

## 2QP0115Txx-C 驱动器



### 特征

- 2 通道 IGBT 驱动器
- 功率器件最高电压 1700V
- 电源电压输入 15V
- 单通道驱动功率 1W，峰值电流  $\pm 15A$
- 适配 EconoDual™3 封装 IGBT 模块
- 集成隔离 DC/DC 电源
- 集成原边 / 副边电源欠压保护
- 直接 / 半桥模式选择
- 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	1W
$I_G$ , MAX	$\pm 15A$
$f_s$ , MAX	50kHz
$T_A$	-40°C ~85°C
绝缘耐压	6000Vac

### 描述

2QP0115Txx-C 系列 IGBT 驱动器是基于青铜剑自主开发的 ASIC 芯片组设计而成的 2 通道、中功率、紧凑型、高可靠性驱动器，针对中功率、高可靠性的应用领域而设计。

2QP0115Txx-C 系列 IGBT 驱动器适用于 1700V 以内 EconoDual™3 封装的 IGBT 模块的二电平拓扑。即插即用的功能使驱动板可直接焊接在 IGBT 上使用，无需转接处理。

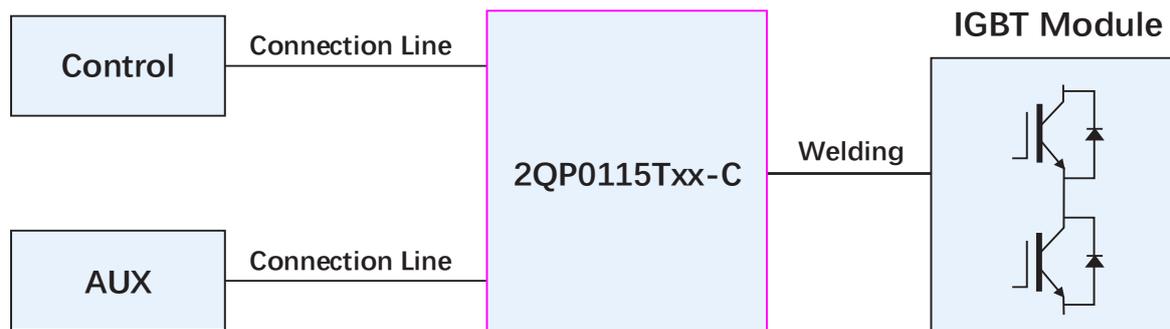
### 典型应用

- SVG
- APF
- UPS
- 储能变流器
- 风电变流器

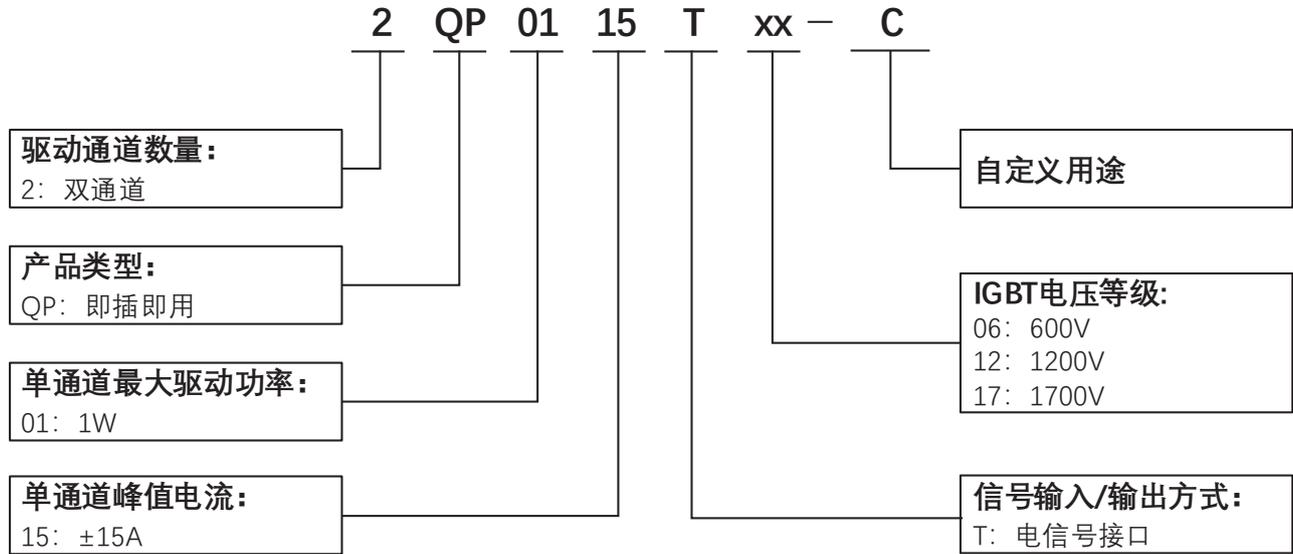
### 机械尺寸

机械尺寸图：参见第 14 页

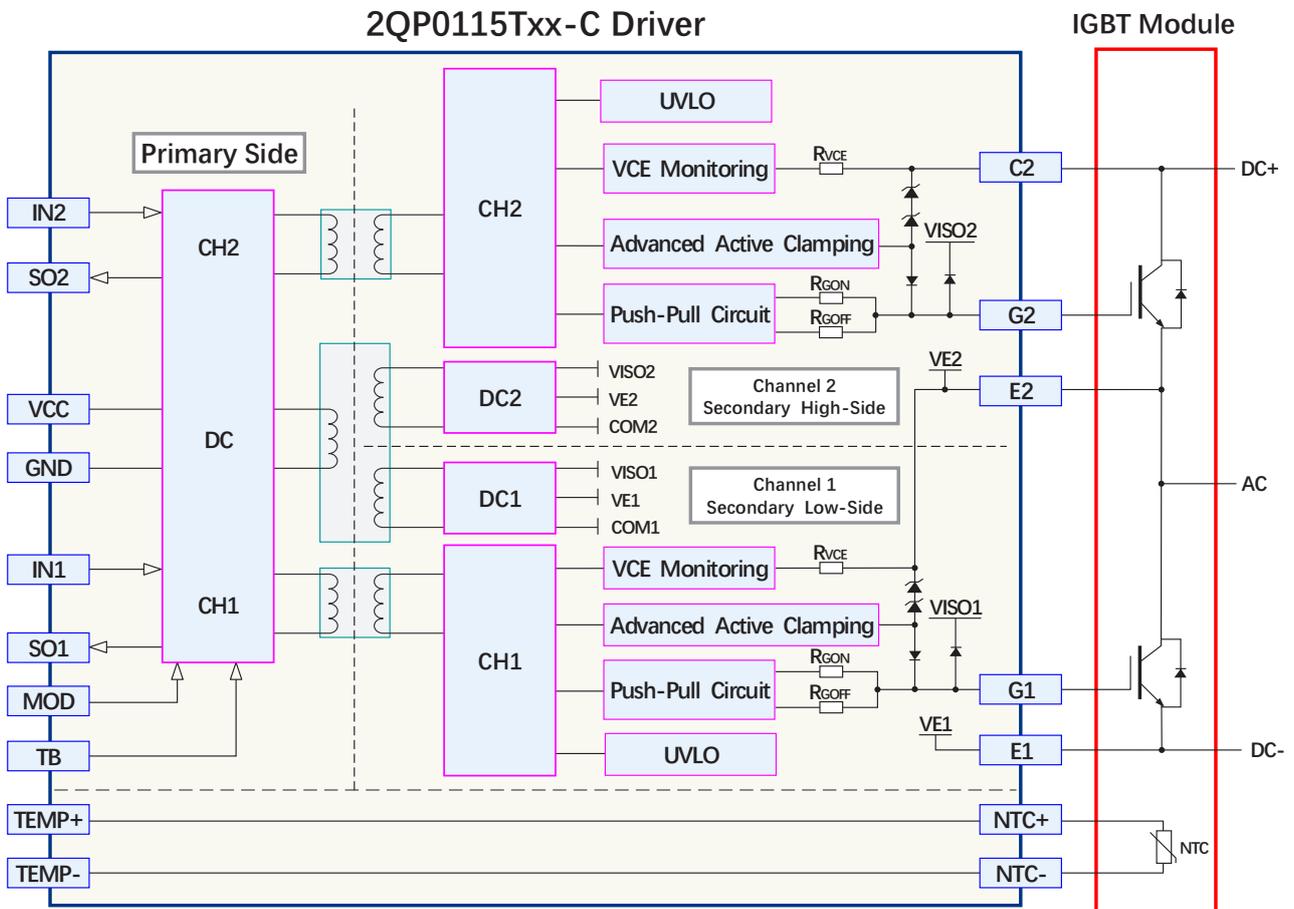
### 连接图



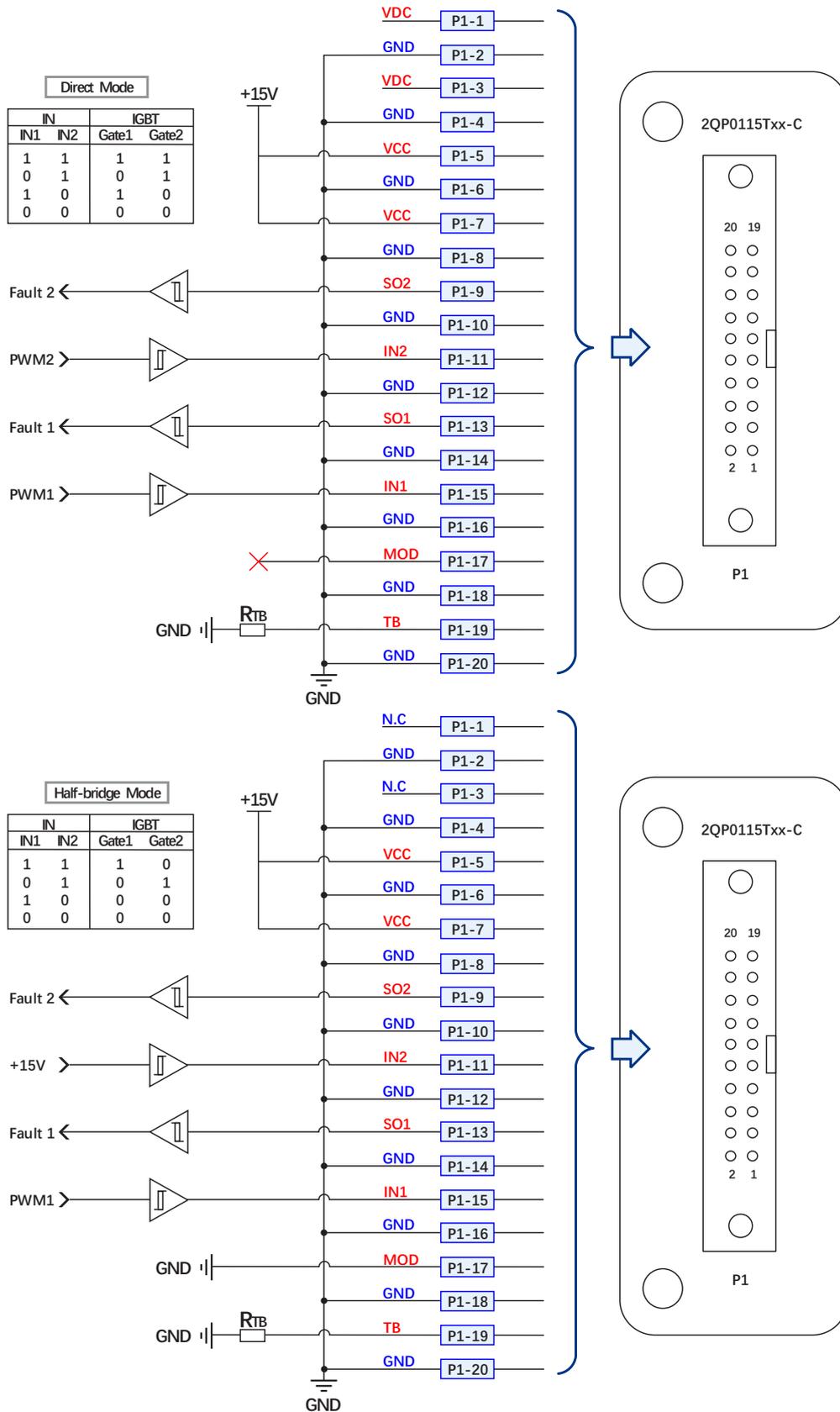
## 型号定义



## 原理框图



典型接线图



## 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	IN2	2 通道 (上管) 触发信号输入 <sup>2)</sup>
2	GND	信号 / 功率地	12	GND	信号 / 功率地
3	N.C	不使用	13	SO1	1 通道 (下管) 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 +	15	IN1	1 通道 (下管) 触发信号输入 <sup>1)</sup>
6	GND	信号 / 功率地	16	GND	信号 / 功率地
7	VCC	供电电源输入 +	17	MOD	模式选择 <sup>3)</sup>
8	GND	信号 / 功率地	18	GND	信号 / 功率地
9	SO2	2 通道 (上管) 故障信号输出	19	TB	保护闭锁时间设置 <sup>4)</sup>
