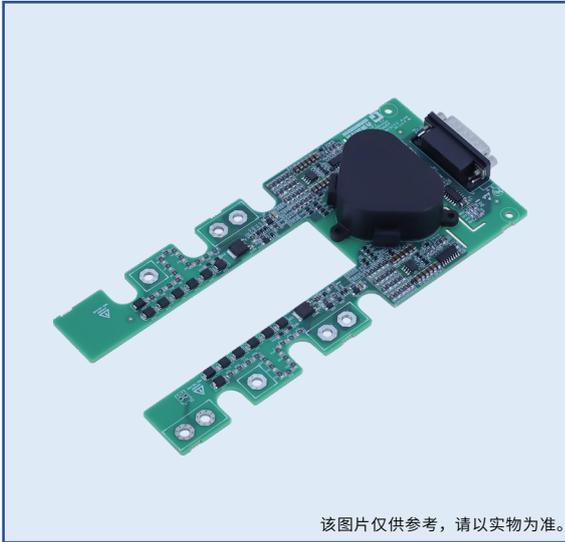


2QP0535Txx-C IGBT 驱动器



该图片仅供参考，请以实物为准。

特征

- 双通道 IGBT 驱动器
- 适配 PrimePACK™3+ 封装
- 20PIN 牛角接口或 DB15 接口可选
- 门极驱动电压 +15V/-10V
- 集成隔离 DC/DC 电源
- 集成原边 / 副边电源欠压保护
- 集成动态高级有源钳位
- 集成 VCE 短路保护
- 集成软关断

RoHS
COMPLIANT

[第 09 页](#)

[第 09 页](#)

[第 10 页](#)

[第 10 页](#)

[第 11 页](#)

主要参数

V _{CC}	15V
V _G	+15V, -10V
P, MAX	5W
I _G , MAX	±35A
f _s , MAX	10kHz
T _A	-40°C ~85°C
绝缘耐压	8000Vac

描述

2QP0535Txx-C 是一款基于青铜剑自主开发的 ASIC 芯片设计而成的双通道高绝缘等级、高可靠性的驱动器，针对高可靠性的大功率中压领域设计而成。

2QP0535Txx-C 驱动器适用于 PrimePACK™3+ 封装 1700V 或 2300V 的 IGBT 模块搭建的多种拓扑方案，可直接安装在 IGBT 上使用，无需转接处理。

