

# 1QP0335V(S)xx-Q 驱动器



## 特征

- 单通道 IGBT 驱动器
- 单通道功率 3W，峰值电流  $\pm 35A$
- 弱电信号光纤隔离
- PWM 信号边沿反馈
- 集成隔离 DC/DC 电源
- 集成副边电源欠压保护
- 集成动态高级有源钳位
- 集成 VCE 短路保护
- 集成 di/dt 保护功能
- 集成软关断
- 集成分级关断功能 ( 预留 )
- 故障类型识别 ( 预留 )

**RoHS**  
COMPLIANT

[第 07 页](#)

[第 07 页](#)

[第 08 页](#)

[第 08 页](#)

[第 08 页](#)

[第 09 页](#)

## 主要参数

V <sub>CC</sub>	25V
V <sub>G</sub>	+15V, -10V
P, MAX	3W
I <sub>G</sub> , MAX	$\pm 35A$
f <sub>s</sub> , MAX	2kHz
T <sub>A</sub>	-40°C ~85°C

## 描述

1QP0335V(S)xx-Q 是一款为高压大功率 IGBT 开发的高性能数字驱动器，数字化控制优化了 IGBT 开关性能，同时为 IGBT 提供最优化的保护。

1QP0335V(S)xx-Q 驱动器适用于 4500V 及以下 IHV 封装 IGBT 模块搭建而成的多种拓扑，即插即用的功能使驱动板可直接固定在 IGBT 上使用，无需转接处理。

