框图（如图 5 所示）。

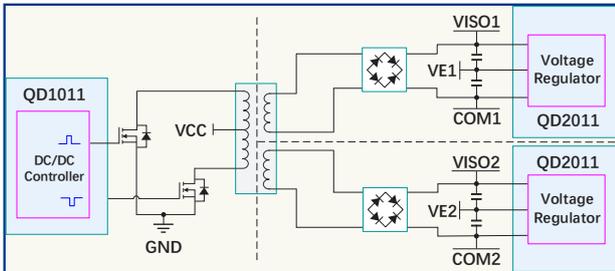


图 5 电源原理框图

驱动器的原边及两个通道的副边都分别配备有电源监控电路，并实施欠压保护。

原边电源监控

在原边对电源电压 V_{CC} 进行监控并实施欠压保护动作。当 V_{CC} 逐渐降低至欠压保护触发电压 V_{CCUV} 时，将触发欠压保护。两个副边驱动电路将锁定在关断状态，使 IGBT 保持在关断；同时输出保护信号 $SO1$ 和 $SO2$ （如图 6 所示）。

当 V_{CC} 恢复到欠压恢复值 V_{CCUVR} ，驱动器将继续保持保护状态一个锁定时间 t_B ，再释放驱动电路关断锁定状态，并恢复保护信号 $SO1$ 和 $SO2$ 。

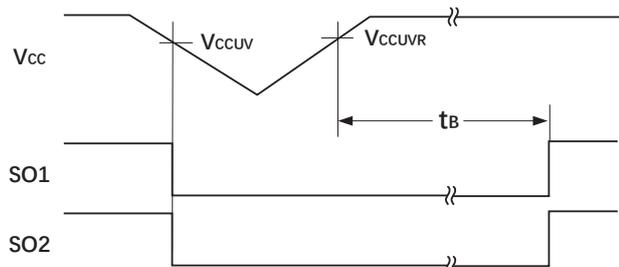


图 6 原边欠压保护逻辑图

副边电源监控

副边电压在供电电压降低或负载超载情况下，会发生电压下降。当副边电压全压 V_{CCO} （VISO 至 COM，下同）下降时，驱动器会优先稳住正压 $V+$ （VISO 至 VE，下同）为 +15V，负压 $V-$ （COM 至 VE，下同）逐渐抬升。当 $V-$ 抬升到 -5V 后，开始稳住负压，正压 $V+$ 开始跟随全压 V_{CCO} （VISO 至

COM，下同）下降。当 $V+$ 下降至欠压保护阈值 V_{CCUV} ，将启动副边欠压保护。

副边欠压保护首先会将本通道驱动锁定在关断状态，确保对应 IGBT 关断。同时向原边发送信号，使得原边输出对应通道的保护信号 SO_x 。此时，另一通道不会受影响，仍能正常开关，其对应的 SO 信号为正常状态。

当故障情况解除， V_{CCO} 恢复后，驱动器会先恢复正压，再恢复负压。保护闭锁状态和 SO 信号将会等待一个闭锁时间 t_B ，再恢复正常。

副边电压调节和欠压保护逻辑（如图 7 所示）。

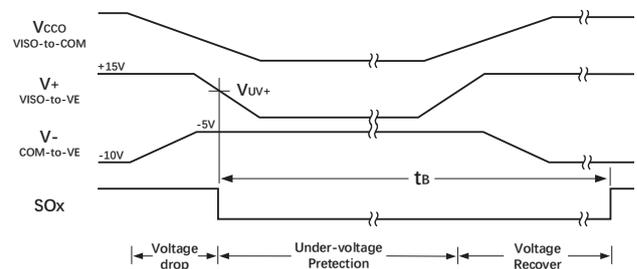


图 7 副边欠压保护逻辑图

触发信号 INx 输入

触发信号由 IN_x 端口输入（参见图 8），默认状态 $R1/R2=470\Omega$ ， $R11/R12=1k\Omega$ 。

需要改变输入信号电平时，可通过焊接不同的 $R11$ 和 $R12$ 电阻来改变输入信号开通阈值 V_{INH} 、关断阈值 V_{INL} 。用户可咨询我们技术支持来进行设置。

