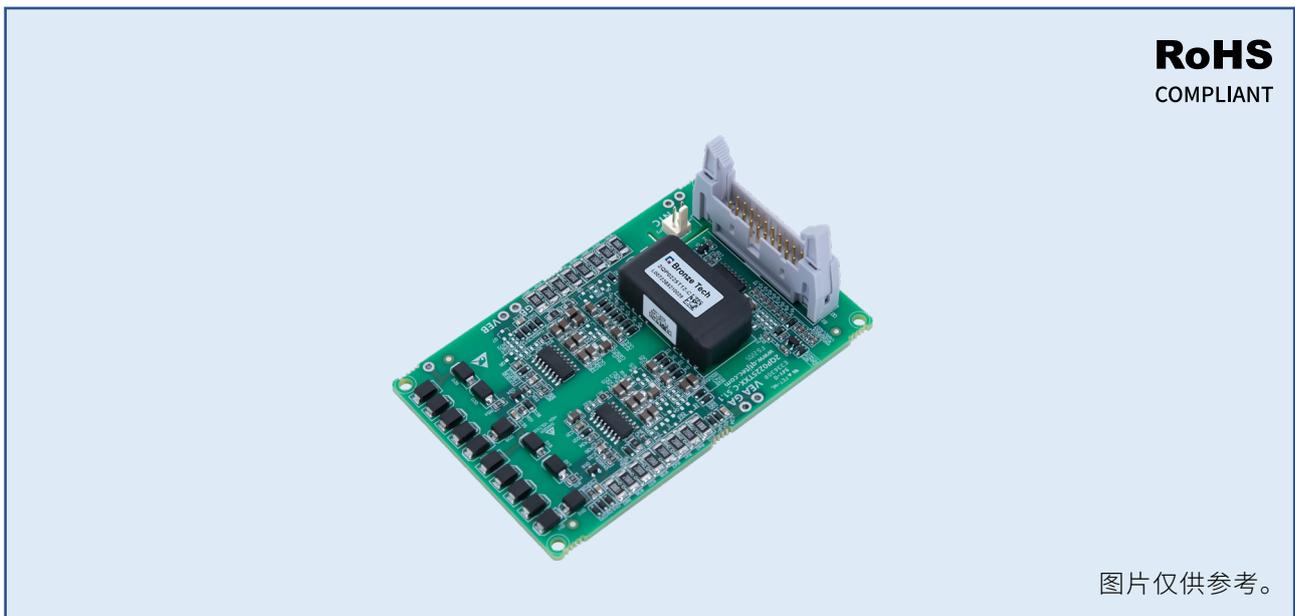


2QP0225Txx

描述与应用手册



描述

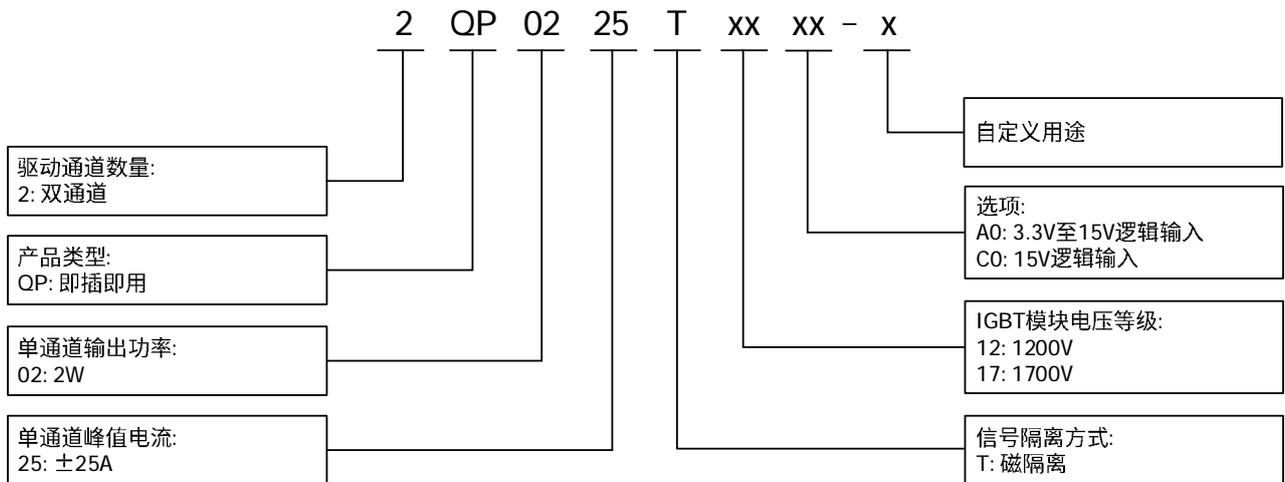
2QP0225Txx 是一款双通道紧凑型即插即用门极驱动器，基于青铜剑开发的第二代 ASIC 芯片组，用于高可靠性应用。

2QP0225Txx 适用于 1700V 及以下电压的 EconoDual 封装 IGBT 模块搭建的半桥拓扑，即插即用的功能使驱动板可直接焊接在 IGBT 模块上使用，无需转接处理。

目录

型号定义	3
原理框图	3
P1 端子推荐外部电路.....	4
IGBT 模块连接框图.....	5
端子定义	6
功能描述	7
电源及监控	7
信号输入	7
传输逻辑及模式选择	7
信号输出	8
保护锁定时间设置	8
IGBT 开通关断.....	8
有源钳位	9
IGBT 短路保护.....	9
软关断	10
机械尺寸	11
版本说明	12