10	GND	信号 / 功率地	20	GND	信号 / 功率地

注: 默认配置接口 20pin 牛角接头, 型号为: 230-010-820-209, 品牌: 正凌。

- 1) IN1 信号在直接模式时, 为 1 通道触发信号, 高电平开通; 半桥模式时为唯一触发信号, 高电平 1 通道开通、2 通道关断。
- 2) IN2 信号在直接模式时, 为 2 通道触发信号, 高电平开通; 半桥模式时为使能信号, 高电平两通道使能, 低电平两通道均关断。
- 3) 模式选择管脚用于选择驱动器的运行模式。当高电平 / 悬空时为直接模式; 低电平 / 接地时为半桥模式。
- 4) 可以通过在 TB 管脚与 GND 间连接一个电阻, 进行保护闭锁时间的设置。

## P2 端子接口定义

管脚	符号	说明
1	TEMP+	NTC 采样输出 +
2	TEMP-	NTC 采样输出 -

注: 1) 此端子直接连接 IGBT 模块的 NTC 电阻引针, 内部无电路。

- 2) 默认不焊接, 如需焊接请先提特殊需求。

## 参数

### 绝对限值

参数		MIN	MAX	UNIT
VCC to GND		14.5	15.5	V
IN1, IN2, SO1, SO2 to GND		0	15	V
供电电源		14.5	15.5	V
门极驱动功率 <sup>1)</sup>			1	W
门极驱动电流		-15	15	A
母线电压 <sup>2)</sup>	2QP0115T06-C		400	V
	2QP0115T12-C		800	V
	2QP0115T17-C		1200	V
供电电源最大电流 <sup>3)</sup>			300	mA
最大开关频率			50	kHz
原 / 副边绝缘电压			6000	V
运行温度 T <sub>A</sub>		-40	85	°C
存储温度 T <sub>S</sub>		-40	85	°C
湿度 <sup>4)</sup>			95	%
海拔高度 <sup>5)</sup>			3000	m
注：1) 在 T <sub>A</sub> 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。 3) 驱动板额定工况的最大值。 4) 不允许出现凝露现象。 5) 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
转换效率 <sup>1)</sup>	$V_{CC}=15\text{V}$		80		%
静态电流 $I_{BDQ}$ <sup>2)</sup>	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=0\text{kHz}$		30		mA