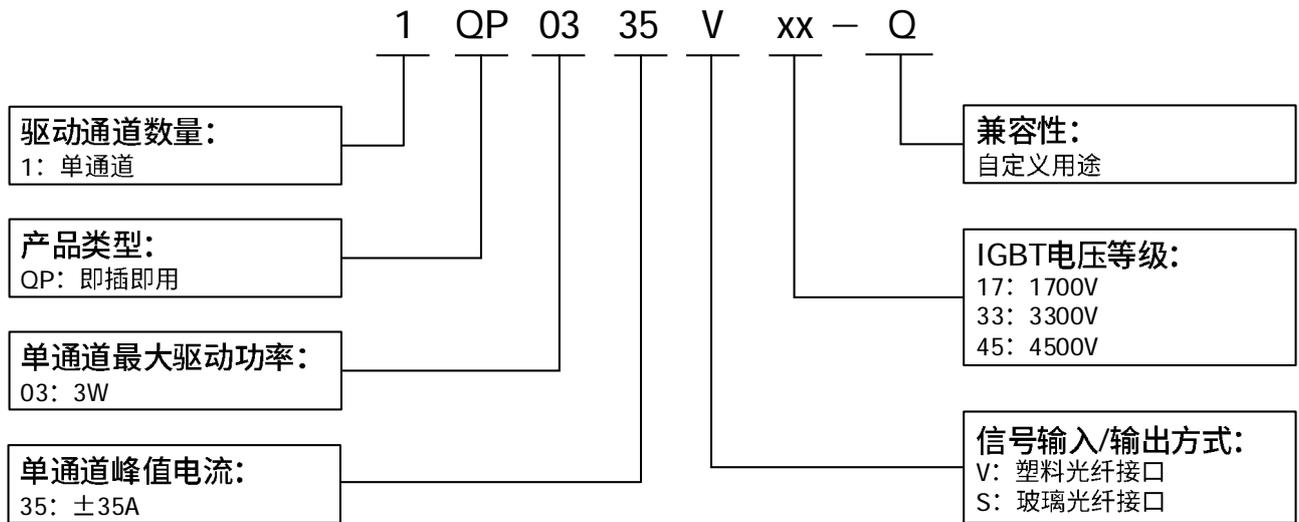
## 典型应用

- 储能变流器
- 牵引变流器
- 辅助变流器
- 能馈变流器
- 电机传动
- 柔性直流输电

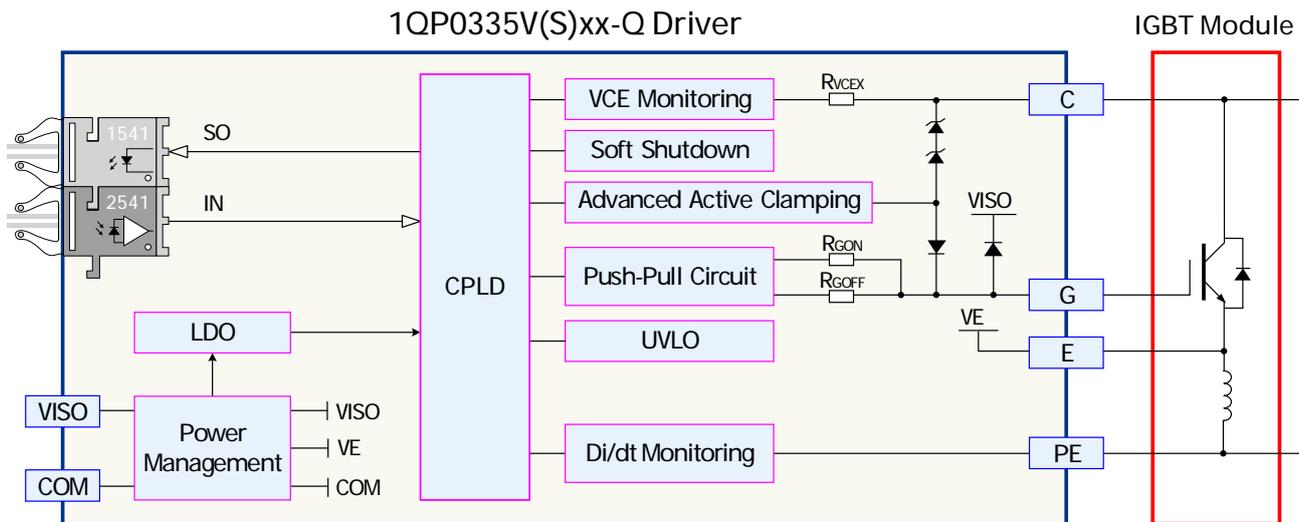
## 机械尺寸

机械尺寸图：参见[第 10 页](#)

## 型号定义



## 原理框图



## 接口定义

### 光纤接口定义

管脚	符号	说明
1	SO	反馈信号输出端
2	IN	驱动信号输入端

注：1) IN 型号：HFBR-2521ETZ 或 HFBR-2412TZ，品牌：博通。  
SO 型号：HFBR-1521ETZ 或 HFBR-1414TZ，品牌：博通。

### 电源接口-P1端子接口定义

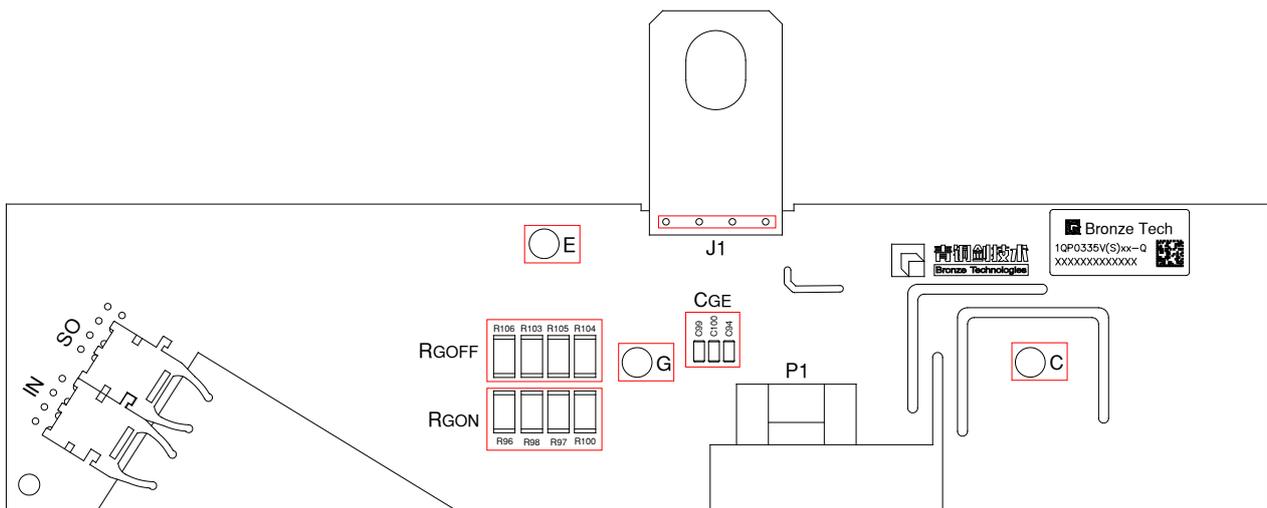
管脚	符号	说明
1	+	供电电源 +
2	-	信号 / 功率地

注：1) 默认配置，2Pin 接口，型号为：MC 1.5/2-GF-3.81-1827868，品牌：菲尼克斯。  
2) 匹配插座型号为：MC 1.5/2-STF-3.81-1827703，品牌：菲尼克斯。