型号定义



原理框图

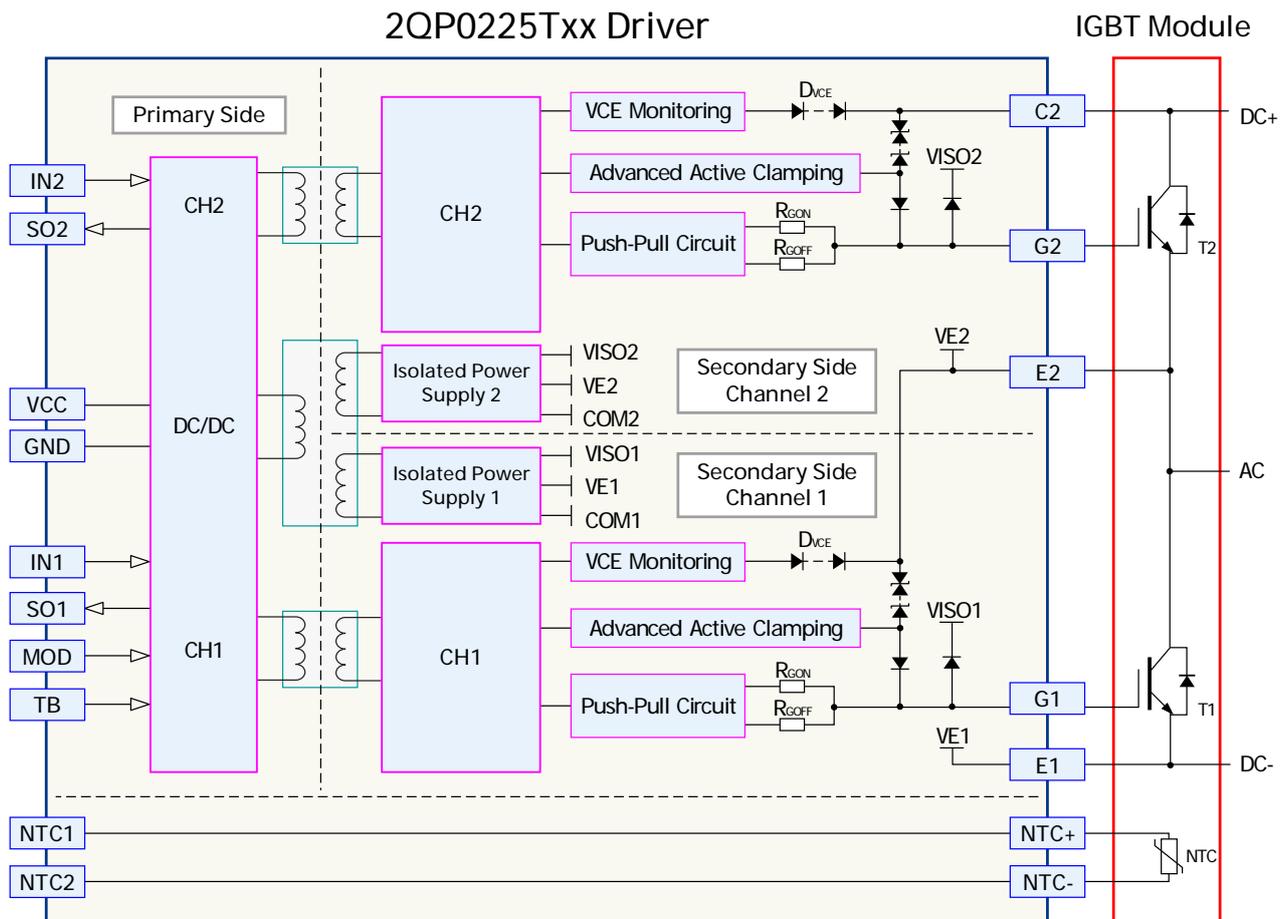


图 1. 2QP0225Txx 原理框图

P1 插座推荐外部电路

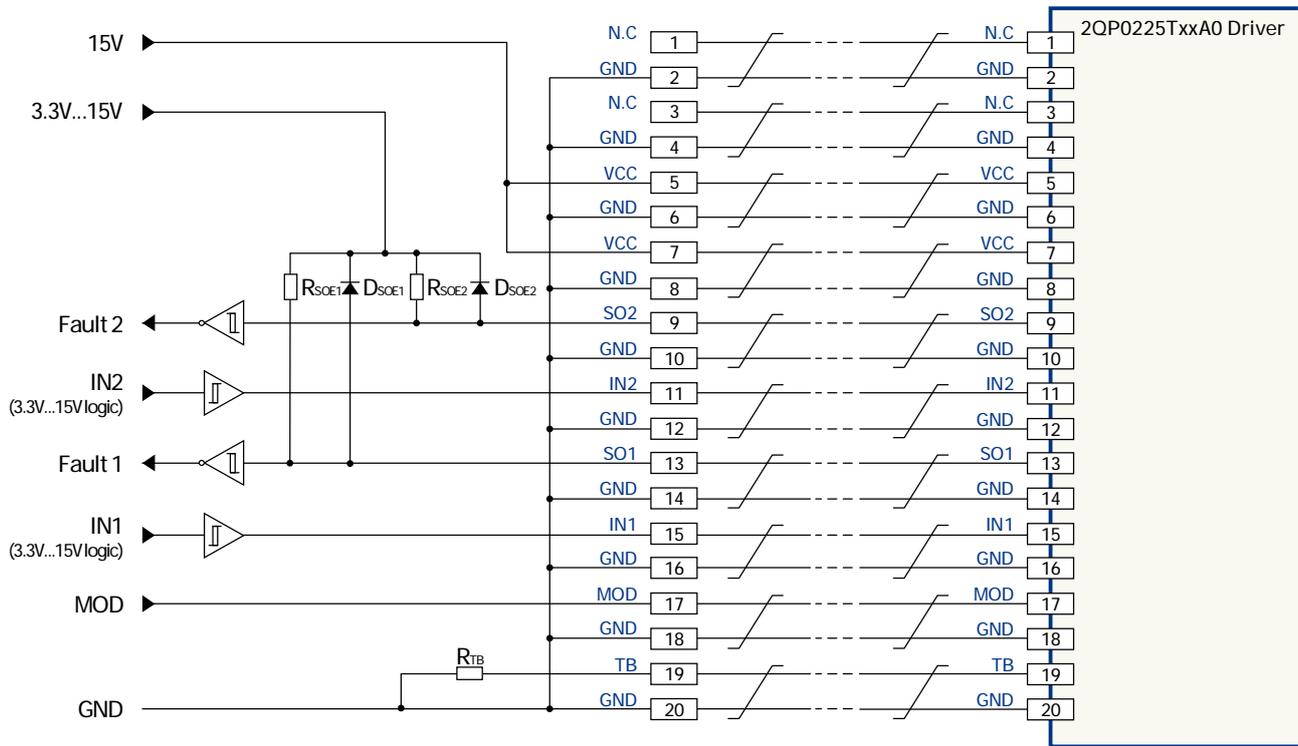


图 2. 2QP0225TxxA0 推荐外部电路

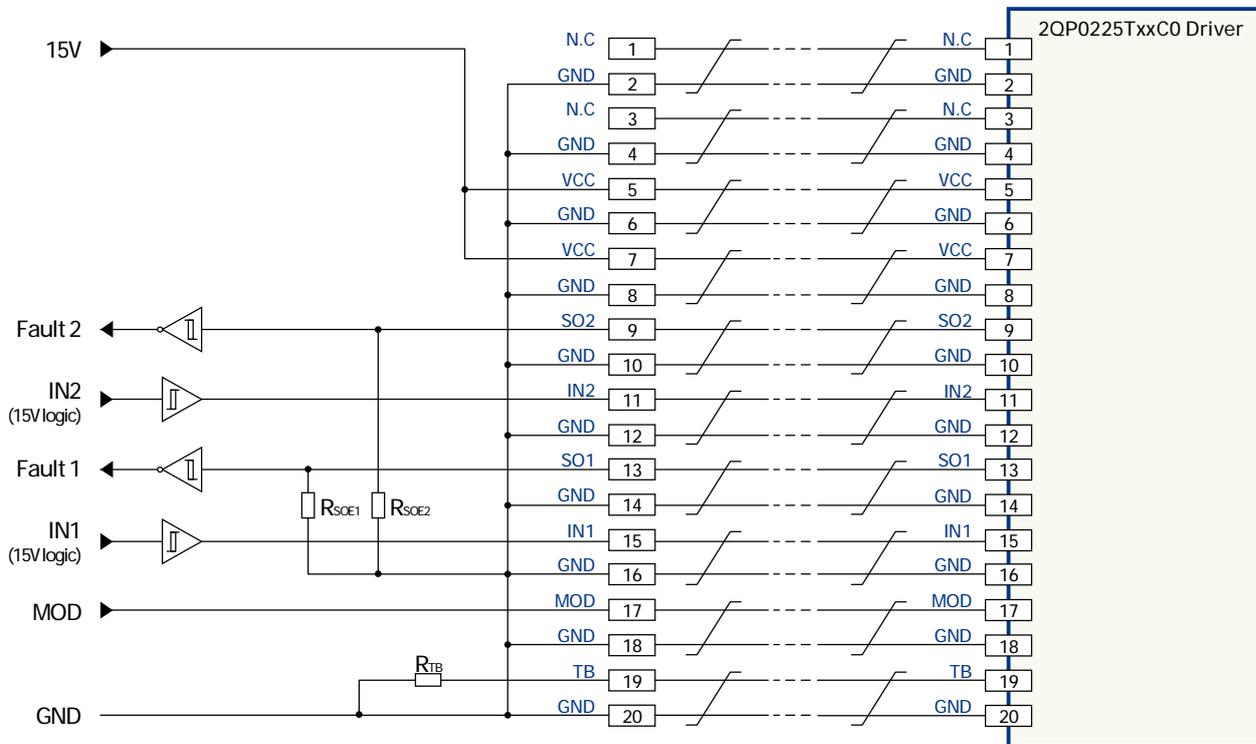


图 3. 2QP0225TxxC0 推荐外部电路

直接模式					半桥模式				
MOD 端子	输入		输出		MOD 端子	输入		输出	
	IN1	IN2	Gate1	Gate2		IN1	IN2	Gate1	Gate2
悬空或上拉至 VCC	1	1	1	1	对地短接	1	1	1	0
	0	1	0	1		0	1	0	1
	1	0	1	0		1	0	0	0
	0	0	0	0		0	0	0	0