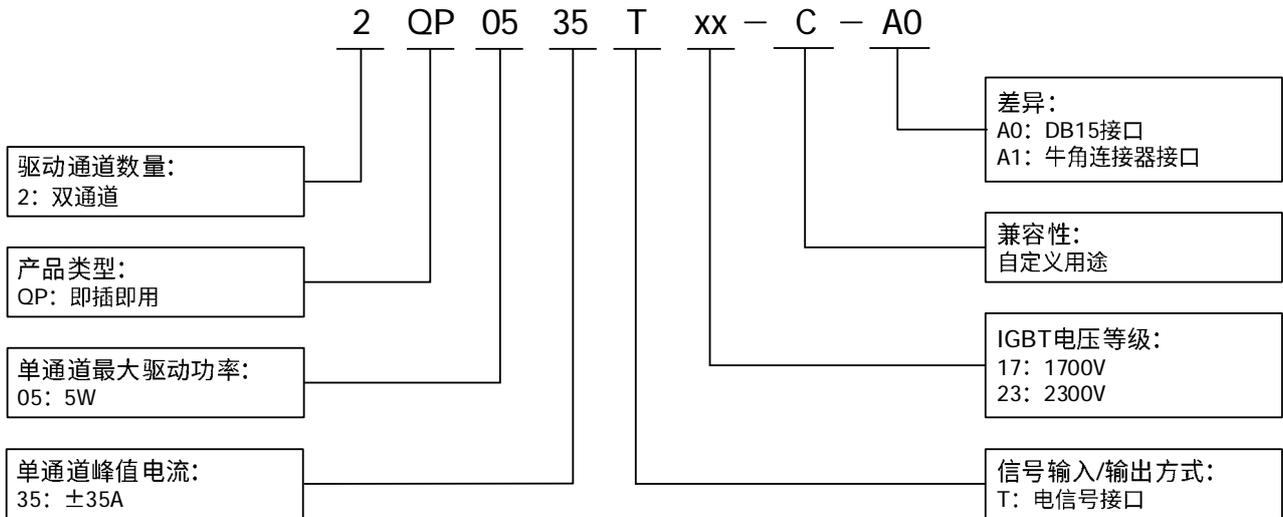
典型应用

- 风电变流器
- 光伏逆变器
- 大功率开关电源
- 电机传动
- 牵引传动

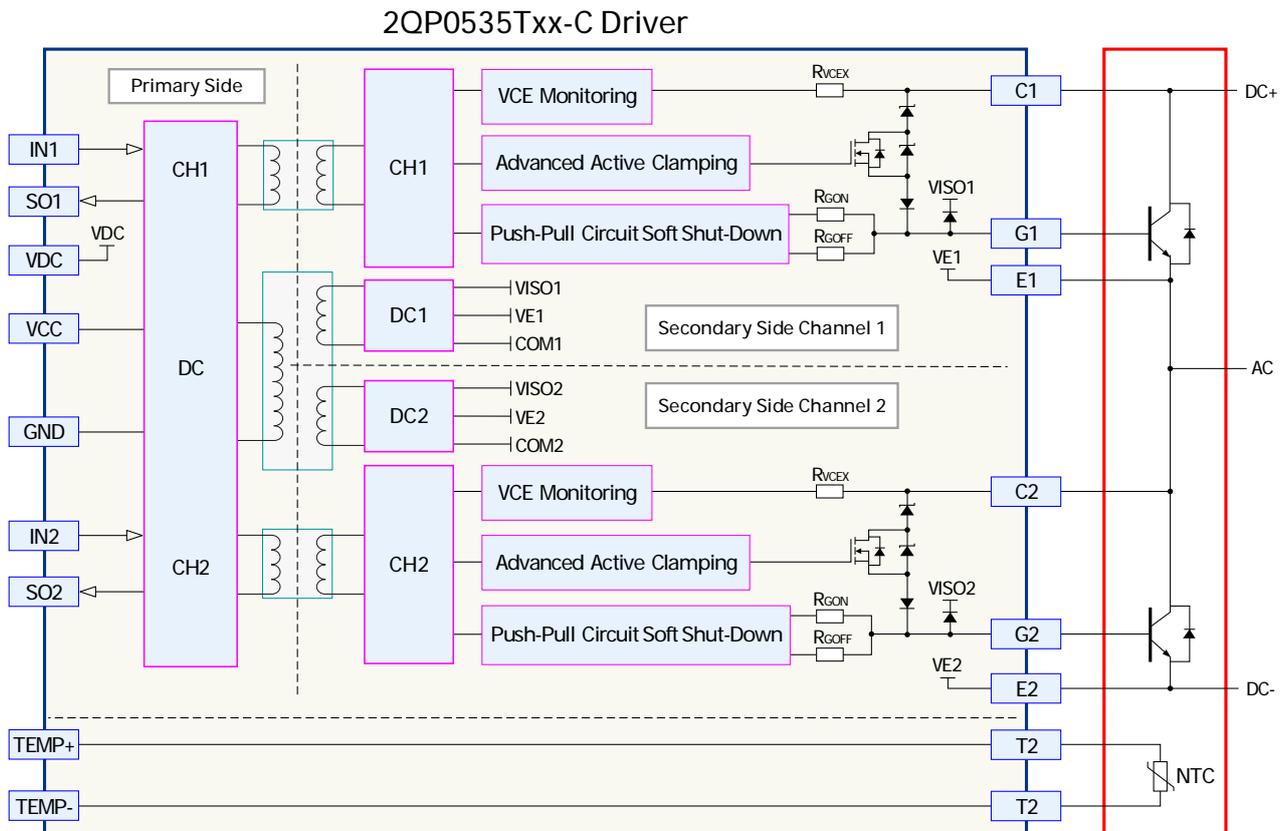
机械尺寸

机械尺寸图：参见 [第 13 页](#)

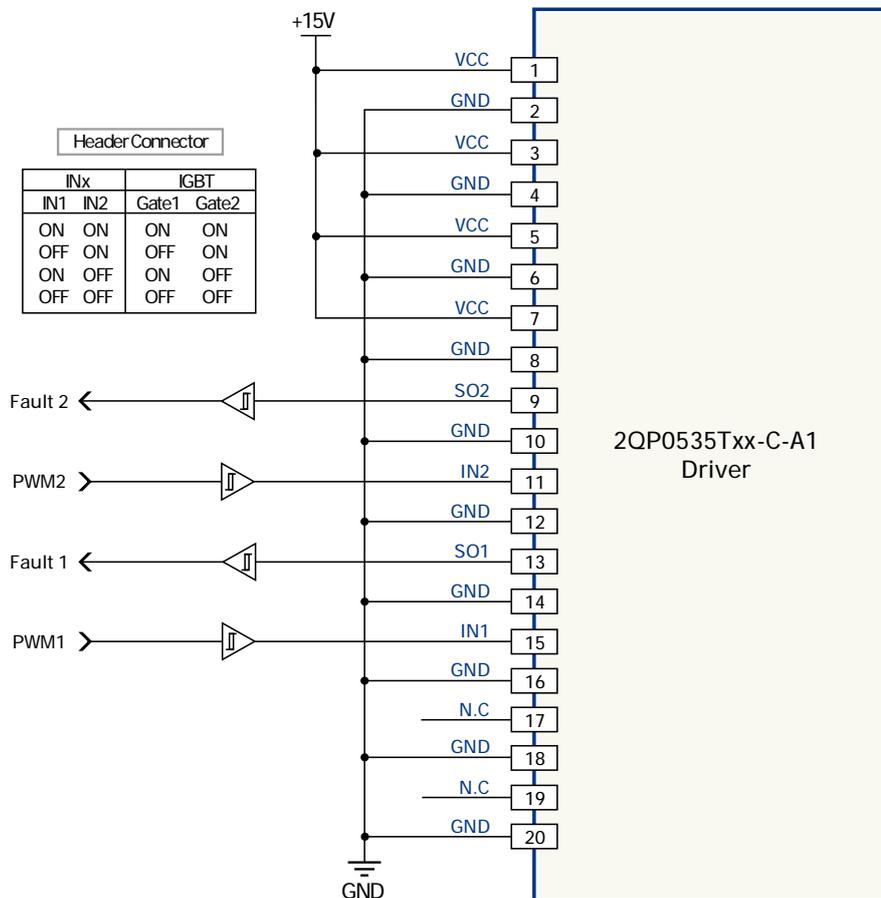
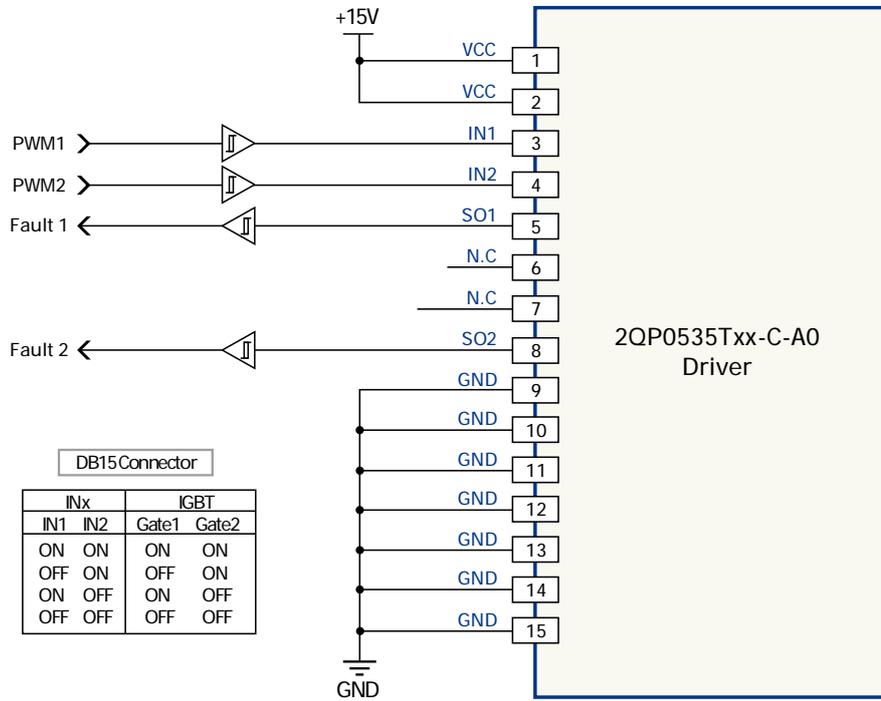
型号定义