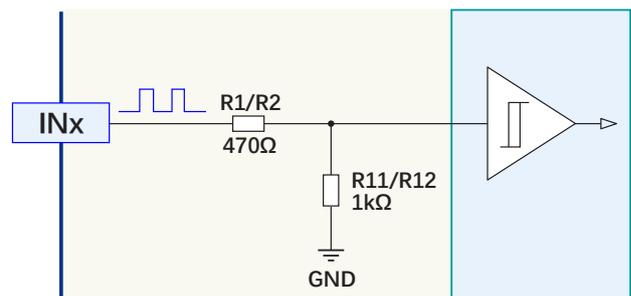


图 8 IN_x 输入电路图

传输逻辑和模式选择

驱动器可工作在直接模式或者半桥模式。可通过调整 MOD 端子的不同连接方式，选择驱动器的工作模式。

直接模式

如果 MOD 引脚端子连接到 GND，则选择了直接模式，传输逻辑（如图 9 所示）。直接模式时，两个通道各自独立，互不影响。输入 IN1 对应 1 通道，而输入 IN2 对应 2 通道，高电平将对应的 IGBT 开通，低电平将对应的 IGBT 关断。

注意：此时，触发信号间的死区时间由前端控制系统产生，请确保死区时间合适以避免发生上下管直通短路。

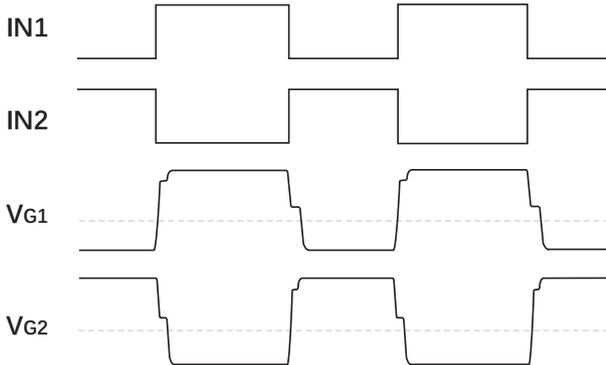


图 9 直接模式传输逻辑图

半桥模式

如果 MOD 引脚端子如果通过一个电阻 R_{MOD} 将 MOD 引脚接到 GND，且电阻阻值范围是： $72k\Omega \leq R_{MOD} \leq 182k\Omega$ ，驱动器就选择了半桥模式，传输逻辑（如图 10 所示）。在这种模式下，IN1 为驱动信号输入，而 IN2 为使能信号。

当 IN2 为低电平时，两个通道都锁定在关断状态；如果 IN2 为高电平，则两个通道都被使能，且两个通道的门极输出由 IN1 来决定。当 IN1 信号由低变高，2 通道的门极信号会马上关断，经过一个死区时间 DT 后，1 通道的门极会开通；但 IN1 信号由高变低时，则是 1 通道门极信号马上开通，经过

