

2QP0435T12-BSD 驱动器



特征

- 双通道 IGBT 驱动器
- 单通道输出功率 4W，峰值电流为 $\pm 35A$
- 门极驱动电压 +15V/-10V
- 完整的隔离 DC/DC 电源
- 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

[第 09 页](#)

[第 09 页](#)

[第 09 页](#)

[第 10 页](#)

[第 10 页](#)

主要参数

Vcc	15V
Vg	+15V, -10V
P, MAX	4W
Ig, MAX	$\pm 35A$
fs, MAX	100kHz
TA	-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 芯片组设计而成的双通道、大功率驱动器。

2QP0435T12-BSD 可以驱动大部分 1200V 及以下的 IGBT 模块。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。

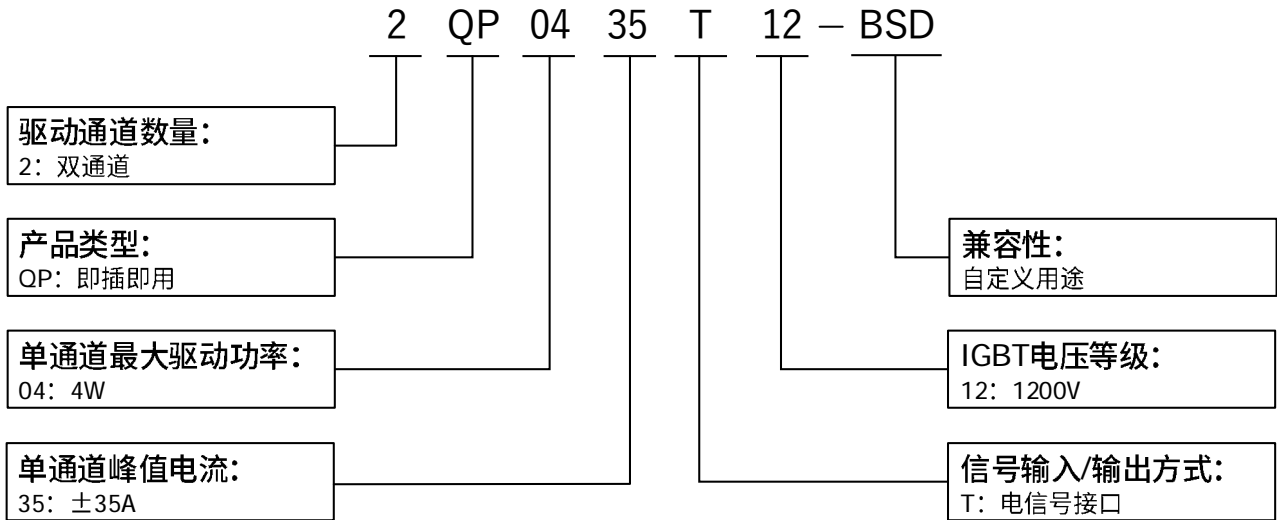
典型应用

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

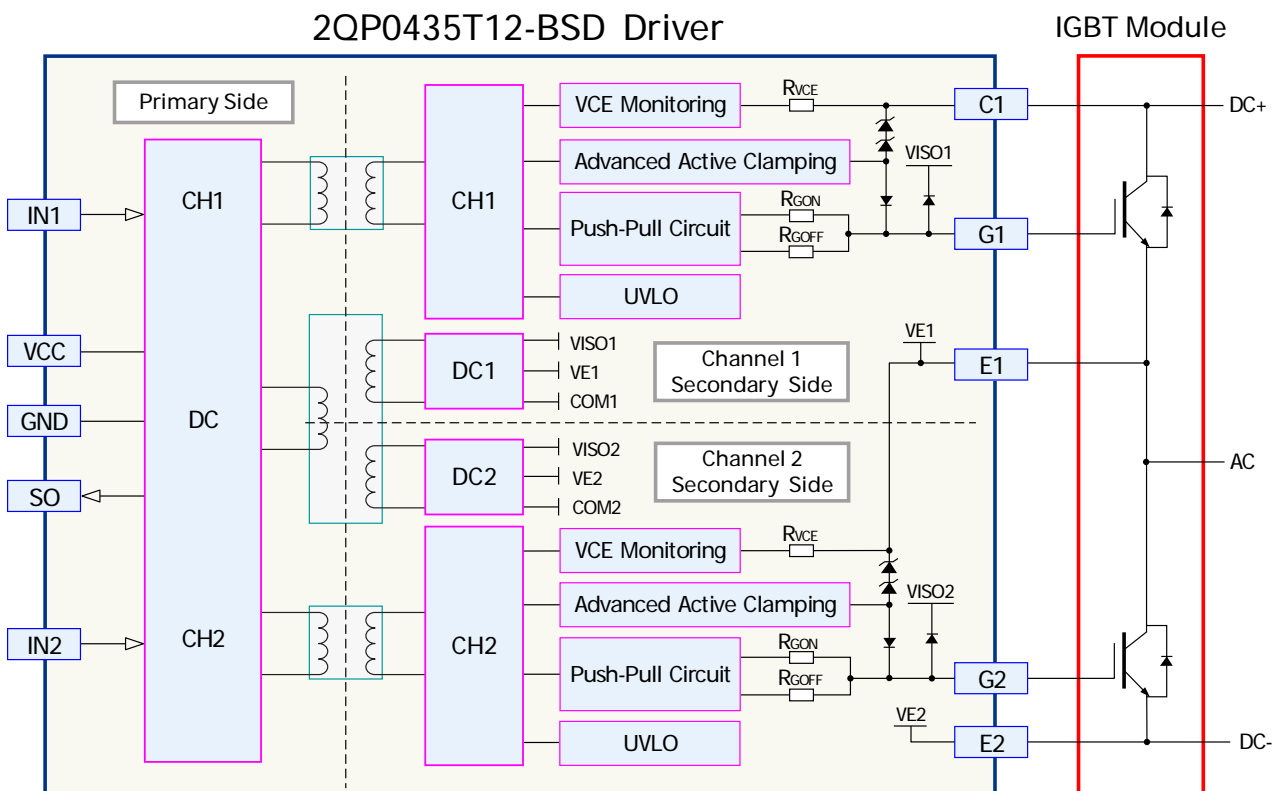
机械尺寸

机械尺寸图：参见 [第 12 页](#)

型号定义



原理框图

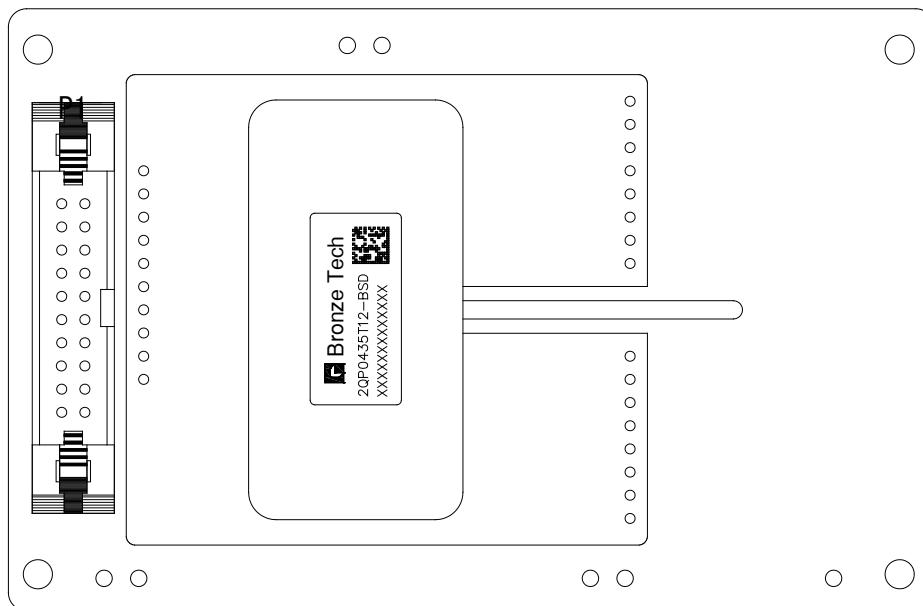


接口定义

P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	N.C	悬空	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	悬空	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