原理框图



原边典型接线图



接口定义

P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VCC	+15V 供电电源	9	GND	信号 / 功率地
2	VCC	+15V 供电电源	10	GND	信号 / 功率地
3	IN1	1 通道触发信号输入 ²⁾	11	GND	信号 / 功率地
4	IN2	2 通道触发信号输入 ³⁾	12	GND	信号 / 功率地
5	SO1	1 通道保护信号输出 ⁴⁾	13	GND	信号 / 功率地
6	N.C	不使用	14	GND	信号 / 功率地
7	N.C	不使用	15	GND	信号 / 功率地
8	SO2	2 通道保护信号输出			

注：1) 2QP0535Txx-C-A0 系列 P1 配置为接口 DB15 接头 (公头)，型号为：DBM15D-A18B-B1，品牌：WCON。

2) IN1 信号为 1 通道 (上桥臂) 触发信号，高电平开通，低电平关断。

3) IN2 信号为 2 通道 (下桥臂) 触发信号，高电平开通，低电平关断。默认工作在直接模式，如需工作半桥模式，请联系技术支持。

4) 保护输出信号为 OC 门输出，已内置上拉电阻，正常时上拉到 VCC，保护时下拉到 GND。

P2 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VCC	+15V 供电电源	11	IN2	2 通道触发信号输入 ³⁾
2	GND	信号 / 功率地	12	GND	信号 / 功率地
3	VCC	+15V 供电电源	13	SO1	1 通道保护信号输出
4	GND	信号 / 功率地	14	GND	信号 / 功率地
5	VCC	+15V 供电电源	15	IN1	1 通道触发信号输入 ⁴⁾
6	GND	信号 / 功率地	16	GND	信号 / 功率地
7	VCC	+15V 供电电源	17	N.C	空引脚
8	GND	信号 / 功率地	18	GND	信号 / 功率地
9	SO2	2 通道保护信号输出 ²⁾	19	N.C	信号 / 功率地
10	GND	信号 / 功率地	20	GND	信号 / 功率地

