

## 2QP0435T12-EQ2 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
- 功率器件最高电压 1200V
- 电源电压输入 +15V
- 单通道驱动功率 4W，峰值电流  $\pm 35A$
- 适配 EconoDual 封装 IGBT 模块两并联方案
- 集成隔离 DC/DC 电源
- 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 08 页](#)

[第 08 页](#)

[第 09 页](#)

[第 09 页](#)

### 主要参数

V <sub>CC</sub>	15V
V <sub>G</sub>	+15V, -10V
P, MAX	4W
I <sub>G</sub> , MAX	$\pm 35A$
f <sub>s</sub> , MAX	8kHz
T <sub>A</sub>	-40°C ~85°C
绝缘耐压	6500Vac

### 描述

2QP0435T12-EQ2 是一款基于青铜剑自主开发的 ASIC 芯片设计而成的双通道、中功率、高可靠性驱动器，针对中功率、高可靠性的应用领域而设计。

2QP0435T12-EQ2 适用于 1200V 的 EconoDual 封装的 IGBT 模块两并联方案，即插即用的功能使驱动板可直接焊接在 IGBT 上使用，无需要转接处理，可安全可靠的驱动和保护 IGBT 模块。

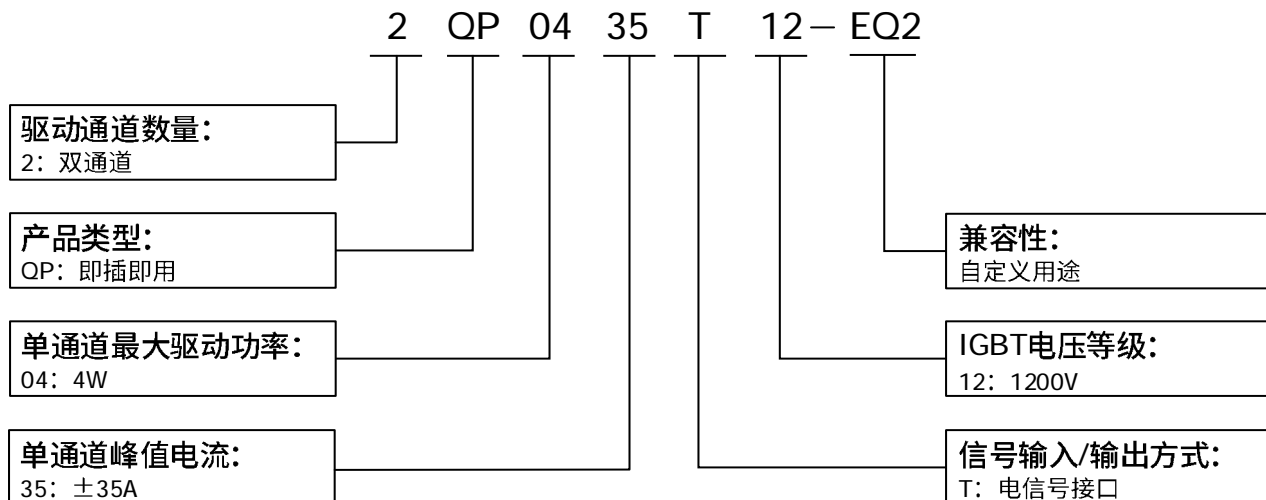
### 典型应用

- SVG
- APF
- 大功率开关电源
- 轨交辅变电源

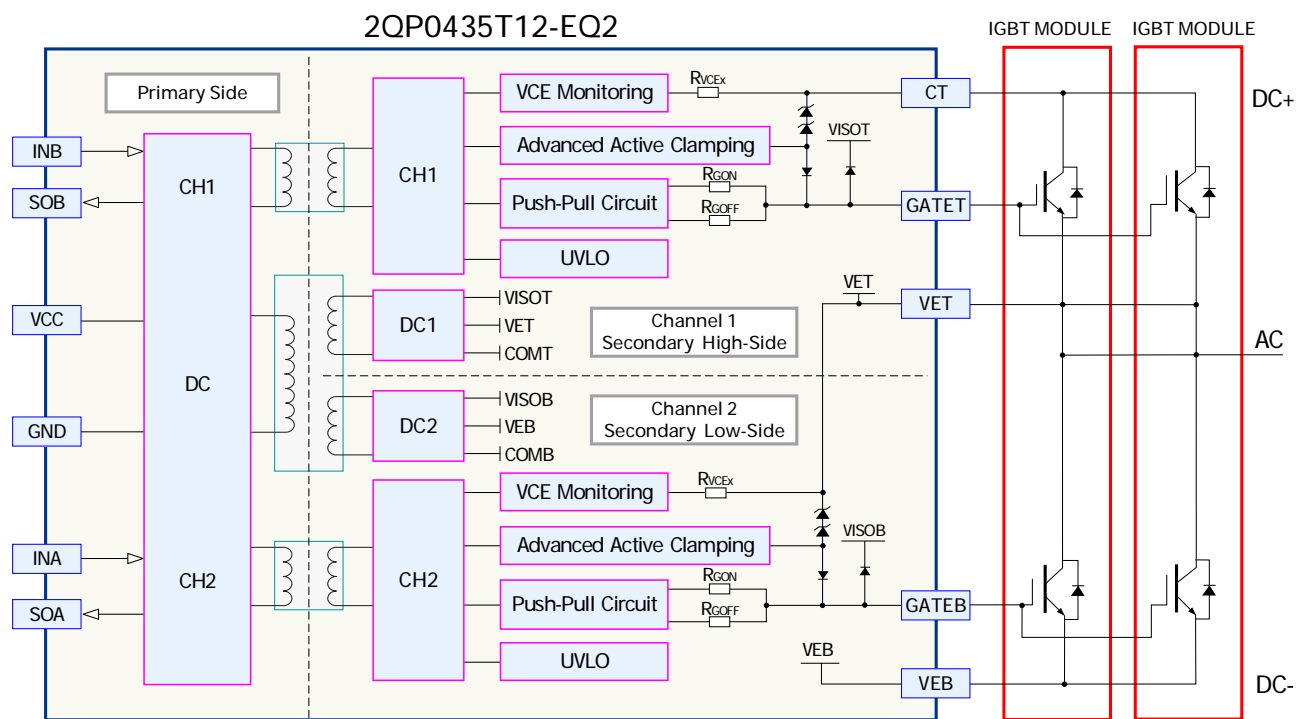
### 机械尺寸

机械尺寸图：参见[第 11 页](#)

## 型号定义

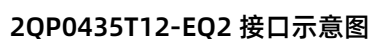


## 原理框图



## P1端子接口定义

2) 匹配插座型号为: R-810-2010-012-4000, 品牌: 正凌。



## 参数

### 绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
VCC to GND		15.5	V
IN1、IN2, SO1、SO2 to GND		15	V
供电电源	14.5	15.5	V
门极驱动功率 <sup>1)</sup>		4	W
门极驱动电流	-35	35	A
母线电压 <sup>2)</sup>		1200	V
供电电源最大电流 <sup>3)</sup>		300	mA
最大开关频率		8	kHz
原 / 副边绝缘电压		6500	V
副 / 副边绝缘电压		4000	V
运行温度 T <sub>A</sub>	-40	+85	°C
存储温度 T <sub>S</sub>	-45	+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		15		V
转换效率 <sup>1)</sup>	$V_{CC}=15\text{V}$		80		%
静态电流 $I_{DDQ}^{2)}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载		80		mA
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=8\text{kHz}$		143		mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，100nF 负载， $f_{SW}=8\text{kHz}$ ，50% 占空比		290		mA
副边全压 $V_{CCO}^{3)}$	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 $V_{IN}^{1)}$	电压限值	$V_{CC}=15\text{V}$	15		V
	开通门槛 $V_{INH}$	$V_{CC}=15\text{V}$	2.9		V
	关断门槛 $V_{INL}$	$V_{CC}=15\text{V}$	1.7		V