注：1) 默认配置接口 20 pin 牛角接头，型号为：230-010-820-209，品牌：正凌。
2) 匹配端子型号为：R-810-2010-012-4000，品牌：正凌。



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
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, 100nF 负载, f _{sw} =10kHz, 50% 占空比		175		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}	$V_{CC}=15\text{V}$		9.3		V
	关断阈值 V_{INL}	$V_{CC}=15\text{V}$		6.6		V
MOD 模式选择	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 $^{2)}$	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 IN_x 输入”。						
2) 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
门极峰值电流 $I_{G\ peak}$	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GON}=2.5\Omega$		5		A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{OFF}=2.5\Omega$		-5		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
I_{SO} 端电流 $^{1)}$		$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=15\Omega$		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-GND}	12.0	12.4	12.8	V
	恢复 V_{CCUVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, V_{CC-GND}	12.3	12.7	13.1	V
副边正压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, V_{ISO-VE}	11.6	12.0	12.4	V
	恢复 V_{UVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, V_{ISO-VE}	12.1	12.5	12.9	V
副边负压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV-}	$V_{CC}=15\text{V}$, $VE-COM$	-5.3	-5.0	-4.7	V
	恢复 V_{UVR-}	$V_{CC}=15\text{V}$, $VE-COM$	-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 $t_{SC}^{2)}$		$R_{REF}=68\text{k}\Omega$, $C_A=33\text{pF}$		6.5		us
短路保护电流 I_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		150		uA
保护锁定时间 t_B		$R_{TB}=150\text{k}\Omega$		110		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}	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{MOD}=0\Omega$, $R_{GON}=R_{GOFF}=2.5\Omega$, $f_s=10\text{kHz}$, 空载		200		ns
	关断延时 t_{OFF}			190		ns
输出信号上升时间 t_r		$R_{GON}=2.5\Omega$, 空载		90		ns
输出信号下降时间 t_f		$R_{GOFF}=2.5\Omega$, 空载		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 90% 到门极信号下降沿 90%。						