注：1) 2QP0535Txx-C-A1 系列接口 P2 配置为 20pin 牛角接头，型号为：230-010-820-209，品牌：正凌。

2) 保护输出信号为 OC 门输出，已内置上拉电阻，正常时上拉到 VCC，保护时下拉到 GND。

3) IN2 信号为 2 通道 (下桥臂) 触发信号，高电平开通，低电平关断。

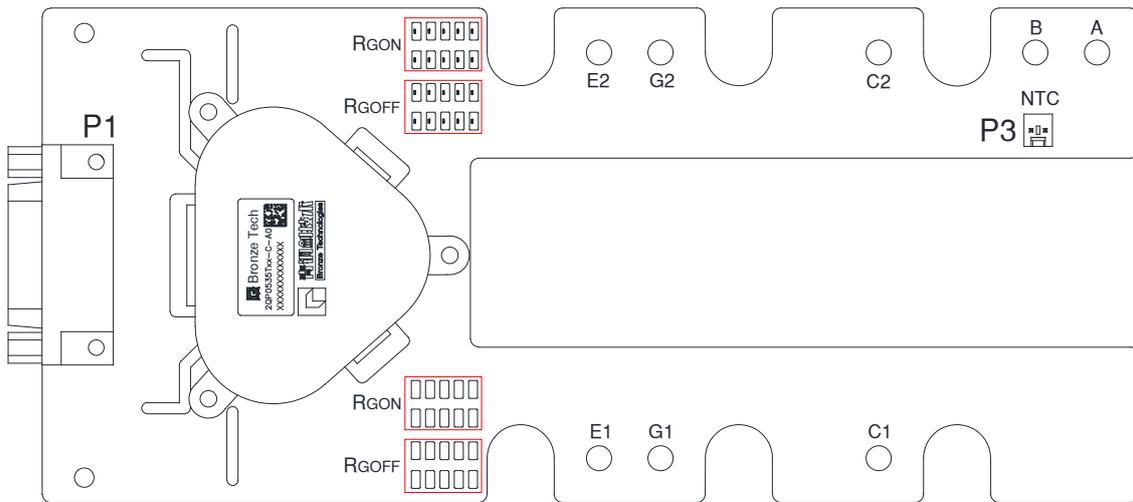
4) IN1 信号为 1 通道 (上桥臂) 触发信号，高电平开通，低电平关断。默认工作在直接模式，如需工作半桥模式，请联系技术支持。

P3 端子接口定义

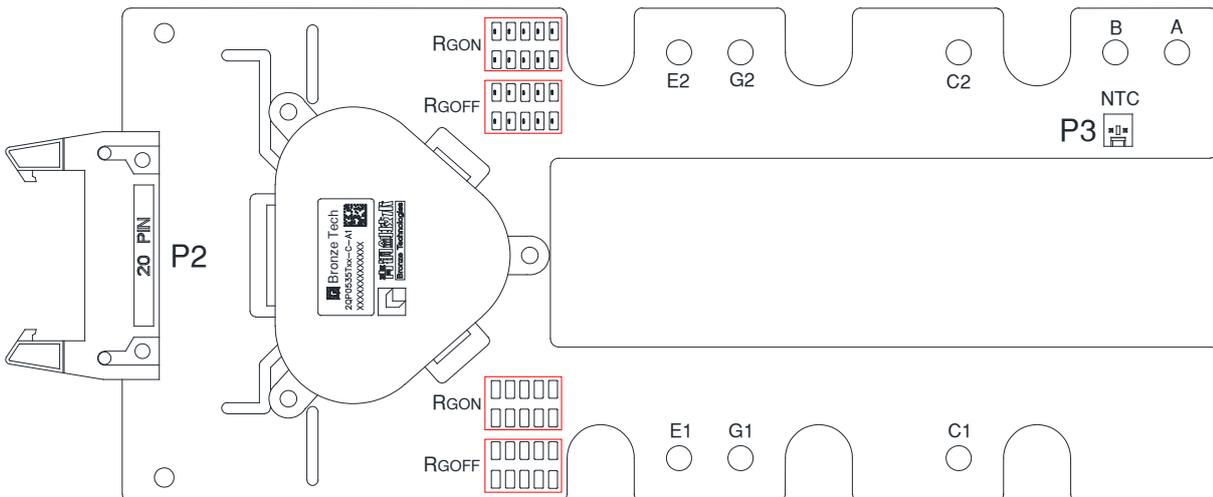
管脚	符号	说明
1	NTCA	NTC 热敏电阻连接端 A ¹⁾
2	NTCB	NTC 热敏电阻连接端 B ²⁾

注：1) 此接口直接连接 IGBT 模块的 NTC 电阻引针，间距 2.54mm，内部无电路。

2) 端子型号：22-27-2021(Molex)，默认不焊接，如需焊接请联系技术支持。



2QP0535Txx-C-A0 接口示意图



2QP0535Txx-C-A1 接口示意图

参数

绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
供电电源	14.5	15.5	V
门极驱动功率 ¹⁾		5	W
门极驱动电流		35	A
母线电压		1620	V
最大开关频率		10	kHz
原 / 副边绝缘电压		8000	V
副 / 副边绝缘电压		6000	
运行温度 T_A	-40	85	°C
存储温度 T_S	-40	85	
湿度 ²⁾	5	85	%
海拔高度 ³⁾		2000	m
注：1) 在 T_A 允许温度范围内，单通道最大输出功率。 2) 不允许出现凝露现象。 3) 超过最大海拔高度应用请咨询深圳青铜剑技术公司。			

供电电源

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
供电电压 V_{CC}	VCC to GND	14.5	15	15.5	V
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{sw}=0\text{kHz}$		100		mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{sw}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比		150		
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，100nf 负载， $f_{sw}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比		250		
副边全压 $V_{COO}^{1)}$	VISO to COM	23	25	26.5	V
副边正压 V^+	VISO to VE	14.5	15	15.5	
副边负压 $V^{-2)}$	COM to VE	-11	-10	-8.5	
注：1) 副边全压典型值为空载测试值。 2) 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 $V_{IN}^{1)}$	开通阈值 V_{INH}	R39=R51=470 Ω , R46=R51=1k Ω , V_{IN} to GND		3.8	4.3	V
	关断阈值 V_{INL}		1.8	2.3		
输入电阻 $R_{IN}^{2)}$				1.47		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) 输入端电阻详见功能描述“触发信号 INx 输入”。						

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		15.0		V
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$, 空载		-10		
门极峰值电流 $I_{G\text{ peak}}$	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GON}=0.5\Omega$, $R_{GOFF}=0.5\Omega$			35	A
	关断 OFF-State		-35			