### J1端子接口定义

管脚	符号	说明
1	J1	di/dt 检测采样端口

注：1) 型号：bo17012-03-04，品牌：青铜剑。  
2) 该采样铜片只需插在 IGBT 模块的 E 极功率端上即可。



1QP0335V(S)xx-Q 接口示意图

## 参数

### 绝对限值

参数		MIN	MAX	UNIT
供电电源		24.5	25.5	V
门极驱动功率 <sup>1)</sup>			3	W
门极驱动电流			35	A
母线电压	1QP0335V(S)17-Q		1200	V
	1QP0335V(S)33-Q		2200	V
	1QP0335V(S)45-Q		3000	V
最大开关频率			2	kHz
原 / 副边绝缘电压 <sup>2)</sup>			15000	Vac
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>3)</sup>			95	%
海拔高度 <sup>4)</sup>			2000	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) 该值为驱动板搭配我司隔离电源模块 QTJP06V25 所测数值。 3) 不允许出现凝露现象。 4) 超过最高海拔高度应用请咨询青铜剑技术公司。				

### 供电电源

环境温度 T<sub>A</sub>=25°C，除非另有说明。

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电压 V <sub>CC</sub>	VISO to GND	24.5	25	25.5	V
静态电流 I <sub>DDQ</sub> <sup>1)</sup>	VISO=25V，空载		85		mA
供电电流	VISO=25V, V <sub>GS</sub> =+15/-10V, C <sub>GS</sub> =10nF, R <sub>GON</sub> =3.75Ω, R <sub>GOFF</sub> =9Ω, 空载, f <sub>sw</sub> =2kHz		95		mA
	VISO=25V, V <sub>GS</sub> =+15/10V, C <sub>GS</sub> =10nF, R <sub>GON</sub> =3.75Ω, R <sub>GOFF</sub> =9Ω, 400nF 负载, f <sub>sw</sub> =2kHz		121		mA
副边全压 V <sub>CCO</sub> <sup>2)</sup>	VISO to COM	24.5	25	25.5	V
副边正压 V <sub>+</sub>	VISO to VE	14.8	15	15.5	V
副边负压 V <sub>-</sub> <sup>2)</sup>	COM to VE	-10.5	-10	-9.5	V
注：1) 无驱动信号输入。 2) 典型值为空载测试值。					

## 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	$V_{CC}=25\text{V}$ ，空载		15		V
	关断 OFF-State	$V_{CC}=25\text{V}$ ，空载		-10		V
门极峰值电流 $I_{G\ peak}$	开通 ON-State	$V_{GE}=15/-10\text{V}$ ， $R_{GON}=3.75\Omega$ ， $C_{GE}=400\text{nF}$		6.7		A
	关断 OFF-State	$V_{GE}=15/-10\text{V}$ ， $R_{GOFF}=9\Omega$ ， $C_{GE}=400\text{nF}$		-2.8		A

## 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
副边正压欠压保护阈值电压 <sup>1)</sup>	触发 $V_{UV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，VISO-VE		12.8		V
	恢复 $V_{UVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，VISO-VE		13.2		V
副边负压欠压保护阈值电压 <sup>1)</sup>	触发 $V_{UV-}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，VE-COM		-4.5		V
	恢复 $V_{UVR-}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，VE-COM		-5		V
退饱和和短路保护阈值电压 $V_{REF}$		$V_{CC}=15\text{V}$	9.8	10	10.2	V
退饱和和短路保护响应时间 $t_{SC}^{2)}$		$U_{BUS}>600\text{V}$ ， $R_A=100\text{k}\Omega$ ， $C_A=27\text{pF}$	7.8	8.2	8.6	us
di/dt 短路保护响应时间 $t_{OC}$				3		us
软关断时间 $t_{SOFT}$		$V_{GE}$ 下降至 $V_E$ ，400nF 负载， $C_{GE}=10\text{nF}$ ， $R_{OFF1}=9\Omega$ ， $R_{OFF2}=0\Omega$		15.5		us
保护锁定时间 $t_B$				30		ms
注：1) 欠压保护时序图参见。 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 $t_{ON}$	$V_{ISO}=25\text{V}$ , $R_{GON}=3.75\Omega$ , $R_{GOFF}=9\Omega$ , $C_{GE}=400\text{nF}$ , $f_s=2\text{kHz}$		440		ns
	关断延时 $t_{OFF}$			480		ns
输出信号上升时间 $t_r$		$R_{GON}=3.75\Omega$ , $C_{GE}=400\text{nF}$		4.5		us
输出信号下降时间 $t_f$		$R_{GOFF}=9\Omega$ , $C_{GE}=400\text{nF}$		12.4		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  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，配合配合电源模块 QTJP06V15 进行测试，除非另有说明。