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。			

特性曲线

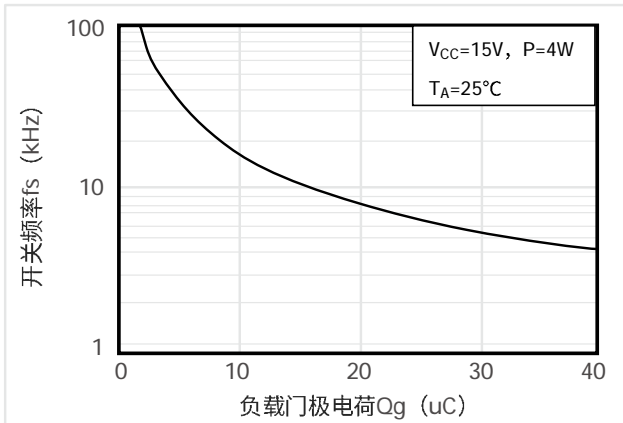


图 1 负载门极电荷 vs 开关频率

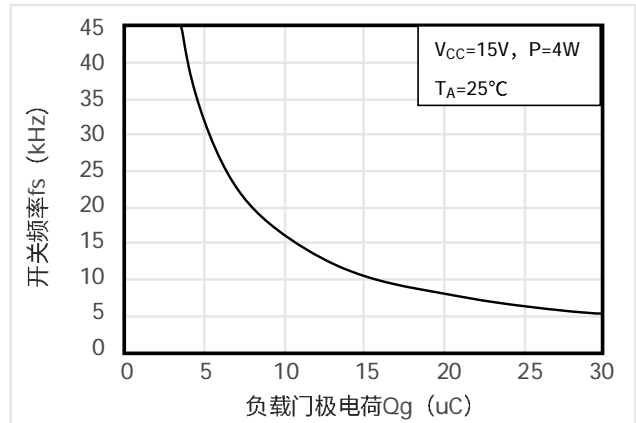


图 2 负载门极电荷 vs 开关频率

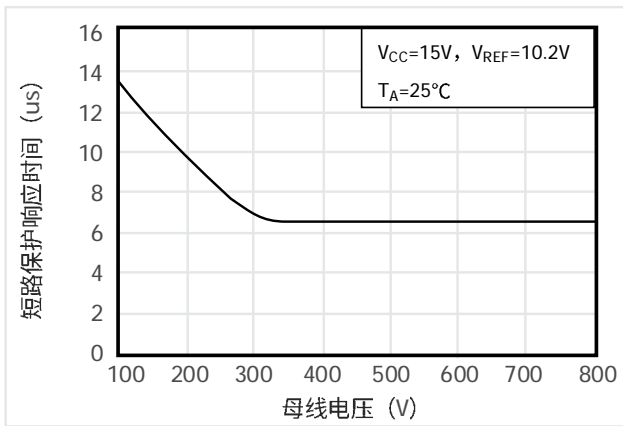


图 3 短路保护响应时间 vs 母线电压

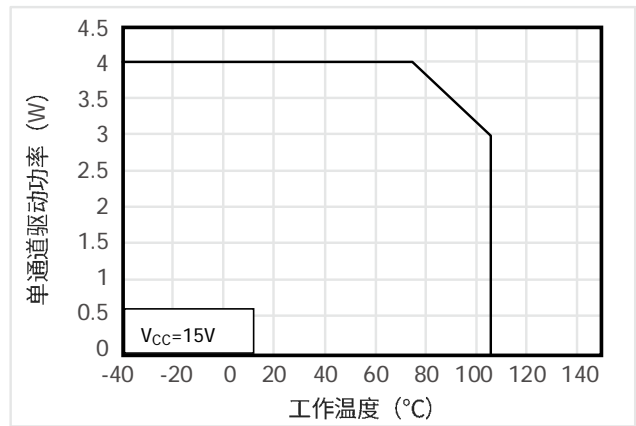


图 4 驱动功率 vs 工作温度

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【见图 5】。

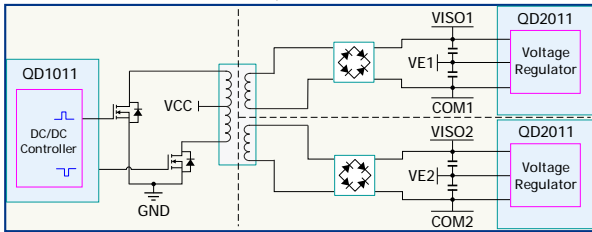


图 5 电源原理框图

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 $SO2$ 。

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 $SO2$ 。

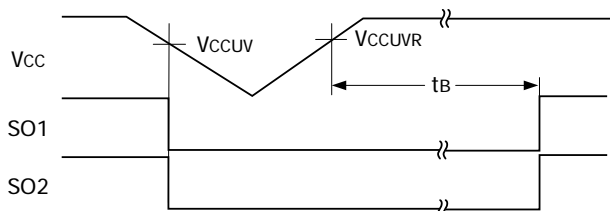


图 6 原边欠压保护逻辑图

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} (V_{ISO} 至 COM ，下同) 下降时，驱动器会优先稳住正压 V_+ (V_{ISO} 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} (V_{ISO} 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。