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	触发 V_{CCUV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-GND		12.5		V
	恢复 V_{CCUVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-GND		13.5		
副边欠压保护阈值电压 $^{1)}$	触发 V_{UV-}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-COM		16.8		
	恢复 V_{UVR-}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-COM		18.1		
短路保护阈值电压 V_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		10		us
短路保护响应时间 $t_{SC}^{2)}$		母线电压大于 800V, $C_{VCE}=33\text{pF}$		8.5		
软关断时间 t_{SOFT}		V_{gon} drops to 0V, 100nF 负载		2		
保护锁定时间 t_B		$V_{CC}=15\text{V}$		95		ms
注: 1) 欠压保护逻辑参见图 3。						
2) 采用电阻串检测方式, 短路保护时序图参见图 11。						

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}	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GON}=0.5\Omega$, 100nF 负载	200			ns
	关断延时 t_{OFF}		250			
输出信号上升时间 t_r		$R_{GON}=0.82\Omega$, 100nF 负载	300			
输出信号下降时间 t_f		$R_{GOFF}=6.8\Omega$, 100nF 负载	900			
注: 1) 开通传输延时为输入上升沿 10% 到门极信号上升沿 10%; 关断传输延时为输入下降沿 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⁾	原边 - 副边	8000	V
	副边 - 副边	6000	
原边 - 副边 ²⁾	隔离等效电容	30	pF
	电气间隙	12.5	mm
	爬电距离	20	
副边 - 副边	隔离等效电容	30	pF
	电气间隙	24	mm
	爬电距离	24	
ESD 静电防护	接触放电	± 4	kV
	空气放电	± 8	
电快速瞬变脉冲群抗扰度		± 4	
注: 1) 测试条件为 50Hz 交流电压, 1min。			
2) 电气间隙和爬电距离, 按照 IEC 61800-5-1 标准设计。			

功能描述

电源及电源监控

这款驱动器配有 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 1】。

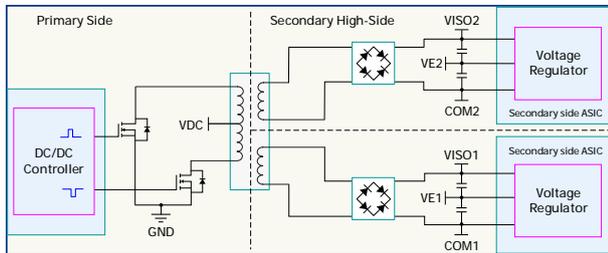


图 1 电源原理框图

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 $SO2$ 。

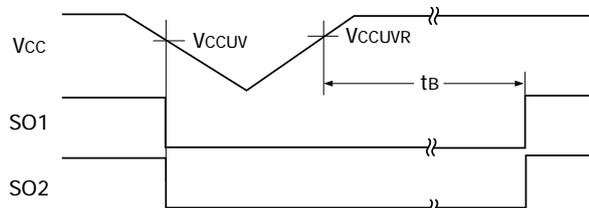


图 2 原边欠压保护逻辑图

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。

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 SOx 。此时，另通道不会受影响，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【见图 3】。

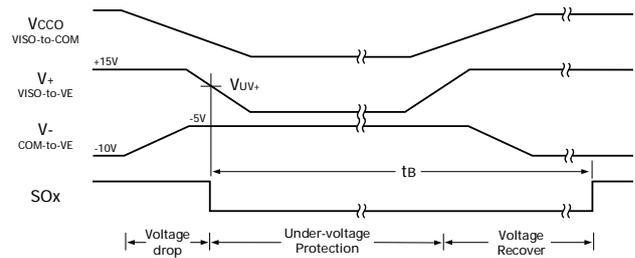


图 3 副边欠压保护逻辑图

触发信号 INx 输入

触发信号由 INx 端口输入【见图 4】，默认状态 $R39=R51=470\Omega$ ， $R46=R58=1k\Omega$ 。

需要改变输入信号电平时，可通过焊接不同的 $R46$ 和 $R58$ 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。

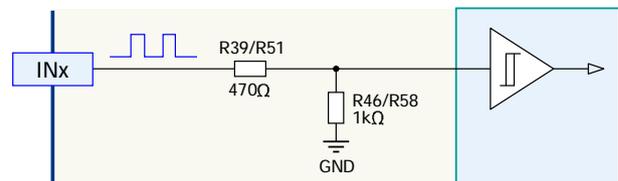


图 4 INx 输入电路图

传输逻辑

驱动器可工作在直接模式，传输逻辑【见图 5】。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。

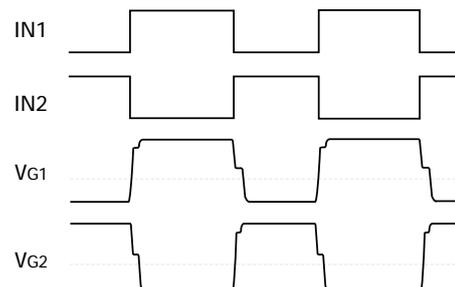


图 5 直接模式传输逻辑图

IGBT 的开通和关断

驱动器的 IGBT 门极驱动电路【见图 6】。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 QOFF 管打开，QON 管关闭，通过关断门极电阻 RGOFF 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。开通门极电阻 Rgon 由 10 个 1206 封装电阻并联组成；关断门极电阻 Rgoff 由 10 个 1206 封装电阻并联组成；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，驱动器在 GLx 和 COMx 之间跨接一个 4.7kΩ 的电阻。