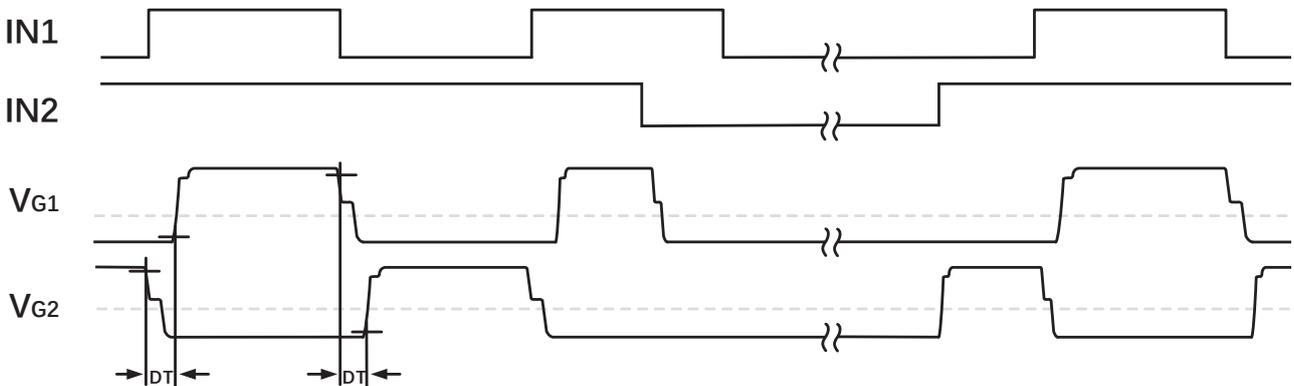


图 10 半桥模式传输逻辑

死区时间 DT 后 2 通道再开通。

死区时间 DT 由接在 MOD 管脚上的电阻 R_{MOD} 决定，根据以下公式（典型值）：

$$R_{MOD} [k\Omega] = 31.5 \cdot DT [us] + 52.7$$

$$(0.6us \leq DT \leq 4.1us \quad 72k\Omega \leq R_{MOD} \leq 182k\Omega)$$

IGBT 的开通和关断

驱动器的 IGBT 门极驱动电路（如图 11 所示）。驱动器 GHx 和 GLx 管脚采用独立分离的设计，支持开通电阻和关断电阻分别设置。

当需要开通 IGBT 时，驱动器内部的 QON 管打开，QOFF 管关闭，通过开通门极电阻 R_{GON} 对 IGBT 的门极进行充电，使 IGBT 开通。当需要关断 IGBT 时，驱动器内部芯片内的 QOFF 管打开，QON 管关闭，通过关断门极电阻 R_{GOFF} 对 IGBT 的门极进行放电，使 IGBT 关断。

驱动器允许独立设置开通电阻和关断电阻。为了在驱动器没有供电的情况下提供一个从 IGBT 模块栅极到发射极的低阻抗路径，建议在 GLx 和 COMx 之间跨接一个 4.7kΩ 的电阻。推荐添加二极管 D_p ，它能起到钳位作用，防止门极电压过高，保护 IGBT 模块。

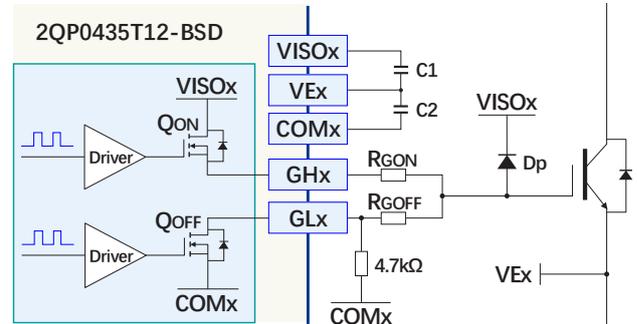


图 11 门极驱动电路图

用户需要选择合适的门极电阻和支撑电容，以确保 IGBT 安全可靠的开通关断。关于门极参数的配置，用户可咨询我们技术支持来进行设置。在安装到对应的 IGBT 模块上时，请确保驱动器外围电路的正确无误，安全可靠。

有源钳位

快速的关断 IGBT 可能导致电压尖峰，电压尖峰会随母线电压和负载电流升高而增加，过高的电压尖峰会对 IGBT 的安全造成威胁。关断电压尖峰主要与系统杂散电抗 L_s 和 IGBT 关断电流变化率 di/dt 有关，通过调整关断门极电阻 $R_{G\text{OFF}}$ 可适当减少 di/dt ，从而适当减少尖峰电压；但 L_s 的影响不可避免，特别是在短路和过流等大电流工况下，情况尤其恶劣。故此，驱动器配备了有源钳位电路，以抑制过电压尖峰，可以有效的防止 IGBT 的过压损坏。