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=3\text{kHz}$		40		mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，100nF 负载， $f_{SW}=3\text{kHz}$ ，50% 占空比		70		mA
副边全压 $V_{CCO}$ <sup>3)</sup>	VISO to COM		25		V
副边正压 $V+$	VISO to VE		15		V
副边负压 $V-$	COM to VE		-10		V
注：1) 驱动器内部隔离变压器转换效率。 2) 当只接 +15V 电源、无信号输入且空载情况下测得的输入电流，即为静态电流。 3) 副边全压 / 正压 / 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 $V_{IN}$ <sup>1)</sup>	电压限值	$V_{CC}=15\text{V}$		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 $V_{MOD}$ <sup>2)</sup>	直接模式	$V_{CC}=15\text{V}$ ，MOD 端接 $V_{CC}$ ，或者悬空	15		V
	半桥模式	$V_{CC}=15\text{V}$ ，MOD 端接 GND	0		V
$t_B$ 保护延时电阻 <sup>3)</sup>	外部电阻 $R_{TB}$	$V_{CC}=15\text{V}$	135		k $\Omega$
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	$V_{CC}=15\text{V}$			15	A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$	-15			A
SO 输出电压 $V_{SO}^{1)}$	正常状态	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{SO}=10\text{k}\Omega$		15		V
	保护状态	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{SO}=10\text{k}\Omega$			0.7	V
SO 端电流 $I_{SO}$		$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{SO}=10\text{k}\Omega$		10		mA