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”。

## 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 $I_{G\text{ peak}}$	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{GON}=0\Omega$ ， $C_{GE}=122\text{nF}$	15		A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{GOFF}=0\Omega$ ， $C_{GE}=122\text{nF}$	-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 $I_{SO}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{SO}=10\text{k}\Omega$		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 <sup>1)</sup>	触发 $V_{CCUV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{CC}-\text{GND}$		12.5		V
	恢复 $V_{CCUVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{CC}-\text{GND}$		13.0		V
副边正压欠压 保护阈值电压	触发 $V_{UV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{ISO}-V_E$		12.0		V
	恢复 $V_{UVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{ISO}-V_E$		12.5		V
副边负压欠压 保护阈值电压	触发 $V_{UV-}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_E-\text{COM}$		-5.0		V
	恢复 $V_{UDVR-}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_E-\text{COM}$		-6.0		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 $t_{SC}^{2)}$		$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_A=120\text{k}\Omega$ , $C_A=33\text{pF}$		6.5		$\mu\text{s}$
保护锁定时间 $t_B$		$R_{TB}=150\text{k}\Omega$		110		ms
注：1) 欠压保护逻辑参见图 2。 2) 采用串电阻检测方式。						

## 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 $t_{ON}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , 空载		330		ns
	关断延时 $t_{OFF}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , 空载		1100		ns
输出信号上升时间 $t_r$		$R_{GON}=2.35\Omega$ , $C_{GE}=22\text{nF}$		1150		ns
输出信号下降时间 $t_f$		$R_{GOFF}=5.0\Omega$ , $C_{GE}=22\text{nF}$		2180		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%，关断传输延时为下降输入信号沿 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 <sup>1)</sup>		6500	V
原边 - 副边	电气间隙	12	mm
	爬电距离	12	mm
副边 - 副边	电气间隙	6.5	mm
	爬电距离	6.5	mm
ESD 静电防护	接触放电	$\pm 4$	kV
	空气放电	$\pm 8$	kV
电快速瞬变脉冲群抗扰度		$\pm 3$	kV
注：1) 测试条件为 4000V，50Hz 交流电压，1min。			

## 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】。

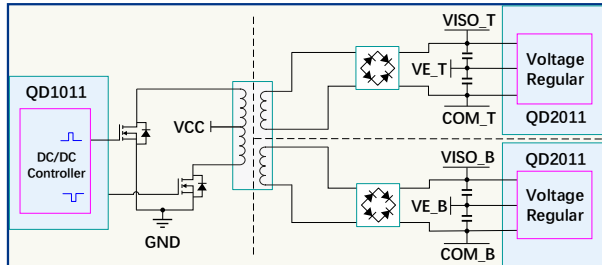


图 1 电源原理框图

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。

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 SOA 和 SOB【见图 2】。

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 SOA 和 SOB。

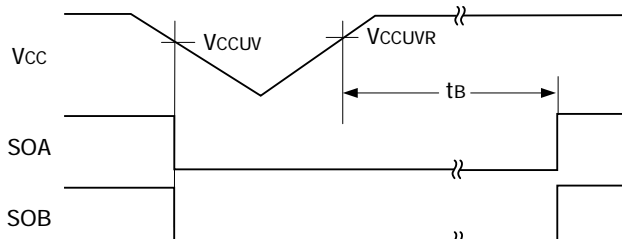


图 2 原边欠压保护逻辑图

#### 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  $V_{CCO}$ （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  $SO_x$ 。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【见图 3】。

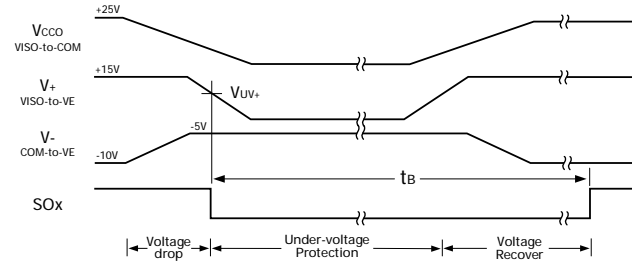


图 3 副边欠压保护逻辑图

### 触发信号 INx 输入

触发信号由 INx 端口输入【见图 4】，默认状态  $R_{46}/R_{49}=4.7k\Omega$ ， $RL1/RL3=4.7k\Omega$ ， $RL2/RL4$  未焊接， $C16/C30=100pF$ ，需要改变输入信号电平时，可通过焊接不同的  $RL2/RL4$  电阻来改变输入信号开通阈值  $V_{INH}$ 、关断阈值  $V_{INL}$ 。