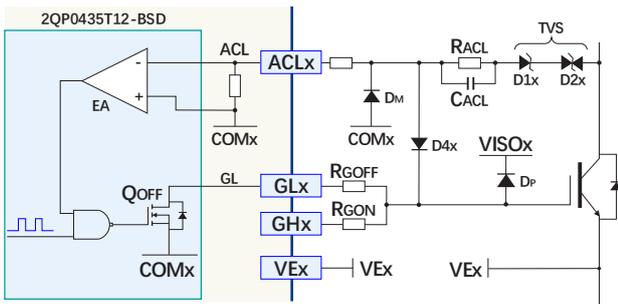


图 12 有源钳位电路原理框图

有源钳位电路的原理 (如图 12 所示)。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，同时连接内部芯片的控制电路。当 IGBT 的 V_{CE} 尖峰电压超过一个击穿阈值时，TVS 串将打通，芯片内部控制电路启动使得关断驱动管 Q_{OFF} 关断；同时 TVS 串流过的电流将会注入 IGBT 门极，使得 IGBT 仍保持部分导通，从而令 IGBT 的 V_{CE} 电压得到抑制。

为了避免 IGBT 模块的反并行二极管的前向恢复特性在接通时通过 TVS 链的负电流，每个通道必须至少使用一个双向 TVS。注意，TVS 建议采用肖特基二极管。对驱动器的应用电路击穿阈值推荐如表 1 所示，表中推荐为型号代码。

表 1 有源钳位阈值表 ($T_A=25^\circ\text{C}$)

驱动型号	母线电压	击穿阈值	推荐选型
2QP0435T12-BSD	800V	960V	3*100A +2*220A +1*220C

IGBT 短路保护

驱动器的 IGBT 短路保护使用 V_{CE} 检测电路 (如图 13 所示)，两个通道各自独立。短路保护功能只在 IGBT 开通的时候有效；在 IGBT 关断状态，触发信号会将 Q_{CE} 打开，使得 V_{CEDT} 钳位在 COM_x (相对 V_{EX} 为 $-10V$ 左右)，比较器不动作。

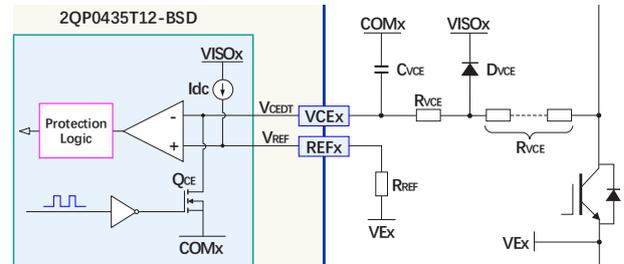


图 13 短路保护检测原理框图

正常开通时的表现

当驱动器执行 IGBT 开通动作时，传输到副边的触发信号会将 Q_{CE} 关断，释放 V_{CEDT} 钳位状态。此时 IGBT 的 V_{CE} 仍处于高水平，将通过 R_{VCE} 电阻串和 R_{Ax} 电阻对 C_{Ax} 电容进行充电，使得 V_{CEDT} 电平逐渐抬升。随后 IGBT 开通， V_{CE} 迅速下降至 V_{CE-SAT} ， V_{CEDT} 也随之充电至 V_{CE-SAT} (参见图 14)。由于 V_{CE-SAT} 远低于保护触发值 V_{REF} ，比较器不动作，保护不启动。

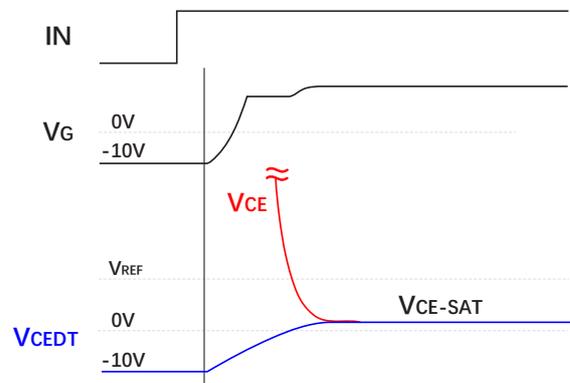


图 14 正常开通时 V_{CEDT} 信号波形图

一类短路保护

当 IGBT 发生一类短路 (即直通) 时，由于直通电流增长很快，IGBT 将迅速退饱和， V_{CE} 很快回到高位。因此 C_{Ax} 将会一直充电，使得 V_{CEDT} 一直增长直到钳位至 V_{ISOx} (相对 V_{EX} 为 $+15V$)。在此过程中， V_{CEDT} 会越过 V_{REF} ($10.2V$)，使得比较器翻转，从而启动短路保护逻辑。