注：1) 输出端 SO 为 OC 门输出，内部通过 10kΩ 电阻上拉至 VCC（详见功能描述“保护输出信号 SOx 的输出”）。

## 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 <sup>1)</sup>	触发 $V_{CCUV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{CC}-\text{GND}$	11.7	12.1	12.5	V
	恢复 $V_{CCUVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{CC}-\text{GND}$	12.5	12.9	13.3	V
副边正压欠压保护阈值电压	触发 $V_{UV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{ISO}-\text{VE}$	11.6	12.0	12.4	V
	恢复 $V_{UVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{ISO}-\text{VE}$	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 $V_{REF}$		$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{REF}=68\text{k}\Omega$		10.2		V
短路保护响应时间 $t_{sc}^{2)}$		$U_{BUS}>300\text{V}$		6.0		us
软关断时间 $t_{SOFT}$		Vgon connecting to 0V, 100nF 负载		500		ns
保护锁定时间 $t_B$		TB 引脚悬空		99		ms
短路保护传输延时时间 $t_{SO}^{3)}$		$V_{CC}=15\text{V}$ ，副边短路保护动作到输出故障		200		ns

注：1) 欠压保护时序图参见图 6。  
2) 采用串电阻检测方式。  
3) 副边保护动作开始到原边 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 <sup>1)</sup>	开通延时 $t_{ON}$	$V_{CC}=15\text{V}$		180		ns
	关断延时 $t_{OFF}$	$V_{CC}=15\text{V}$		190		ns
输出信号上升时间 $t_r$		$R_{GON}=2.5\Omega$ , $C_{GE}=100\text{nF}$		900		ns
输出信号下降时间 $t_f$		$R_{GOFF}=2.5\Omega$ , $C_{GE}=100\text{nF}$		1100		ns
死区时间 $DT^{2)}$		半桥模式	2.8	3	3.2	us

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%，关断传输延时为下降输入信号沿 10% 到门极信号下降沿 10%。  
 2) 客户端可使用直接模式，并在控制端进行死区时间设置。

## 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 <sup>1)</sup>		6000	V
原边 - 副边 <sup>2)</sup>	隔离等效电容	17	pF
	电气间隙	13	mm
	爬电距离	13	mm
副边 - 副边	隔离等效电容	24	pF
	电气间隙	6.5	mm
	爬电距离	6.5	mm
ESD 静电防护 <sup>3)</sup>	接触放电	$\pm 4$	kV
	空气放电	$\pm 8$	kV