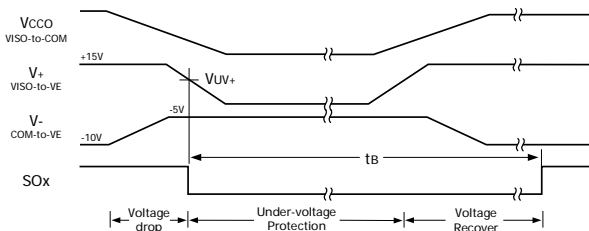


图 7 副边欠压保护逻辑图

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。

触发信号 IN_x 输入

触发信号由 IN_x 端口输入【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。

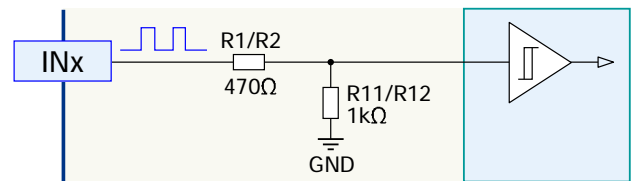


图 8 IN_x 输入电路图

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【见图 9】。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。

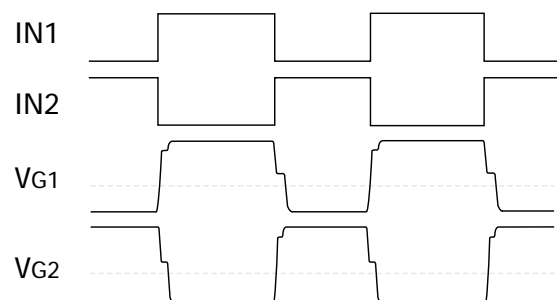


图 9 直接模式传输逻辑图

半桥模式：

如 MOD 引脚端子通过一个电阻 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【见图 10】。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；

若 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，经过死区时间 DT 后 2 通道再开通。

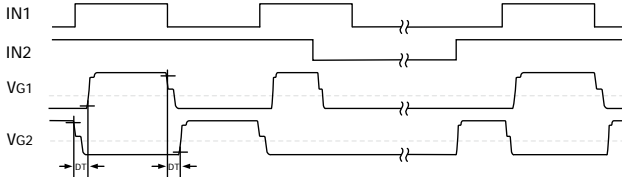


图 10 半桥模式传输逻辑

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 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 Q_{ON} 管打开，Q_{GOFF} 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 Q_{OFF} 管打开，Q_{ON} 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 模块门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。

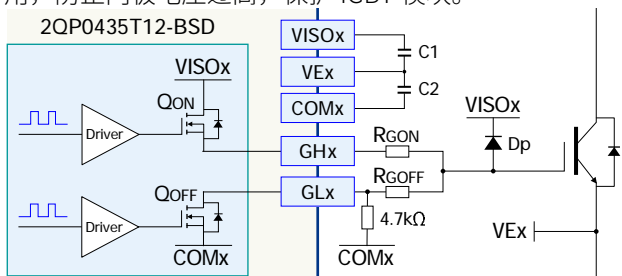


图 11 门极驱动电路图

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正确无误，安全可靠。

有源钳位

快速关断 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_{GOFF} 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，可有效防止 IGBT 的过压损坏。

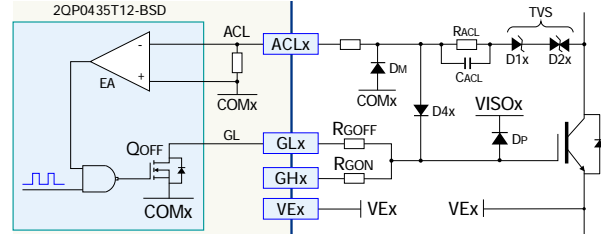


图 12 有源钳位电路原理框图

有源钳位电路的原理【见图 12】。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见表 1，推荐为型号代码。

表 1 有源钳位阈值表 (T_A=25°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，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_{CE} 钳位在 COMx (相对 V_{EX} 为 -10V 左右)，比较器不动作。

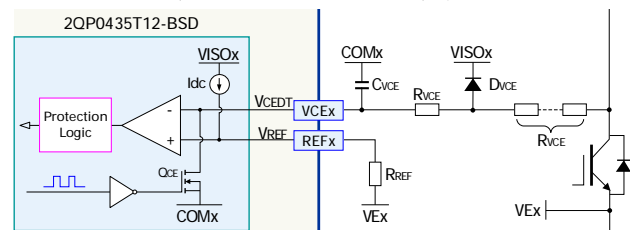


图 13 短路保护检测原理框图

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_{CE} 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_{CE} 电平逐渐抬升。随后