驱动器设置有 RCD 参数，可以根据双脉冲测试实际情况配置门极的开通时间和关断时间。

用户需要选择合适的门极电阻，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。

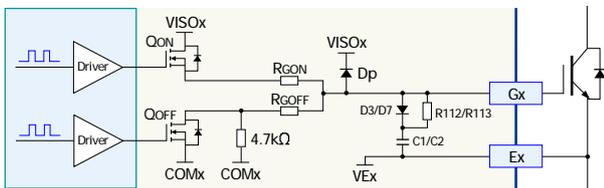


图 6 门极驱动电路图

动态高级有源钳位

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感 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 Rgoff 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。

有源钳位是在 IGBT 的集电极和门极之间用瞬态抑制二极管（TVS 二极管）建立一个反馈通道。当 IGBT 的 VCE 尖峰电压超过一个击穿阈值时，TVS 串将打通，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 VCE 电压得到抑制。

2QP0535Txx-C 驱动器还具备了动态高级有源钳位 (DA²C) 功能，原理如下：

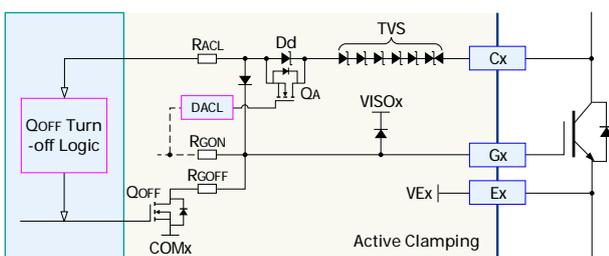


图 7 动态高级有源钳位电路图

有源钳位动作时，同时关闭驱动器的关断 MOSFET (QOFF)，达到提高有源钳位的效率并减少 TVS 二极管中的损耗的效果，此为高级有源钳位。

动态有源钳位【见图 7】，在 IGBT 关断过程中，通过开通和稳压管并联的开关管降低钳位电压，关断过程完成后，断开该开关管以确保 IGBT 正常工作时不会出现有源钳位动作，使其链路能承受最大的 DC 母线电压。这些 TVS 二极管在 IGBT 接通状态期间以及在关断信号后约 15~20μs 内短路 (QA 导通)，此时有源钳位动作阈值较低。在此延迟之后，这些额外的 TVS 二极管将被开路 (QA 截至)，此时有源钳位动作阈值较高，允许直流母线电压在 IGBT 关断期间提高到更高的值。这就是动态高级有源钳位功能 (DA²C)。

动态有源钳位时序图【见图 8】。

对驱动器的击穿阈值默认配置如表 1 所示。

表 1 有源钳位阈值表 (TA=25°C)

驱动型号	母线电压	动态阈值	静态阈值
2QP0535T17-C	1200V	1320V	1540V
2QP0535T23-C	1600V	1720V	2020V

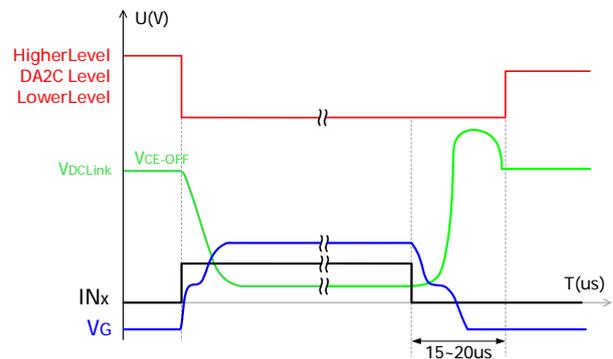


图 8 动态有源钳位时序图

IGBT 短路保护

驱动器的 IGBT 短路保护使用 VCE 检测电路【见图 9】，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 Qce 打开，使得 Vcedt 钳位在 COMx，比较器不动作。

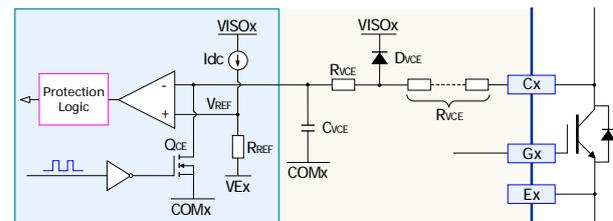


图 9 短路保护检测原理框图

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 QCE 关断, 释放 VCEDT 钳位状态。此时 IGBT 的 VCE 仍处于高水平, 将通过 R_{VCEX} 电阻串和 R_{AX} 电阻对 C_{AX} 电容进行充电, 使得 VCEDT 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 10】。由于 VCE-SAT 远低于保护触发值 VREF, 比较器不动作, 保护不启动。

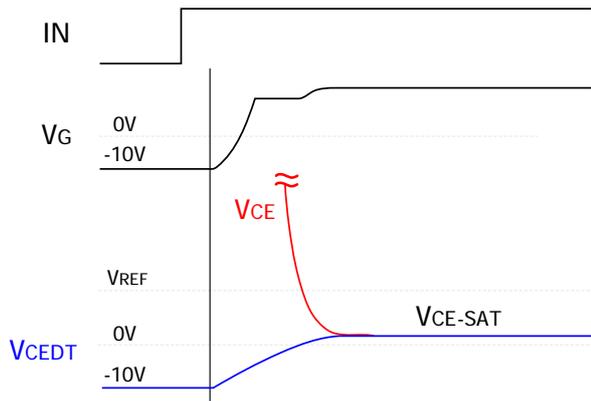


图 10 正常开通时 VCEDT 信号波形图

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 C_{AX} 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, 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 迅速软关断, 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, VCE 逐渐增加直至退饱和【见图 11】。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。