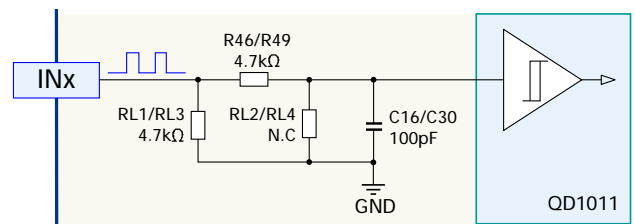


图 4 INx 输入电路图

### 传输逻辑

驱动器 QD1011 芯片 MOD 脚接 GND，根据芯片特性，该状态下为直接模式。传输逻辑【见图 5】。在这种模式下两个通道各自独立，没有联系。输入 INA 对应 B 通道（下管），而输入 INB 对应 T 通道（上管）；高电平则将对应的 IGBT 开通，低电平将对应的 IGBT 关断。

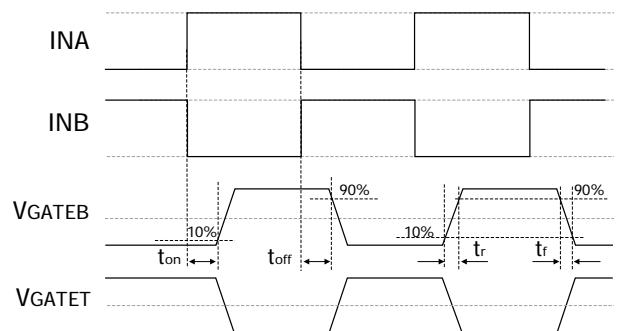


图 5 传输逻辑信号图

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。



## 保护信号输出

保护信号输出端 SOx 内部为漏极开路形式【见图 6】。正常情况下，Qso 截止，SOx 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 Qso 将导通，SOx 变为低电平（接地）。默认状态 RF1/RF2=10kΩ，RF3/RF4=33Ω，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。

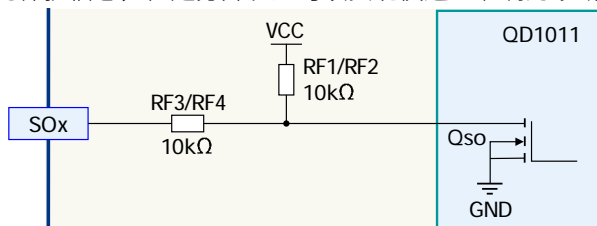


图 6 保护信号输出逻辑图

## 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。

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。

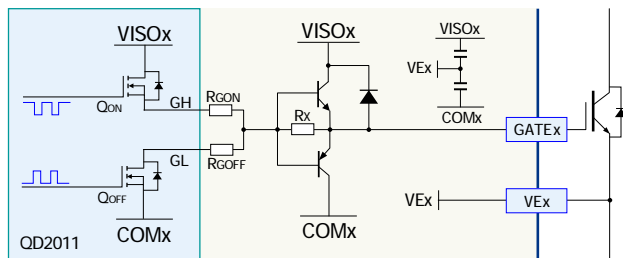


图 7 门极驱动电路图

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。

表 1 门极开通和关断参数表

通道	位号	总阻值
上管	开通 RGON	R25//R26//R21//R71
	关断 RGOFF	R32//R31//R30 R82//R24//R23
下管	开通 RGON	R40//R41//R44//R43
	关断 RGOFF	R74//R73//R72 R75//R76//R77
门极电容		C33,C34,C49,C50

## 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抗 Ls 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 Ls 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。