IGBT 开通, VCE 迅速下降至 VCE-SAT, VCEDT 也随之充电至 VCE-SAT【见图 14】。由于 VCE-SAT 远低于保护触发值 VREF, 比较器不动作, 保护不启动。

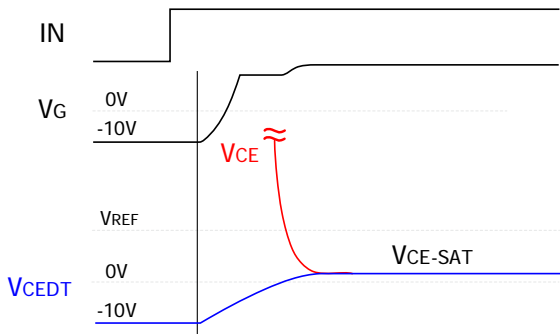


图 14 正常开通时 VCEDT 信号波形图

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, VCE 很快回到高位。因此 CAX 将会一直充电, 使得 VCEDT 一直增长直到钳位至 VISOX(相对 VEX 为 +15V)。在此过程中 VCEDT 会越过 VREF(10.2V), 使比较器翻转, 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 SOx 管脚拉低, 以表达出保护状态。保护状态将会锁定一个 tB 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, VCE 逐渐增加直至退饱和【见图 15】。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。

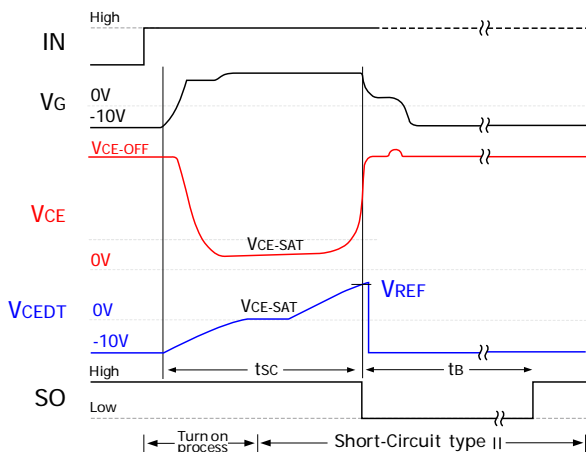


图 15 二类短路保护逻辑图

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, 此种状态下驱动器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。

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【见图 16】。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。

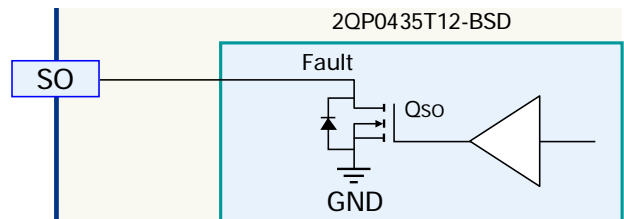


图 16 保护信号输出框图

保护锁定时间 tB 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 tB 保护锁定时间。此 tB 可通过在 TB 管脚和 GND 之间接一个外加电阻 RTB 进行设置【见图 17】。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 tB 将不符合公式。tB 和 RTB 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, 不使用时需直接接到 GND。