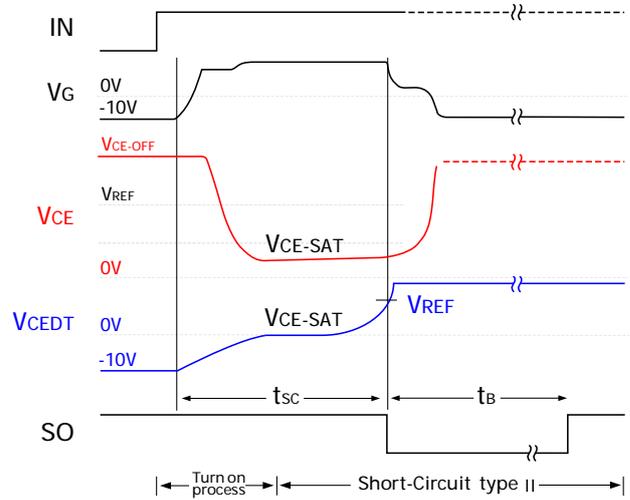


图 11 二类短路保护逻辑图

软关断功能

驱动器内置软关断功能, 当出现故障时, 通过对门极进行电压控制, 实现 IGBT 软关断, 保护 IGBT, 实现原理【见图 12】。

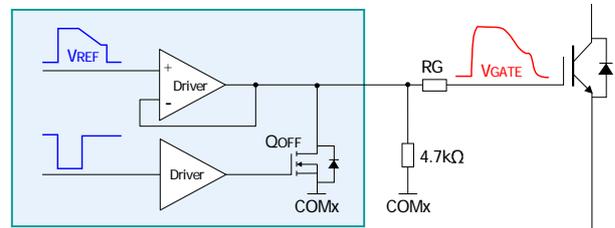


图 12 软关断示意图

驱动器内部一旦检测到故障信号(短路故障或者欠压故障), 驱动器会瞬速关闭开通 MOS, 同时保持关断 MOS 关闭状态, 门极依靠下拉电阻缓慢放电, 此时门极电压变化速率与门极电荷量相关。驱动器内部软关断控制逻辑控制门极逐步下降, 直到门极电压降到 0V, 门极切换到硬关断, 完全关断 IGBT。整个软关断过程持续约 2us。