IGBT 模块连接框图

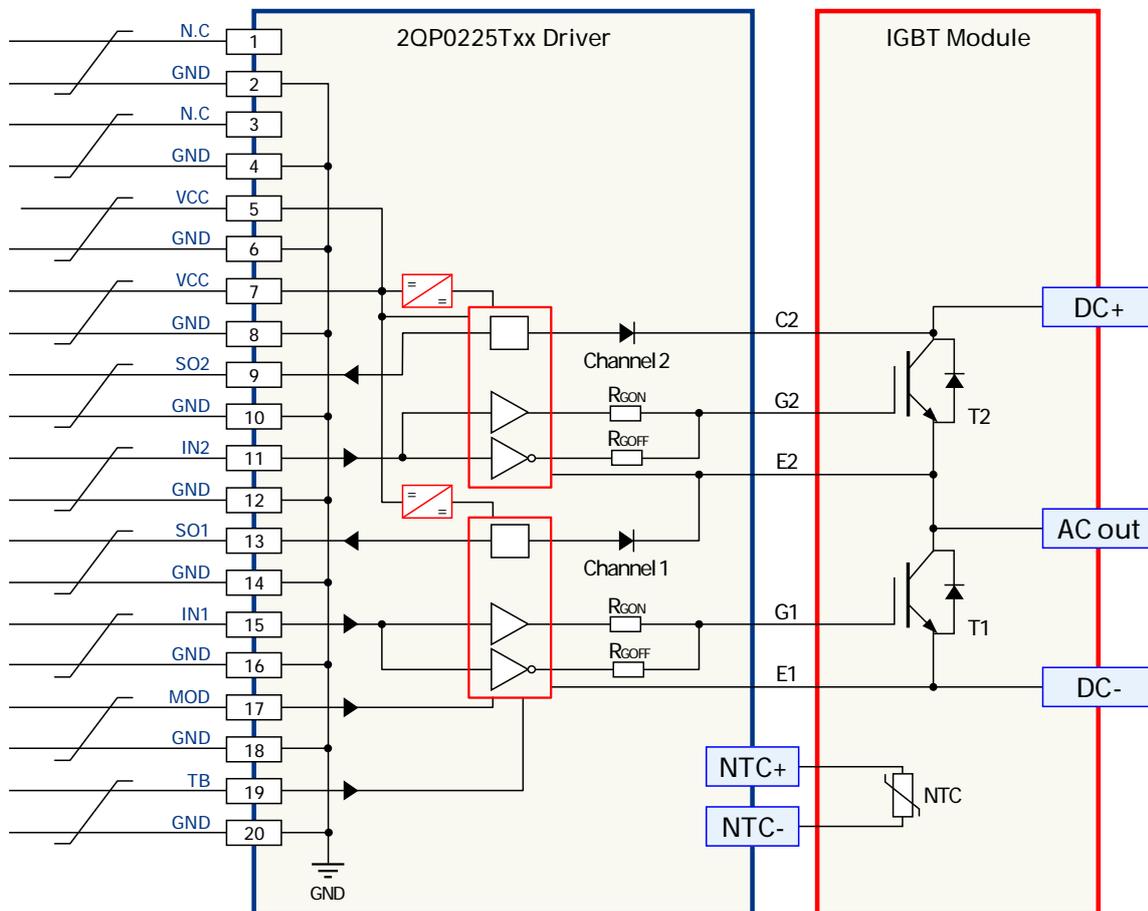


图 4. 2QP0225Txx 连接 IGBT 模块框图

端子定义

P1 插座 ¹⁾

序号	符号	说明	序号	符号	说明
1	N.C	悬空	2	GND	接地端
3	N.C	悬空	4	GND	接地端
5	VCC	15V 供电	6	GND	接地端
7	VCC	15V 供电	8	GND	接地端
9	SO2	通道 2 状态输出	10	GND	接地端
11	IN2	通道 2 控制输入	12	GND	接地端
13	SO1	通道 1 状态输出	14	GND	接地端
15	IN1	通道 1 控制输入	16	GND	接地端
17	MOD	模式选择 (直接 / 半桥)	18	GND	接地端
19	TB	锁定时间配置	20	GND	接地端

注：1) 默认板上装配有 20 针牛角插座，推荐与之对应的插头型号为 FCL 71600-020LF。

P2 插座 ¹⁾

序号	符号	说明
1	NTC1	模块 NTC 电阻端子 1
2	NTC2	模块 NTC 电阻端子 2

注：1) 默认板上装配有 2 针插座，推荐与之对应的插头型号为 Molex 0022012027。

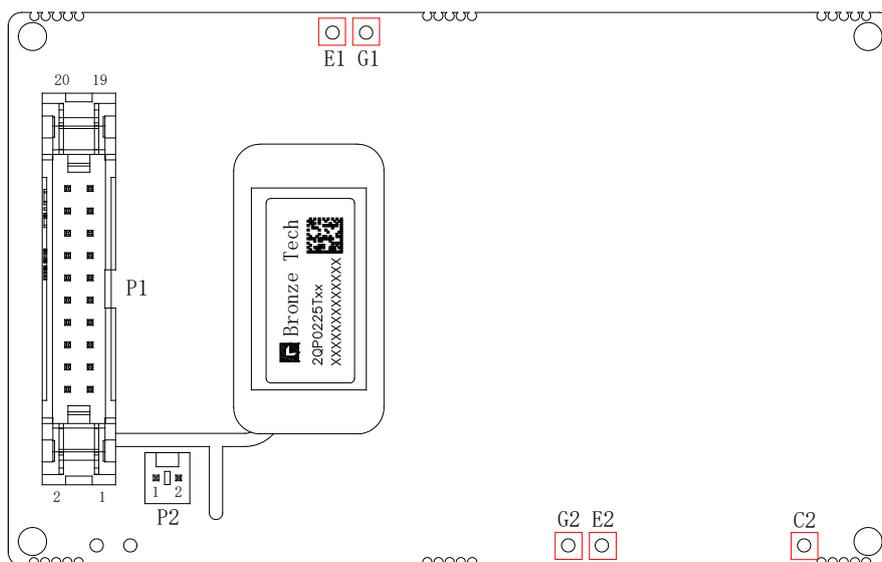


图 5. 2QP0225Txx 插座位置

功能描述

电源及监控

驱动器配有 DC/DC 为副边供电，同时为原边供电和副边驱动电路提供电气隔离。原边电源输入及副边两通道的电源输出各自配备欠压保护（UVLO）。

注：原边电源供电电压需稳定。

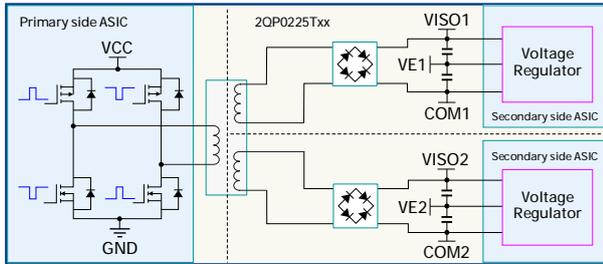


图 6. 供电电路

原边电源监控：

驱动器监测原边电源供电电压 V_{CC} 以实施欠压保护。当 V_{CC} 跌落至触发阈值 V_{CCUV+} ，欠压保护启动，副边两输出通道闭锁并将 IGBT 保持在关断状态。同时状态输出信号 SO1 和 SO2 置低。