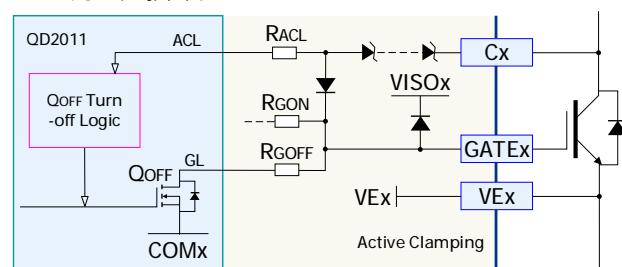


图 8 高级有源钳位电路原理框图

有源钳位电路的原理【见图 8】。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 VCE 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 VCE 得到抑制。

驱动器的预设击穿阈值如表 2 所示。

表 2 有源钳位阈值表 (TA=25°C)

驱动型号	母线电压	击穿阈值
2QP0435T12-EQ2	1200V	1010V

## 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，远低于保护触发值 VREF (10.2V)，比较器不动作。

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。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。

当驱动器发生短路时，IGBT 将迅速退饱和， $V_{CE}$  很快回到高位，将通过  $R_{VCE}$  电阻串和  $R_A$  电阻对  $C_A$  电容进行充电，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。

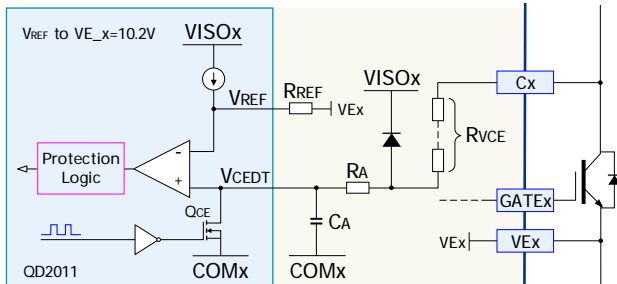


图 9 短路保护示意图

### 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  $C_A$  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【见图 10】。

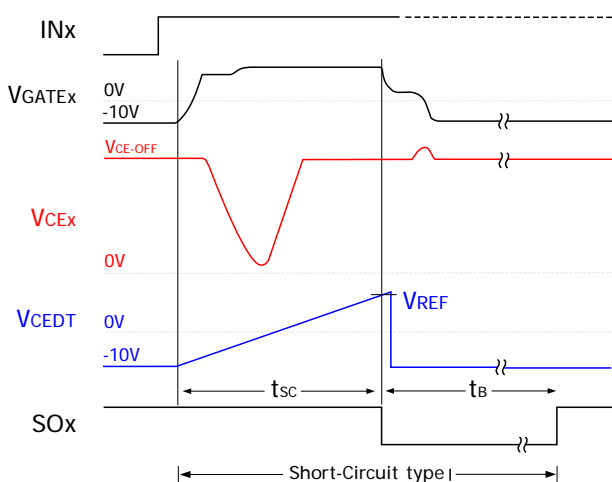


图 10 一类短路保护逻辑图

### 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， $V_{CE}$  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。