State1 关断状态: IGBT 处于正常关断状态, 软关断控制单元不工作。

State2 开通状态: IGBT 处于正常开通状态, 软关断控制单元不工作。

State3 软关断阶段: 当发生故障时, 软关断控制单元控制 IGBT 门极电压缓慢下降, 实现软关断。

State4 软硬缓冲阶段: 门极电压下降到 0V 后, 会保持一段时间不变, 这段时间为软关断和硬关断之间的缓冲阶段。

State5 硬关断阶段：State4 以后，控制单元就认为 IGBT 已完成软关断过程，完全打开关断 MOS。

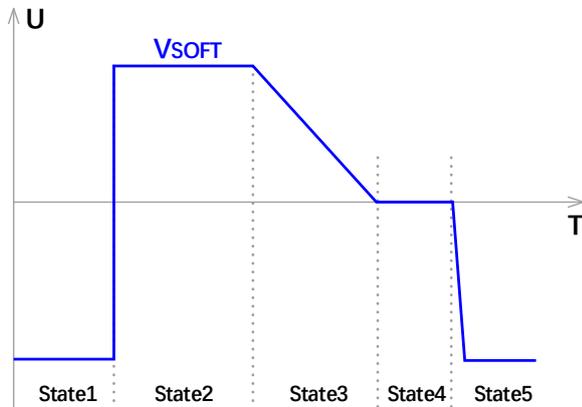


图 13 软关断步骤

保护输出信号

保护信号输出端 SOx 内部为漏极开路形式，内置 4.7kΩ 上拉电阻到 Vcc【见图 14】。正常情况下，Qso 截止，

SOx 输出端为高电平。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。

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。

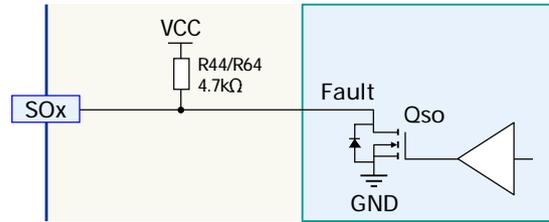
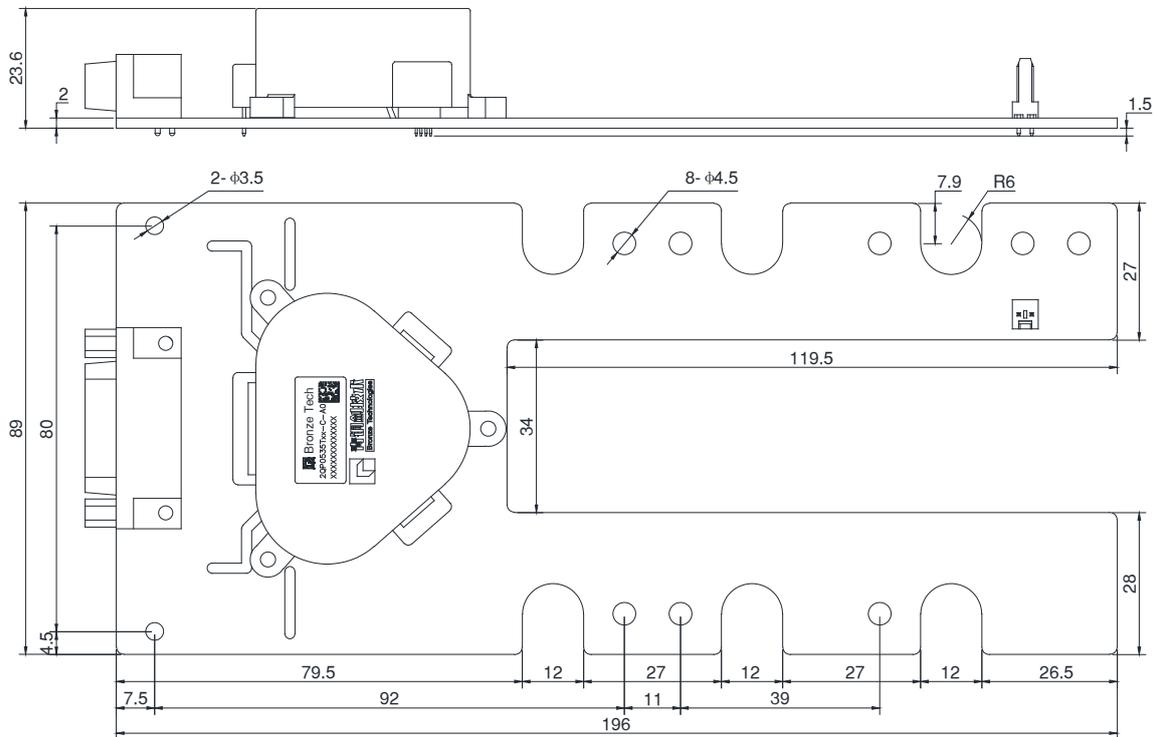


图 14 保护信号输出框图

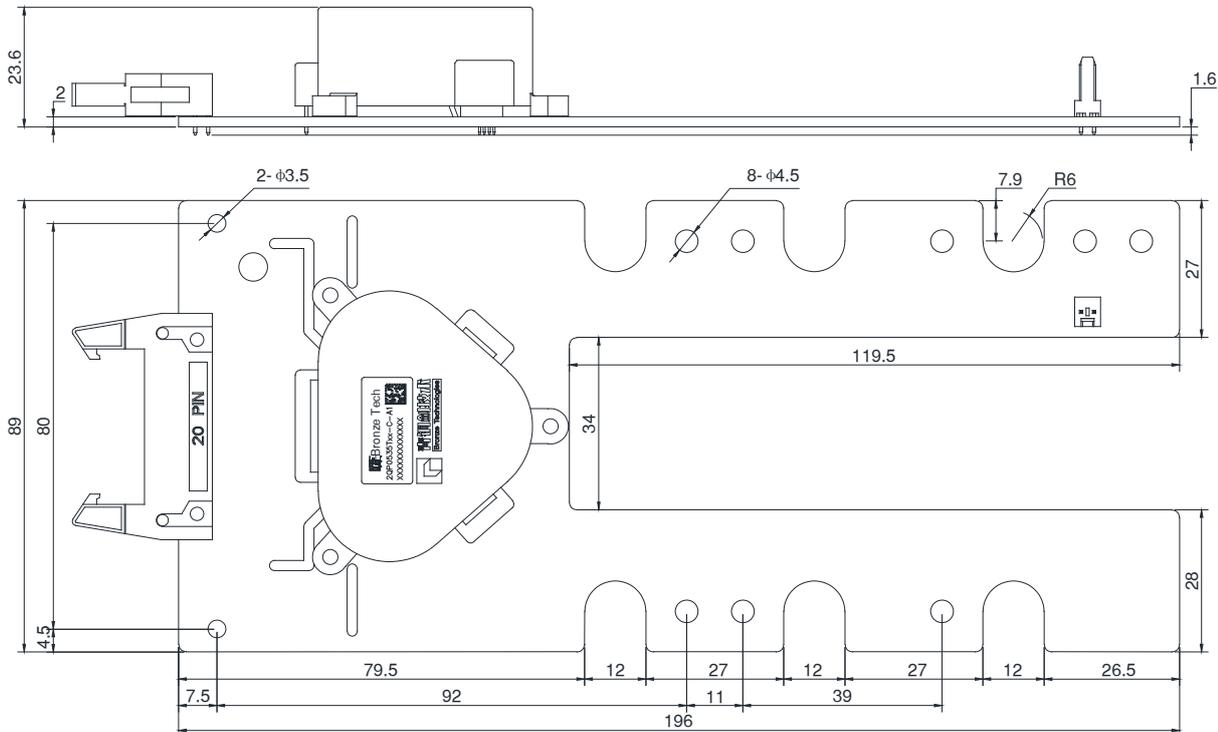
保护锁定时间

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。驱动器默认为 95ms。如果需要其他时间值，用户可咨询我们技术支持来进行设置。

机械结构图



2QP0535Txx-C-A0 机械尺寸图



2QP0535Txx-C-A1 机械尺寸图

版本说明

版本号	变更内容	修订日期
V1.0	新发布	29-Jan-2021
V1.1	内容优化	14-Dec-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。