参数		数值	UNIT
绝缘耐压 <sup>1)</sup>		15000	V
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		$\pm 4$	kV
注：1) 测试条件为 15000V, 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 测试按照 GB/T 17626 规范执行。			

## 功能描述

### 电源及电源监控

驱动器的输入电源由隔离电源模块 QTJP06V25-15 供电，驱动器电源经过电源管理电路输出正负压。

驱动器配备有电源监控电路，并实施欠压保护。

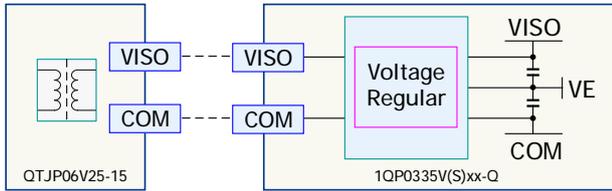


图 1 电源原理框图

### 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  $V_{CCO}$  ( $V+$  至  $V-$  下同) 下降时，驱动器的正压  $V+$  与负压  $V-$  均逐渐下降。当下降至欠压保护阈值  $V_{UV+}$  或  $V_{UV-}$ ，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。同时通过光纤发射器 SO 发送故障信号给到上位机，进行系统级故障处理。

当故障情况解除， $V_{CCO}$  恢复后，驱动器的保护闭锁状态和 SO 信号将会等待一个闭锁时间  $t_B$ ，再恢复正常。

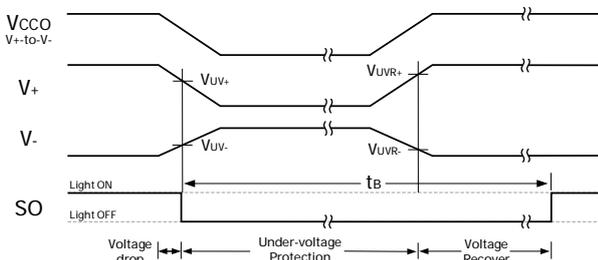


图 2 副边欠压保护逻辑图

### 触发信号 INx 输入

触发信号 PWM 由光纤端口输入，灯亮为门极开通，灯灭为门极关断，逻辑关系【见图 3】。

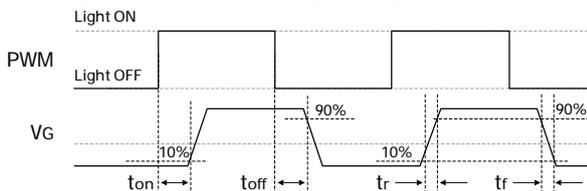


图 3 INx 输入电路图

### 保护信号输出

驱动器可通过发射光纤接口 SO 发送反馈信号。

正常工作时，驱动器在接收到开通关断信号后，会通过 SO 发送一个 0.7us 的窄脉宽，以告知系统控制单

元驱动电平翻转已执行。

当发生短路或欠压等故障时，SO 光纤发射器将持续 30ms 时间的低电平信号告知上位机。

驱动器的故障反馈信号输出模式，也可以根据用户需求进行定制。若需定制，请预先联系技术人员咨询。