当 V_{CC} 恢复至清除阈值 V_{CCUVR+} ，驱动器继续保持输出闭锁状态直到锁定时间 t_B 结束，之后恢复驱动输出并解除 SO1 和 SO2 下拉状态。

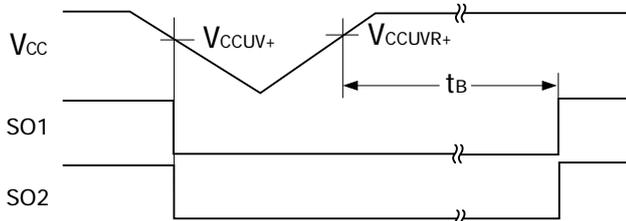


图 7. 原边欠压保护逻辑

副边电源监控：

驱动器同时监测副边电源以确保 IGBT 正常工作。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，为描述副边欠压保护机理，以副边全压 V_{CCO} (VISO 对 COM) 从额定值跌落至 0 的情况为例：

- 1) 驱动器首先将副边正压 $V+$ (VISO 对 VE) 维持在额定值，负压 $V-$ (COM 对 VE) 随 V_{CC} 下降并偏离额定值。
- 2) $V-$ 到达 $-5V$ 后维持恒定，如果 V_{CC} 继续跌落， $V+$ 开始下降。
- 3) 当 $V+$ 到达触发阈值 V_{UV+} ，欠压保护启动。驱动器闭锁输出并将 IGBT 保持在关断状态，同时副边向原边传送故障信号并立即置低相应通道的 SO_x 。
- 4) 注意副边欠压保护锁定时间 t_B 从故障发生开始计时，这一点与原边欠压保护从故障清除开始计时不同。

如果在 t_B 结束前发生新故障， t_B 从新故障时间点重新开始计时。

5) 如 V_{CC} 开始回升，驱动器首先恢复 $V+$ 。

6) 当 V_{CC} 到达恢复阈值 V_{UVR+} ，驱动器输出恢复正常工作。

7) 当 $V+$ 恢复到额定值，驱动器保持 $V+$ 恒定，并继续恢复 $V-$ 直至额定值。

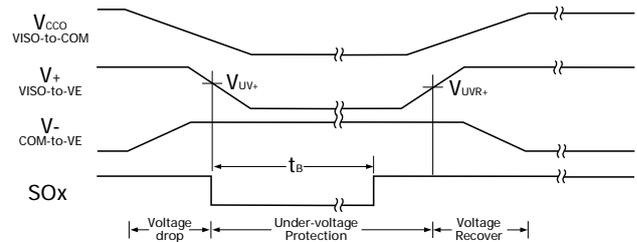


图 8. 副边欠压保护逻辑

信号输入

控制信号从 IN_x 端子输入。开通阈值 V_{INH} 和关断阈值 V_{INL} 通过电阻网络配置。

型号	R_{INx1}	R_{INx2}	R_{INx3}
2QP0225TxxA0-x	4.7kΩ	留空	1kΩ
2QP0225TxxC0-x	留空	1.2kΩ	3.3kΩ

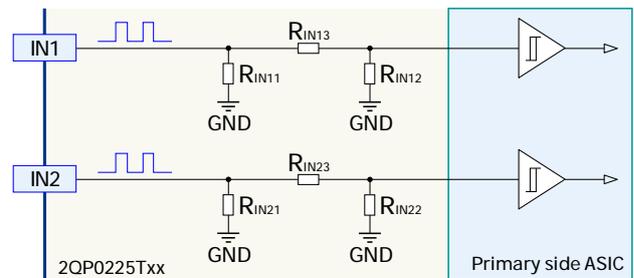


图 9. IN_x 输入电路

传输逻辑及模式选择

驱动器可通过 MOD 端子配置为“直接”或“半桥”模式。

直接模式：

将 MOD 端子悬空或连到 V_{CC} 以配置直接模式，此时两通道相互独立。IN1 对应输出通道 1，IN2 对应输出通道 2。输入高电平开通相应 IGBT，低电平则关断。

注：直接模式下需确保两通道输入信号间留有足够长的死区时间，以避免桥臂直通。

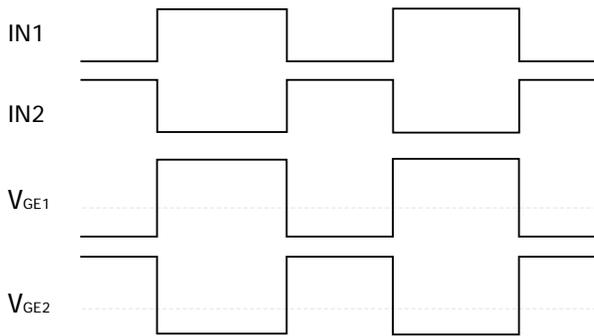


图 10. 直接模式传输逻辑

半桥模式:

将 MOD 端子对 GND 短接以配置半桥模式。此时 IN1 接收 PWM 信号, IN2 接收使能信号。

当 IN2 输入低电平, 两输出通道锁定在关断状态。当 IN2 输入高电平, 两输出通道解除锁定且由 IN1 决定。当 IN1 由低到高, 通道 2 立即关断, 经过死区 DT 后通道 1 开通。当 IN1 由高到低, 通道 1 立即关断, 经过死区 DT 后通道 2 开通。死区时间默认固定为 3us。

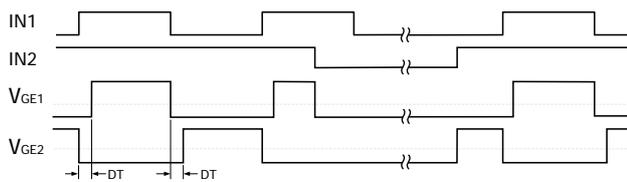


图 11. 半桥模式传输逻辑

信号输出

状态输出端子内置漏极开路 MOS 管。

产品型号	R _{SOx1}	R _{SOx2}
2QP0225TxxA0-x	33Ω	留空
2QP0225TxxC0-x	33Ω	10kΩ

2QP0225TxxA0-x:

如无故障, Q_{SOx} 保持关断, SO_x 输出高阻。故障状态下相应 SO_x 端子置低。

推荐在外部电路添加上拉电阻, 如图 12 所示。二极管 D_{SOEx} 只在使用 3.3V 逻辑电平时需要装配, 使用 5V 至 15V 电平时不需要。

注意在故障状态下, SO_x 管脚流入的电流不得超过 20mA。

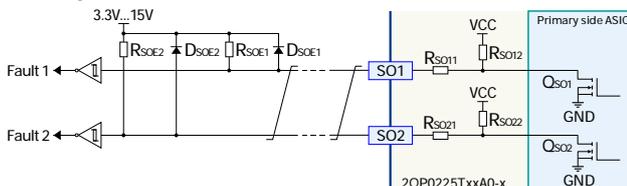


图 12. SO_x 外部接口电路 2QP0225TxxA0-x

2QP0225TxxC0-x:

如无故障, Q_{SOx} 保持关断, SO_x 输出通过驱动器内置电阻拉高至 VCC。故障状态下 SO_x 置低。推荐在外部电路添加下拉电阻 R_{SOEx}, 如图 13 所示, 用于检测 SO_x 端子虚接故障 (例如排线损坏)。注意 R_{SOEx} 和驱动器内置的上拉电阻 (默认 10kΩ) 组成分压网络, 需保证 R_{SOEx} 阻值足够高 (如 150kΩ)。

可以短接 SO1 和 SO2 以同时提供两通道的故障信息, 但原则上推荐独立处理两路状态信号, 以精确快速定位故障来源。

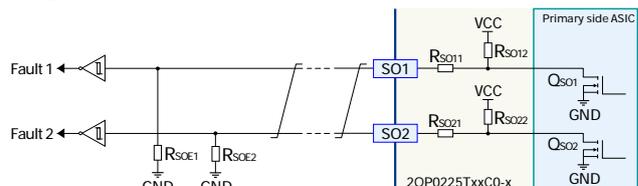


图 13. SO_x 外部接口电路 2QP0225TxxC0-x

保护锁定时间设置

保护锁定时间 t_B 可通过 TB 端子连接对 GND 电阻 R_{TB} 配置, 以下公式定义 t_B 和 R_{TB} 阻值的关系:

$$R_{TB}[\text{ms}] = \frac{8250 + 150 \cdot t_B[\text{ms}]}{95 - t_B[\text{ms}]}$$

$$(R_{TB} \geq 150\text{k}\Omega, 20\text{ms} \leq t_B \leq 95\text{ms})$$

当 R_{TB} 为 150kΩ, t_B 为 20ms。当 TB 端子悬空, t_B 为 95ms。

注: R_{TB} 不应低于 150kΩ, 即锁定时间 t_B 不可低于 20ms, 否则 t_B 数值会失稳。如 TB 端子对 GND 短接, t_B 为 10us。

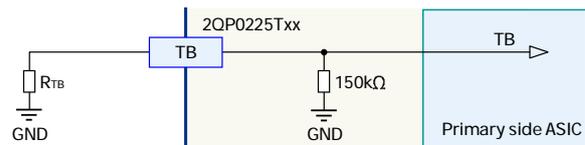


图 14. 锁定时间设置

IGBT开通关断

开通 IGBT 时, 原边芯片内 Q_{ON} 开通, Q_{OFF} 关断。门极经开通电阻 R_{GON} 上拉至副边电源正压, IGBT 开通。

关断 IGBT 时, 原边芯片内 Q_{OFF} 开通, Q_{ON} 关断。门极经关断电阻 R_{GOFF} 下拉至副边电源负压, IGBT 关断。

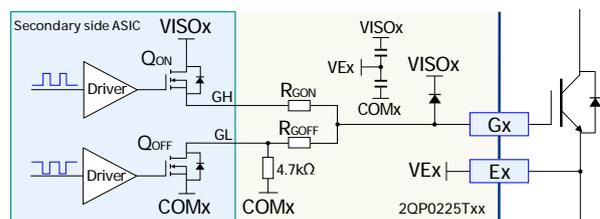


图 15. 门极驱动电路

有源钳位

快速关断 IGBT 会引起过压尖峰，数值随直流母线电压和负载电流升高而加大。过压尖峰主要由电路杂散电感 L_S 和 IGBT 电流变化率 di/dt 引起，会损坏 IGBT。虽然通过调整关断电阻 R_{GOFF} 减小 di/dt 可以缓解电压尖峰，但 L_S 的影响不可避免，尤其在短路或过载的高电流下。为此驱动器配备了有源钳位以保护 IGBT。

在 IGBT 集电极与门极之间用瞬态抑制 (TVS) 二极管构成反馈回路，同时连接芯片内部电路。当 V_{CE} 超过击穿阈值，TVS 开通，流经 TVS 的电流为 IGBT 门极充电，使 IGBT 部分导通从而抑制过压尖峰。TVS 串击穿阈值定义为当漏电流达 1mA 时的电压值。

型号	IGBT 电压等级	TVS 串击穿阈值 @25°C
2QP0225T12xx	1200V	1020V
2QP0225T17xx	1700V	1560V

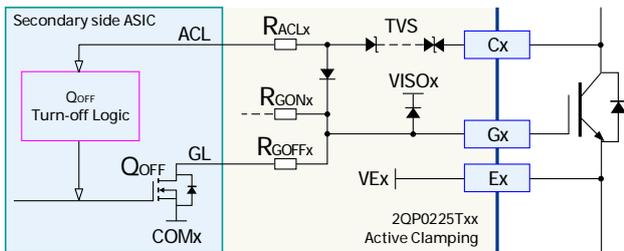


图 16. 有源钳位电路

IGBT 短路保护

V_{CE} 监测电路用于 IGBT 短路保护。两通道相互独立，保护动作只在 IGBT 开通时有效。IGBT 关断状态下， Q_{CEX} 开通使 V_{CEDTX} 钳位到 $COMx$ ，比较器输出低电平，保护不动作。