注：1) 测试条件为 6000V, 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。

特性和曲线

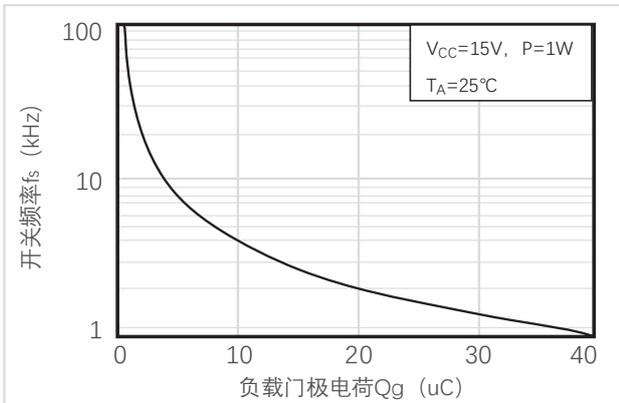


图1 负载门极电荷vs开关频率

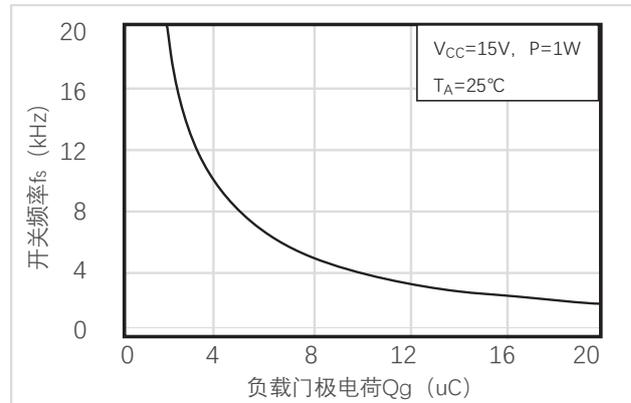


图2 负载门极电荷vs开关频率

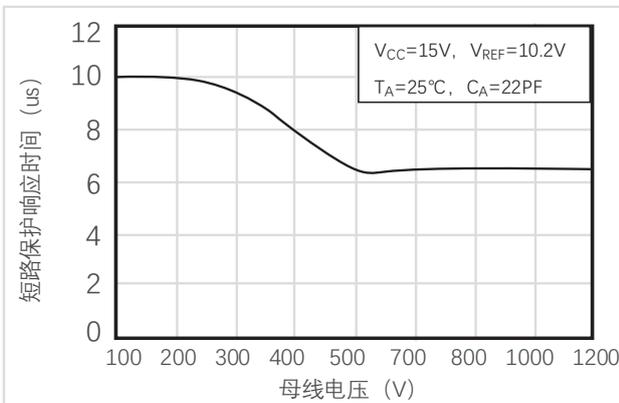


图3 短路保护响应时间vs母线电压

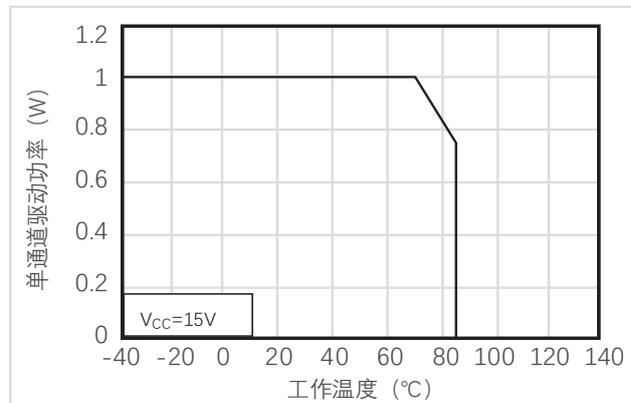


图4 驱动功率vs工作温度

## 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）。

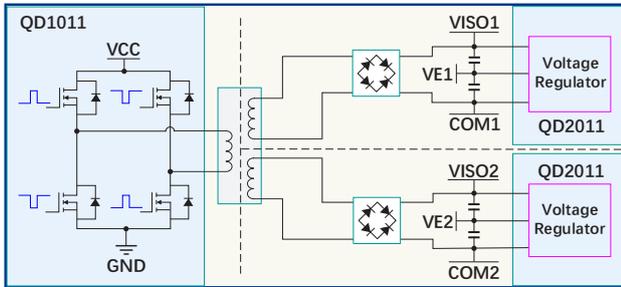


图 5 电源原理框图

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。

注意，驱动器需要稳定的供电电压！

### 原边电源监控

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  $SO2$ （参见图 6）。

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  $SO2$ 。

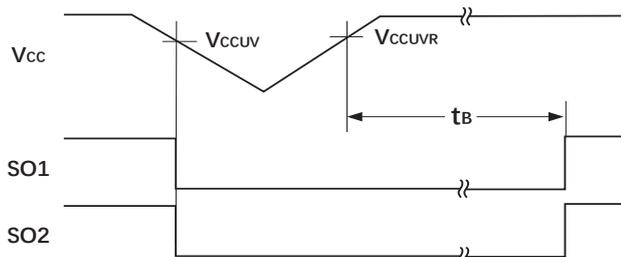


图 6 原边欠压保护逻辑图

### 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  $V_{UV+}$ ，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（参见图 7）。

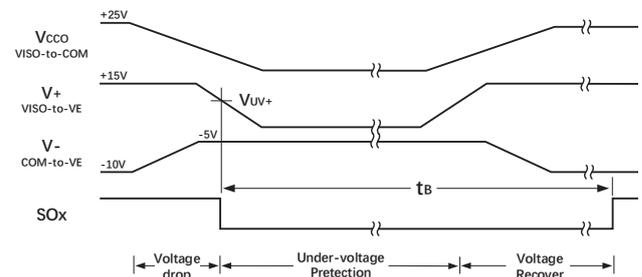


图 7 副边欠压保护逻辑图

### 触发信号 INx 输入

触发信号由  $INx$  端口输入（参见图 8），默认状态  $R1=1k\Omega$ ， $R2$  未焊接， $C1=100pF$ ，需要改变输入信号电平时，可通过焊接不同的  $R2$  电阻来改变输入信号开通阈值  $V_{INH}$ 、关断阈值  $V_{INL}$ 。

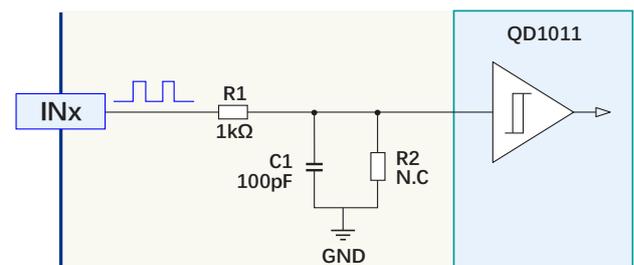


图 8  $INx$  输入电路图

### 传输模式和模式选择

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 端子未连接（悬空）或连接到 Vcc，则选择了直接模式，传输逻辑（参见图 9）。直接模式时，两个通道各自独立，没有联系。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。