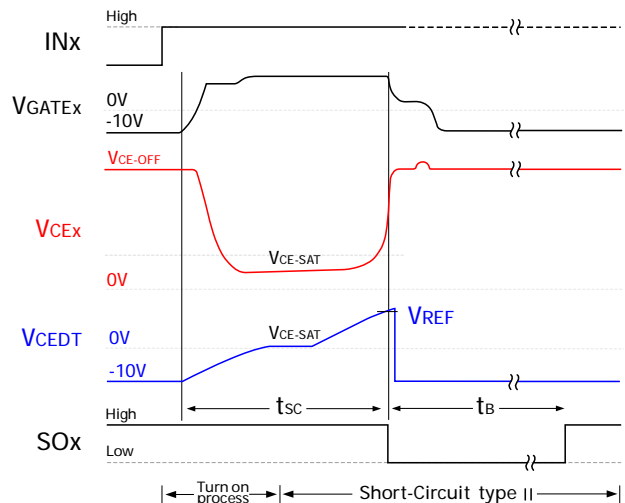
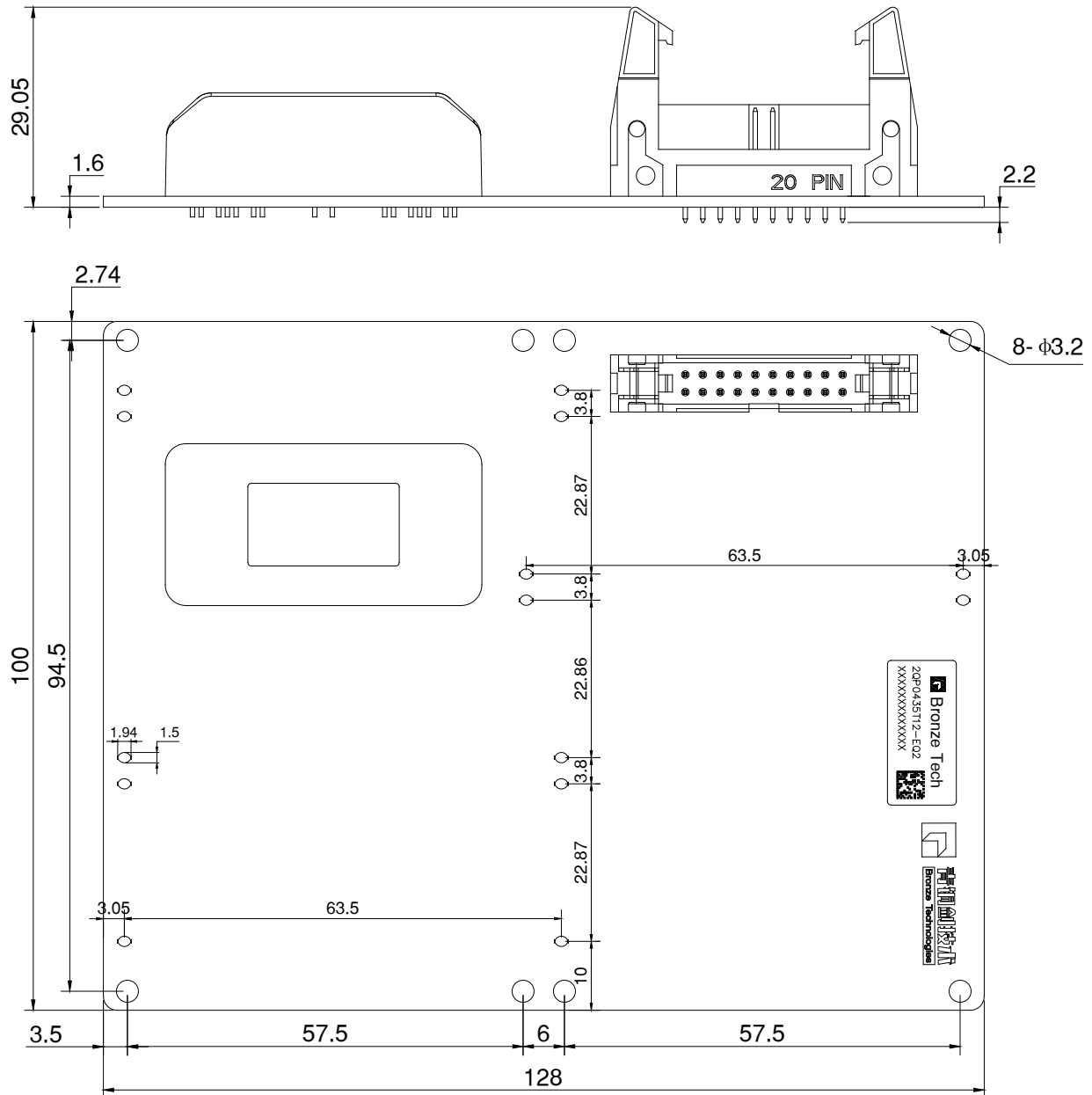


图 11 二类短路保护逻辑图

## 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	09-Nov-2019
V1.1	丰富介绍内容	02-Mar-2021
V1.2	说明书模板更新、内容规范化	05-Nov-2021
V1.3	增加接口示意图、机械图优化	11-Apr-2022
V1.4	说明书模板更新	03-Aug-2022

## 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](http://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。