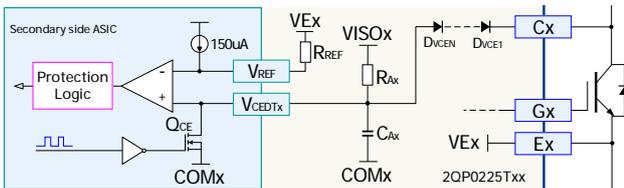


图 17. 短路保护电路

正常开通:

当驱动器通过输入信号 INx 开通 IGBT 时， Q_{CE} 首先关断并释放 V_{CEDTX} 的钳位状态。此瞬间 IGBT 仍处于关断状态且 V_{CE} 处于高位。电容 C_{Ax} 经电阻 R_{Ax} 充电， V_{CEDTX} 上升。之后 IGBT 开通， V_{CE} 快速下降至饱和压降 V_{CE-SAT} ，之后 V_{CEDTX} 上升至 V_{CE-SAT} 。由于 V_{CE-SAT} 显著低于保护阈值 V_{REF} ，比较器仍然输出低电平，保护不动作。

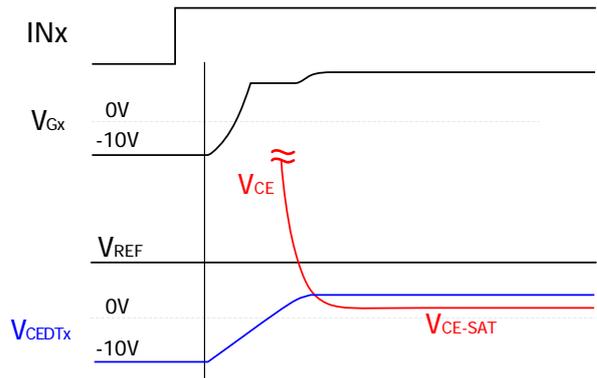


图 18. 正常开通短路监测信号波形

I 类短路保护:

发生 I 类短路时 (例如桥臂直通)，短路电流极速上升，IGBT 快速退饱和且 V_{CE} 回到高位。电容 C_{Ax} 充电， V_{CEDTX} 上升直至钳位在 $VISOx$ 。在此期间， V_{CEDTX} 超过 V_{REF} ，比较器翻转并触发短路保护。

保护逻辑立即关断 IGBT 以确保安全。同时故障信号从副边传送到原边， SOx 输出置低以向外部电路发出警告。驱动输出在锁定时间 t_B 结束后恢复正常工作。

两通道的保护电路相互独立，如只有一路通道保护启动，另一通道仍会正常工作。外部电路需要及时检测 SOx 信号以在系统层面采取闭锁措施。

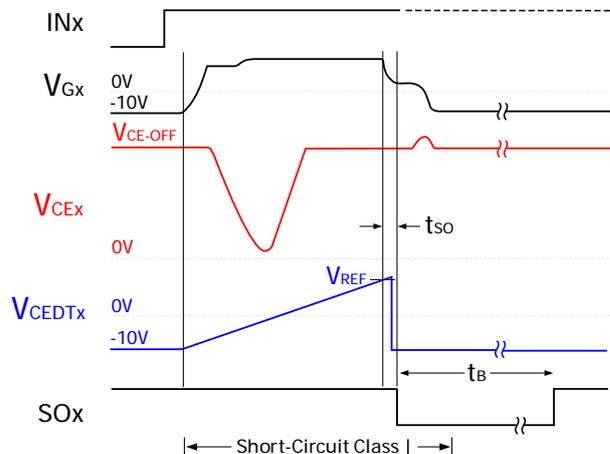


图 19. I 类短路监测信号波形

II 类短路保护:

发生 II 类短路时 (例如相间短路)，由于回路阻抗较大，电流上升相较 I 类短路缓慢。IGBT 暂时进入饱和状态，但随后短路电流继续增加， V_{CE} 升高直至退饱和，直到 V_{CEDTX} 超过保护阈值，短路保护启动。II 类短路状况下的保护响应时间长于 I 类短路。

如果桥臂直通的 I 类短路在低母线电压情况下发生，短路电流较小，响应时间长，动态与 II 类短路类似。

注：由于 II 类短路发生时回路阻抗数值随机性较大，IGBT 退饱和的时刻不确定性大。因此在 V_{CEDTx} 到达保护阈值前，IGBT 可能已经由于积聚的热量损坏。此情况下驱动器的短路保护功能无法确保 IGBT 免于损坏，系统需要辅以其他手段以确保 IGBT 安全。

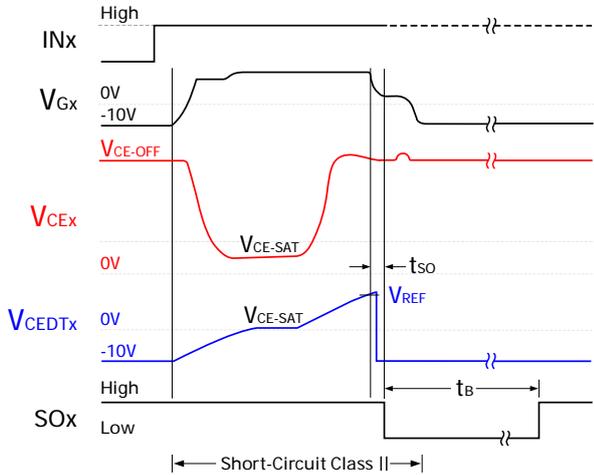


图 20. II 类短路监测信号波形

软关断

由于线路存在杂散电感，关断 IGBT 短路电流时会产生过压尖峰。为了在短路保护关断 IGBT 时抑制过压尖

峰，同时又不影响正常工况关断速度，驱动器配备了软关断功能。

副边芯片集成了软关断功能，在检测到故障时才启用。原理如下：

1) 当驱动器检测到故障（短路或欠压）， Q_{ON} 立即关断， Q_{OFF} 保持关断状态，此时 IGBT 门极电压不变。

2) 内部产生的参考电压 V_{REF_SSD} 以预定义的斜率下降，如门极电压不变， V_{GH} 与 V_{REF_SSD} 之间产生误差，迟滞比较器输出高电平。