短路保护逻辑会先把 IGBT 迅速关断，保障 IGBT 的安全。同时向原边发出信息，使得 SOx 管脚拉低，以表达出保护状态。保护状态将会锁定一个 t_B 时间，然后自动恢复到正常状态。

两个通道的保护电路是相互独立的，所以在一个通道发生短路保护的情况下，另一通道仍然能够工作在正常状态。控制系统需要及时检测 SO 信号，并根据策略发出系统闭锁命令。

二类短路保护

当 IGBT 发生二类短路（相间短路）时，由于短路回路阻抗较大，电流增长较缓慢。IGBT 仍能正常进入饱和状态，然后随着短路电流的增加， V_{CE} 逐渐增加直至退饱和（如图 15 所示）。驱动器只有在 IGBT 退饱和时才能检测出短路状态，启动短路保护。因此，二类短路保护的响应时间会比一类短路保护响应时间要更长。

当 IGBT 在低母线电压下发生直通短路时，由于母线电压低导致直通电流较小，IGBT 也会呈现与二类短路保护相同的特征，相应的保护响应时间也会加长。

注意：二类短路时，由于短路回路阻抗随机性较大，使得 IGBT 退饱和时刻不确定性较大。因此在 IGBT 保护动作前，有可能已产生较大的热量损耗而导致 IGBT 损坏。即，此种状态下驱动区短路保护并不能保证 IGBT 不损坏，系统需辅以过流保护等其他手段，以保障 IGBT 的安全。

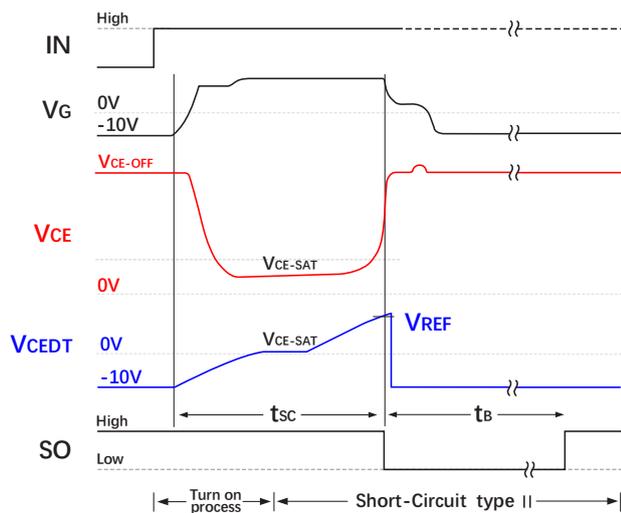


图 15 二类短路保护逻辑图

保护输出信号 SOx 的输出

保护信号输出端 SOx 内部为漏极开路形式，（如图 16 所示）。正常情况下，Qso 截止，SOx 输出端为高阻态。当检测到故障时（原边欠压、副边欠压或者 IGBT 短路），对应保护信号 SOx 被拉到低电平。

在故障状态下，流过 SOx 的电流不能超过 20mA。Qso 管的过电流能力为 20mA。

SO1 和 SO2 可以连接在一起，用以表达整个驱动的保护信息，但是分开表达可以实现快速且准确的诊断。

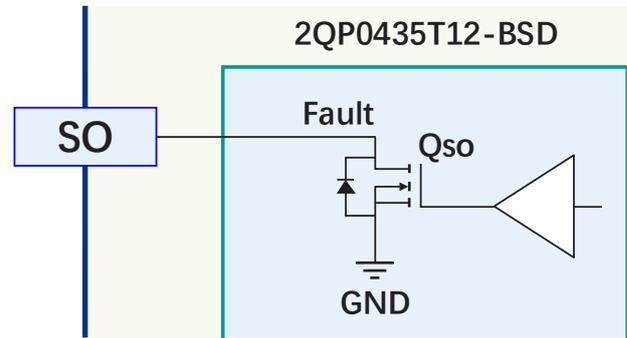


图 16 保护信号输出框图

保护锁定时间 t_B 的设置

驱动器出现故障保护的时候，在启动保护并输出 SO 信号后都会闭锁一个 t_B 保护锁定时间。此 t_B 可通过在 TB 管脚和 GND 之间接一个外加电阻 R_{TB} 进行设置（如图 17 所示）。