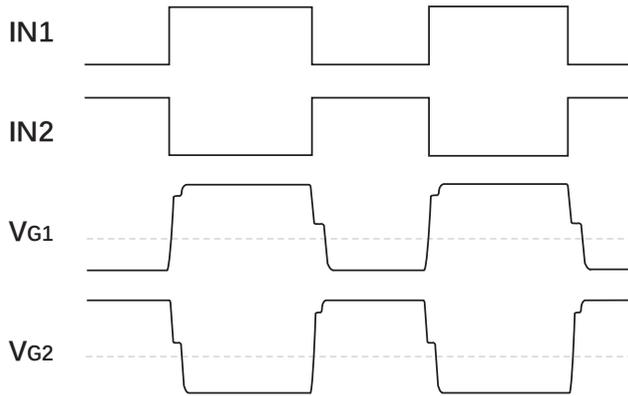


图 9 直桥模式传输逻辑

### 半桥模式

如果 MOD 输入端子处在低电平（接地），驱动器就选择了半桥模式，传输逻辑（参见图 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；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；当 IN1 信号由高变低时，则是 1 通道门极信号马上关断，经过死区时间 DT 后 2 通道再开通。死区时间 DT 为 3us。

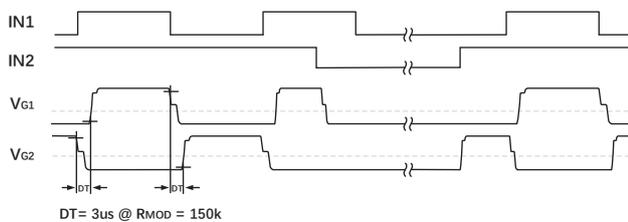


图 10 半桥模式传输逻辑

### 保护锁定时间设置

驱动器出现保护的时候，在启动保护并输出 SO 信号后都会闭锁一个 t<sub>B</sub> 保护锁定时间。此 t<sub>B</sub> 可通过在 TB 管脚和 GND 之间接一个外加电阻 R<sub>B</sub> 进行设置（参见图 11）。

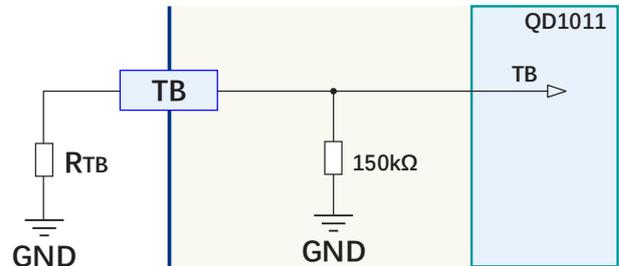


图 11 TB 管脚连接图

需要注意的是驱动器内部已经在 TB 端到 GND 设置了一个 150kΩ 电阻。t<sub>B</sub> 和 R<sub>B</sub> 的关系由以下公式给出（典型值）：

$$t_B[\text{ms}] = \frac{150 \cdot R_{TB}[\text{k}\Omega]}{150 + R_{TB}[\text{k}\Omega]} - 51$$

$$(R_{TB} \geq 135\text{k}\Omega, 20\text{ms} \leq t_B \leq 99\text{ms})$$

当 R<sub>TB</sub> 为 135kΩ 时，保护锁定时间 t<sub>B</sub> 约为 20ms。TB 管脚可以悬空，TB 管脚悬空时，保护锁定时间 t<sub>B</sub> 约为 99ms。

注意 R<sub>TB</sub> 电阻不能小于 135kΩ，即保护锁定时间 t<sub>B</sub> 不能小于 20ms。如 R<sub>TB</sub> 小于 135kΩ，保护锁定时间 t<sub>B</sub> 将出现不准确和不稳定。但 TB 管脚可以接地，此时保护锁定时间 t<sub>B</sub> 固定为 10us。

推荐将 TB 管脚悬空，此时保护锁定时间 t<sub>B</sub> 约为 99ms。

### 保护信号输出

保护信号输出端 SO<sub>x</sub> 内部为漏极开路形式，（参见图 12）。正常情况下，Q<sub>SO</sub> 截止，SO<sub>x</sub> 输出端为高电平。当驱动器的某个通道出现保护时，对应通道的 Q<sub>SO</sub> 将导通，SO<sub>x</sub> 变为低电平（接地）。默认状态 R<sub>5</sub>=10kΩ，R<sub>6</sub>=33Ω，Q<sub>SO</sub> 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。

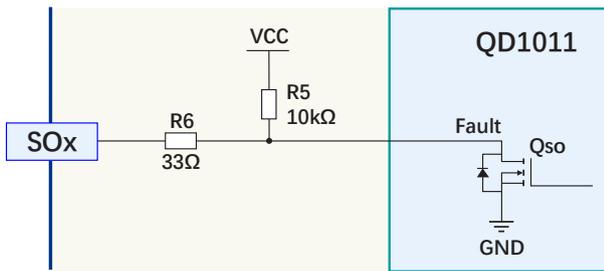


图 12 保护信号输出

## IGBT 的开通和关断

当需要开通 IGBT 时，驱动器内部芯片内的 QON 管打开，QOFF 管关闭，通过开通门极电阻 RGON 对 IGBT 的门极进行充电，使 IGBT 开通。驱动器在内置芯片外部还扩展了一个开通 MOSFET，以拓展开通驱动电流到 15A。