3) 迟滞比较器开通 Q_{OFF} ，门极电压和 V_{GH} 同步下降。如果 V_{GH} 下降过快并低于 V_{REF_SSD} ， Q_{OFF} 关断直到 V_{REF_SSD} 再次低于 V_{GH} ，如此往复。

4) 由此门极电压跟随 V_{REF_SSD} 下降以实现软关断。

软关断时间为 $2.0\mu s$ 。当门极电压降为 0V 后， Q_{OFF} 保持开通状态从而将 V_{GL} 下拉至 $COMx$ 。

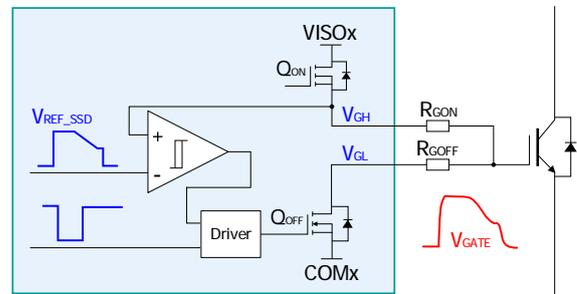


图 21. 软关断

机械尺寸

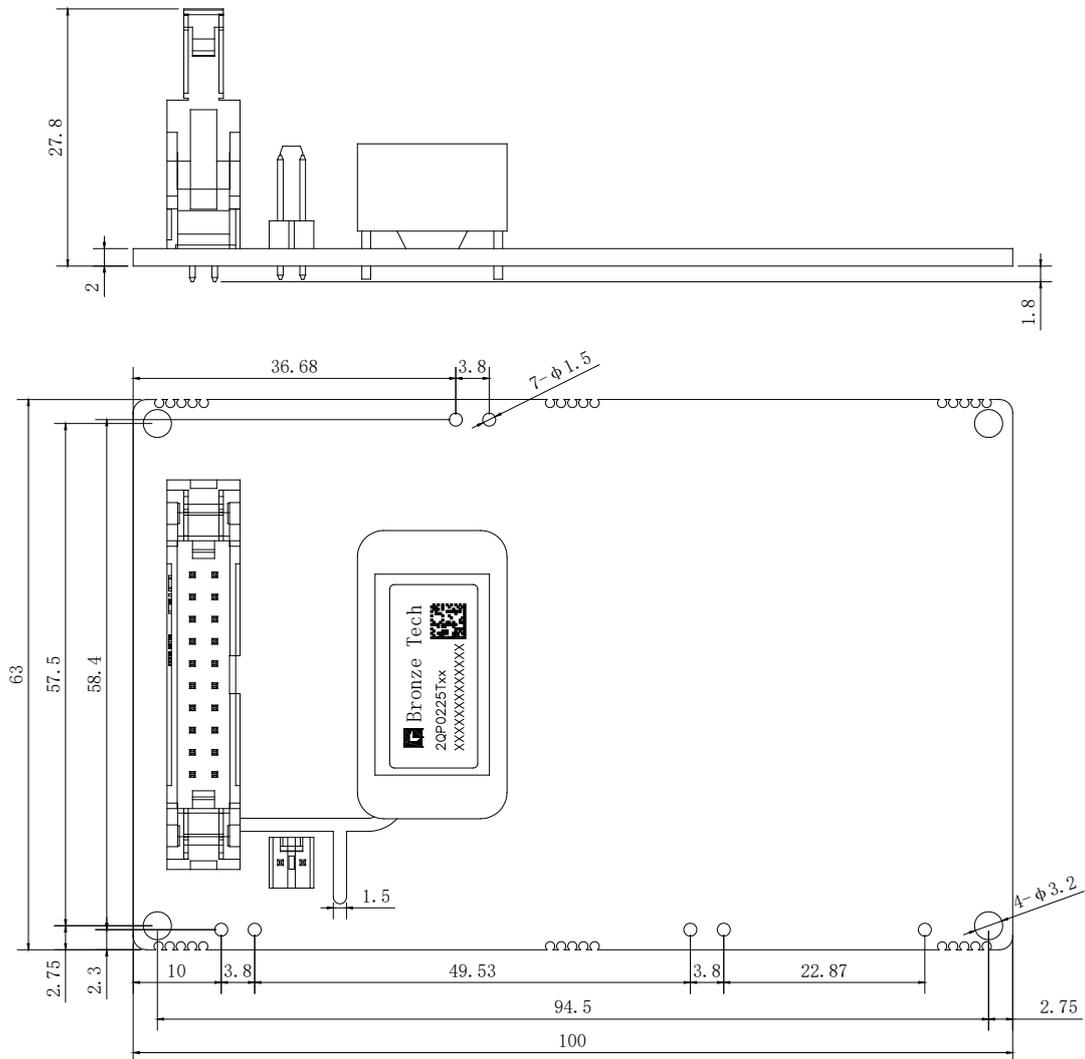


图 22. 2QP0225Txx 机械结构图

- 注：1) 单位：mm。
2) 公差符合 ISO 2768-1 标准，f 等级。
3) PCB 板厚公差为 ±10%。

版本说明

版本号	变更内容	修订日期
V1.0	新发布	2023-10-10
V1.1	更新有源钳位描述及 TVS 值、更新产品型号定义图	2024-05-30
V1.1.1	优化机械尺寸注释	2024-12-28

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，青铜剑技术不承担任何责任，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

官网：www.qtjtec.com

技术电话：+86 0755 33379866

技术邮箱：support@qtjtec.com



微信公众号