需要注意的是 TB 引脚到 GND 设置的电阻需要在有效范围内，否则时间 t_B 将不符合公式。 t_B 和 R_{TB} 的关系由以下公式给出（典型值）：

$$R_{TB} [k\Omega] = 1.0 \cdot t_B [ms] + 55$$

$$(20ms \leq t_B \leq 130ms \quad 75k\Omega \leq R_{TB} \leq 185k\Omega)$$

TB 管脚不可以悬空，不使用时需要直接接到 GND。

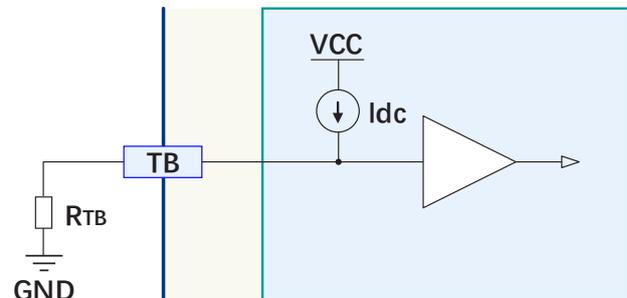


图 17 TB 管脚连接图

版本说明

版本号	变更内容	修订日期
V1.0	新发布	23-Nov-2016
V1.1	数据修改	02-May-2017
V1.2	说明书模板更新	25-Feb-2020
V1.3	丰富各介绍内容	05-Mar-2020
V1.4	说明书模板更新、内容规范化	27-Sep-2021

注意事项

- IGBT 模块和驱动器的任何操作，均需符合静电敏感设备保护的通用要求，请参考国际标准 IEC 60747-1/IX 或欧洲标准 EN100015。为保护静电感应设备，要按照规范处理 IGBT 模块和驱动器（工作场所、工具等都必须符合这些标准）。



如果忽略了静电保护要求，IGBT 和驱动器可能都会损坏！

- 驱动器上电前，请确认驱动器和控制板连接可靠，无空接、虚接、虚焊现象。
- 驱动器安装后，其表面对大地电压可能会超过安全电压，请勿徒手接触！



使用中，可能危及生命，务必遵守相关的安全规程！

免责声明

青铜剑技术提供的技术和可靠性数据（包括数据手册等）、设计资源（包括 3D 模型、结构图、AD 模型）、应用指南、应用程序或其他设计建议、工具、安全信息和资源等，不包含所有明示和暗示的保证，包括对交付、功能、特定用途、适用性保证和不侵犯第三方知识产权的保证。

这些资源旨在为使用青铜剑技术产品进行开发的熟练工程师提供。为您全权负责：

- 为您的产品选择适当的青铜剑技术产品；
- 设计、验证和测试您的产品；
- 确保您的产品符合适用的要求。

青铜剑技术保留随时修改数据、文本和资料的权力，恕不另行通知。请随时访问青铜剑技术网站 WWW.QTJTREC.COM 或微信公众号，以获取最新的资料。

青铜剑技术授权您仅在应用青铜剑技术产品的开发过程，使用相应的资源；禁止以其他方式复制和展示这些资源。青铜剑技术没有通过这些资源，授予任何青铜剑技术的知识产权或第三方知识产权许可。

对于因您使用这些资源而引起的任何索赔、损害、损失和成本，青铜剑科技不承担任何责任，并且有权追偿因侵犯知识产权而造成的损失。



青铜剑科技集团 | 深圳青铜剑技术有限公司

地址：中国广东省 深圳市 南山区 留学生创业大厦二期 22 楼

官网：www.qtjtec.com

技术电话：+86 0755 33379866

技术邮箱：support@qtjtec.com



微信公众号