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。

门极电阻 RGON 和 RGOFF 的选择，用户可咨询我们技术支持来进行设置，并进行出厂预配置。在安装到对应的 IGBT 模块上时，请确保已经安装上合适的门极电阻。

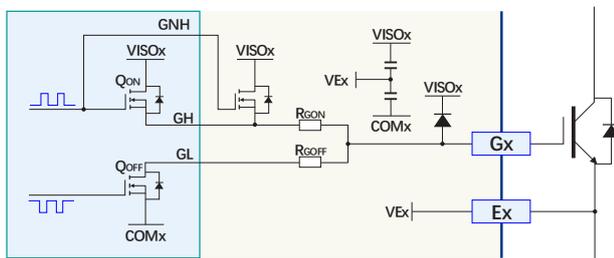


图 13 门极驱动电路图

## 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 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。

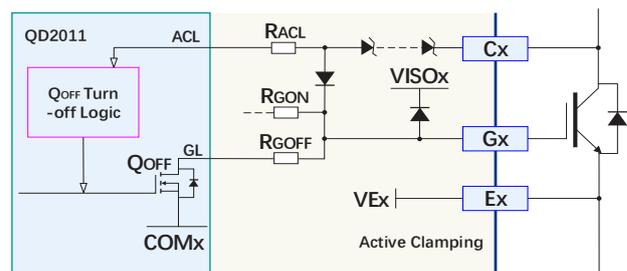


图 14 有源钳位电路原理图

有源钳位电路的原理（参见图 14）。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 QOFF 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  $V_{CE}$  得到抑制。

驱动器的预设击穿阈值如表 1 所示。

表 1 有源钳位阈值表 ( $T_A=25^\circ\text{C}$ )

驱动型号	模块电压等级	击穿阈值
2QP0115T06-C	600V	510V
2QP0115T12-C	1200V	960V
2QP0115T17-C	1700V	1320V

## IGBT 短路保护

驱动器的 IGBT 短路保护使用  $V_{CE}$  检测电路（参见图 15），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  $V_{CEDT}$  钳位在 COMx，远低于保护触发值  $V_{REF}$  (10.2V)，比较器不动作。

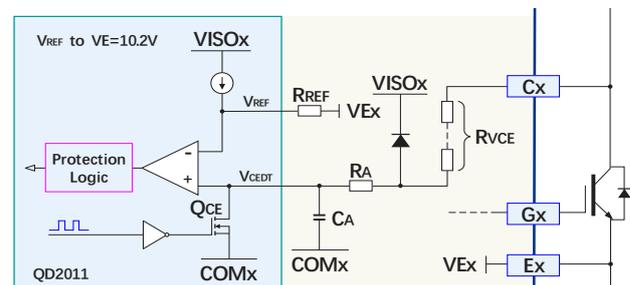


图 15 短路保护检测原理框图

### 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 RVCE 电阻串和 RA 电阻对 CA 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（参见图 16）。正常工作时，VCE-SAT 电压比较低，由于 VCE-SAT 远低于保护触发值 VREF，比较器不动作，保护不启动。

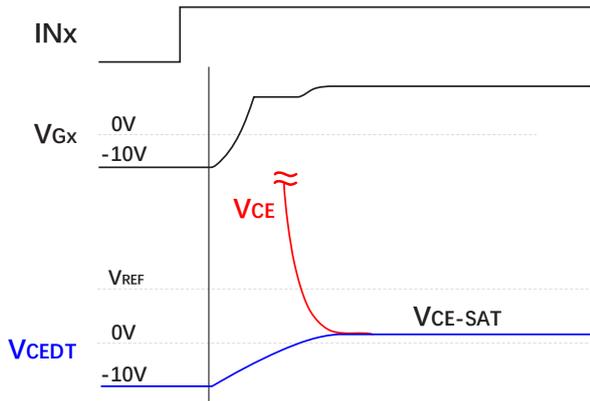


图 16 正常开通时 VCEDT 信号波形图

### 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 CA 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（9V），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 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，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（参见图 17）。