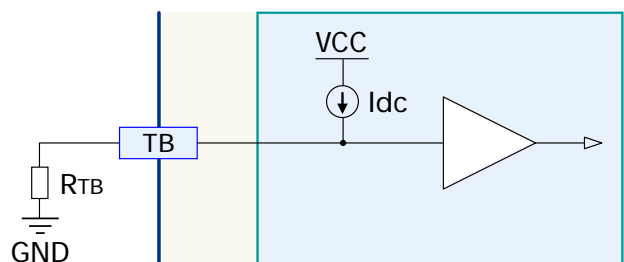
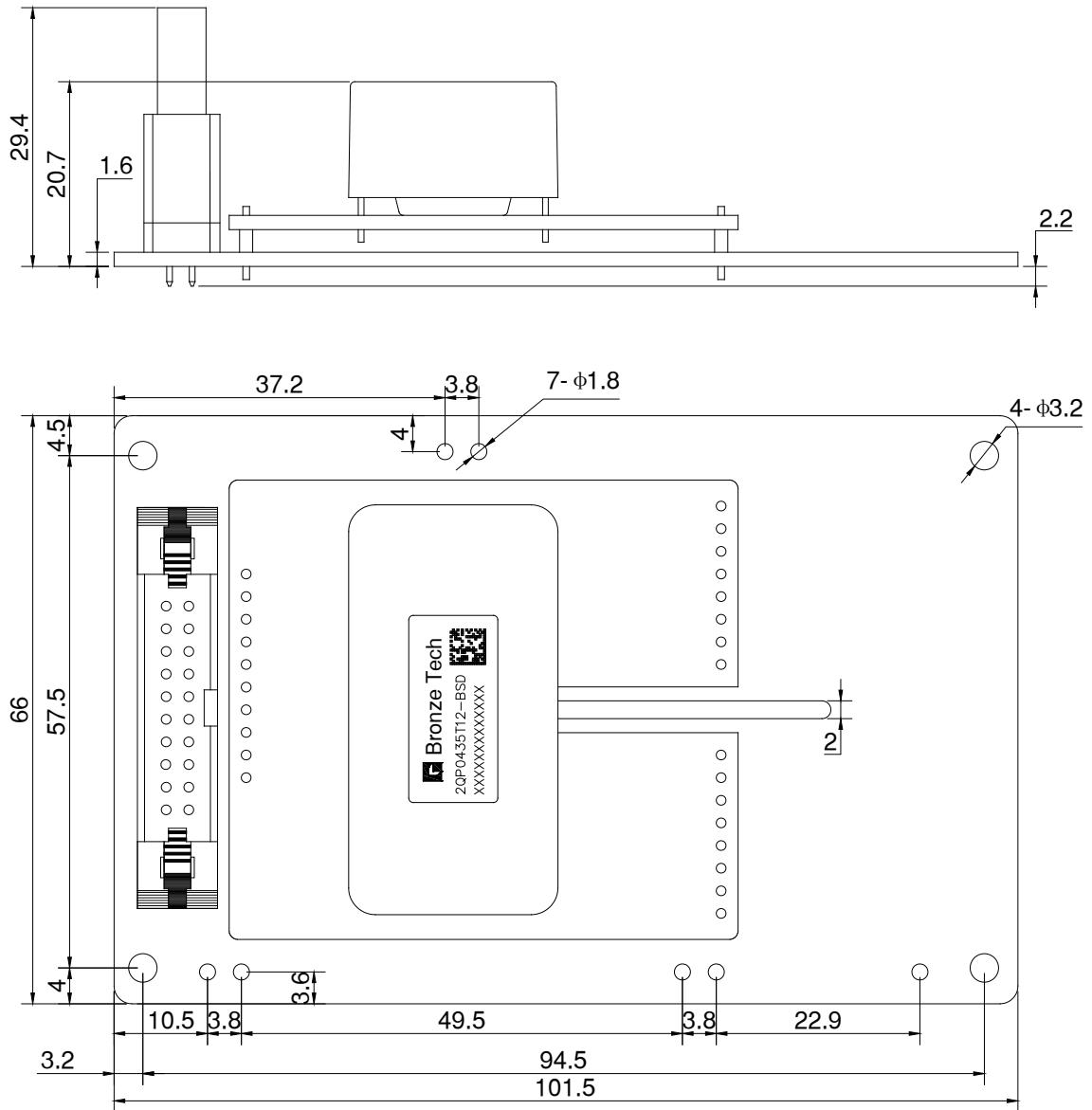


图 17 TB 管脚连接图

机械结构图



- 注：1) 图示单位为 mm；
2) 图中公差符合 ISO 2768-1。

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	10-Jan-2023

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 模块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.qtjtec.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。