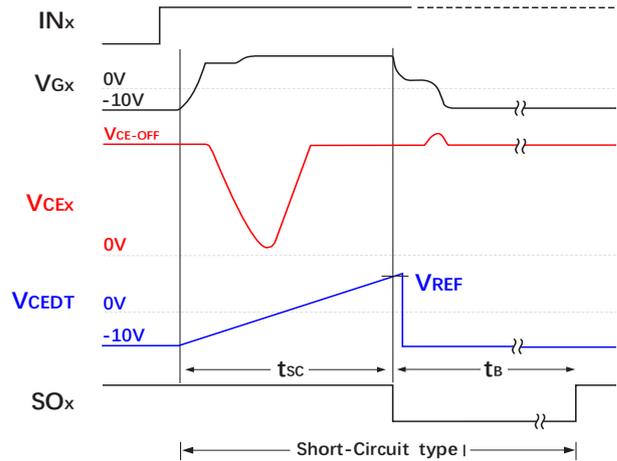


图 17 一类短路保护逻辑图

### 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（参见图 18）。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。

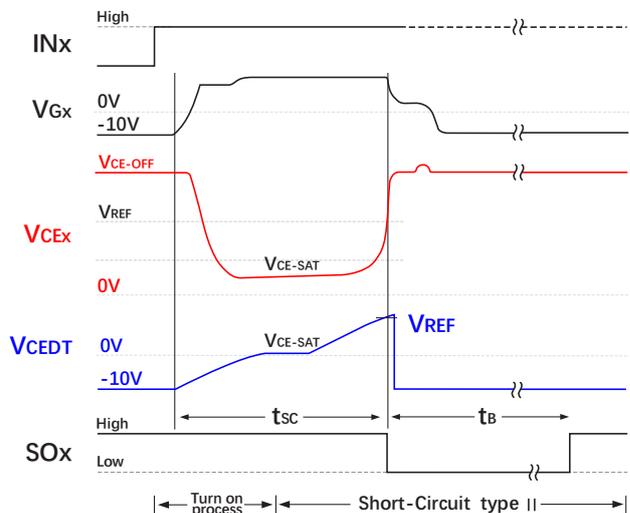
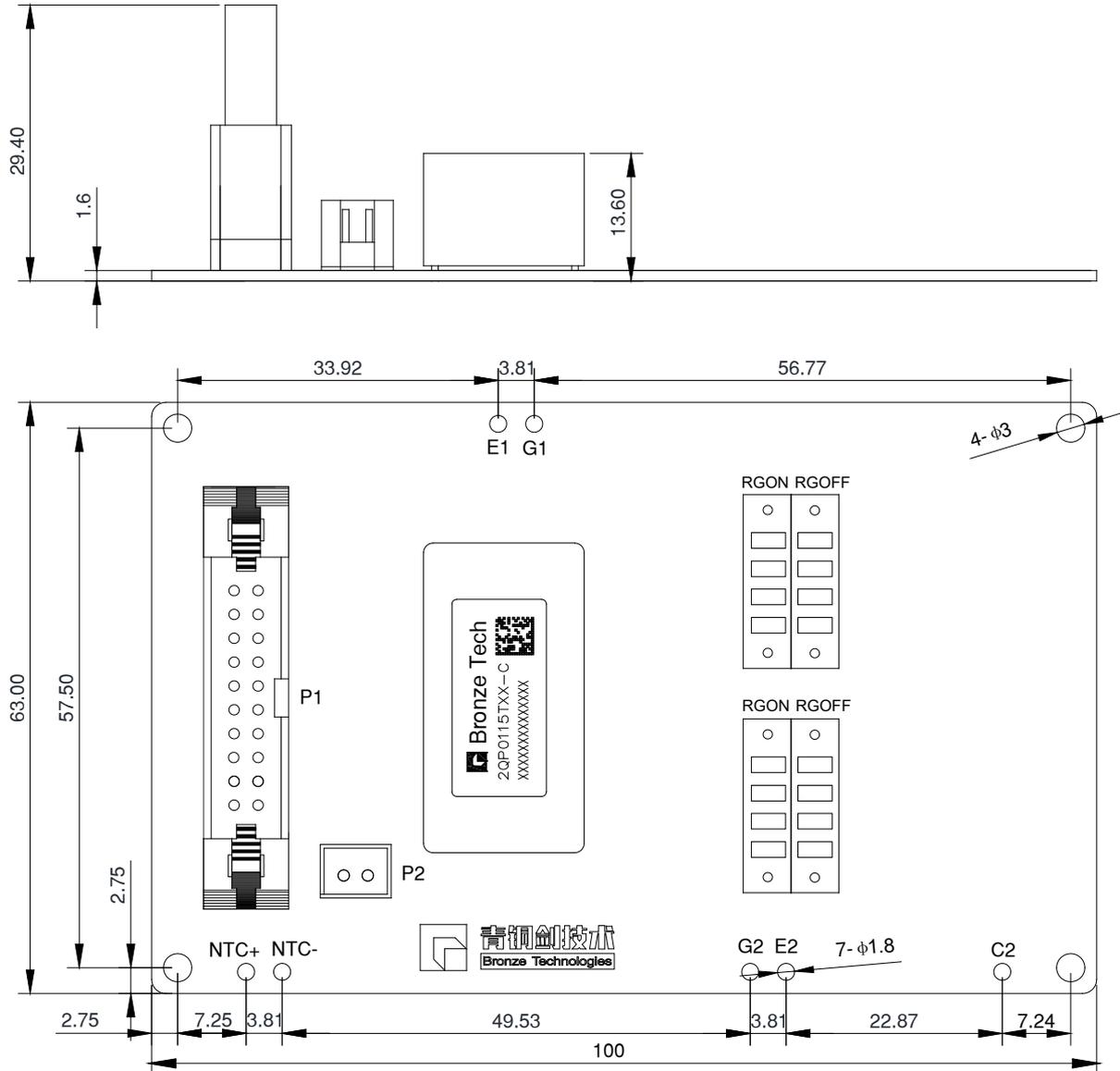


图 18 二类短路保护逻辑图

## 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	15-Jan-2019
V1.1	内容升级优化	28-Mar-2019
V1.2	说明书模板更新	04-Sep-2019
V1.3	说明书模板更新、内容规范化	29-Jul-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.QJTJTEC.COM](http://WWW.QJTJTEC.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。