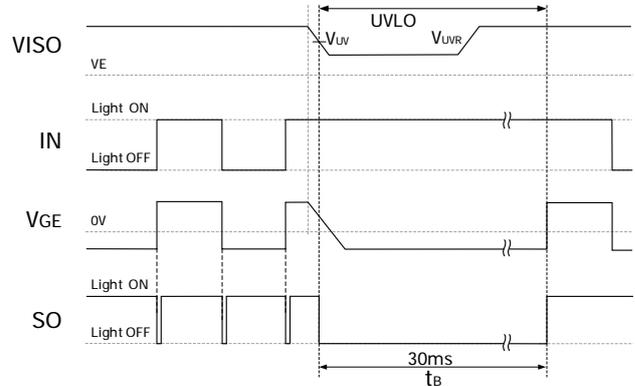


图 4 保护信号输出逻辑

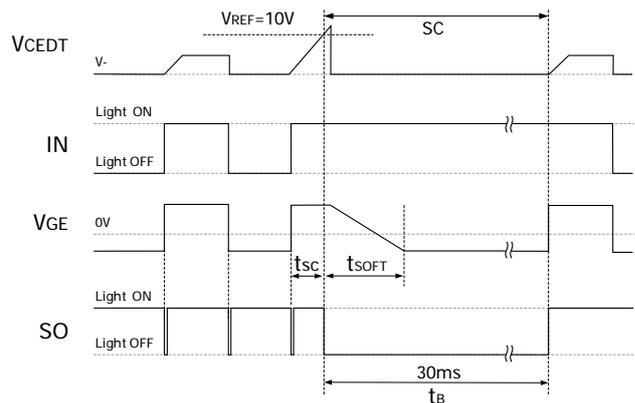


图 4 退饱和检测

### IGBT 的开通和关断

当需要开通 IGBT 时，驱动器内部芯片内  $Q_{ON}$  管打开， $Q_{OFF}$  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。

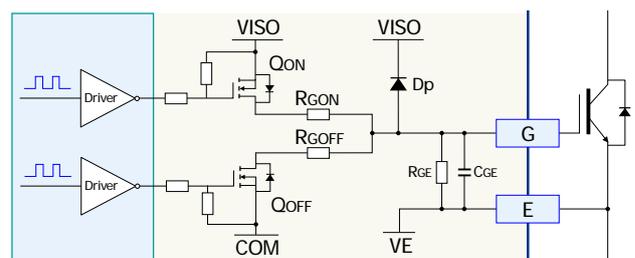


图 5 门极驱动电路图

门极电阻  $R_{GON}$  和  $R_{GOFF}$  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	阻值
$R_{GON}$	R96,R97,R98,R100	15Ω
$R_{GOFF}$	R103,R104,R105,R106	36Ω

## 分级关断

驱动器在正常关断过程中，先将  $Q_{OFF1}$  与  $Q_{OFF2}$  打开，对  $V^-$  放电，将门极电压泄放至  $I_c$  电流即将下降前；再将  $Q_{OFF1}$  关断，保持  $Q_{OFF2}$  开通，使门极对  $VE$  放电；当  $V_{CE}$  已经达到母线电压且出现尖峰后，再打开  $Q_{OFF1}$ ，从而实现 IGBT 的分级关断。

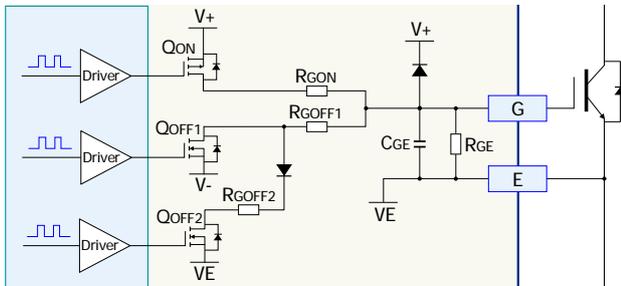


图 6 米勒钳位电路原理框图

## 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  $R_{GOFF}$  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，可以有效的防止 IGBT 的过压损坏。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，同时连接数字芯片的控制电路。

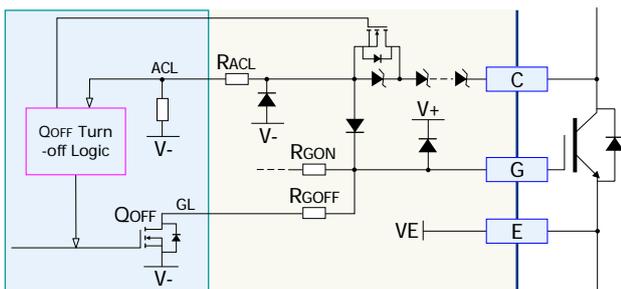


图 7 有源钳位电路原理框图

当 IGBT 的  $V_{CE}$  尖峰电压超过一个击穿阈值时，TVS 串将打通，数字芯片使能相关电路，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 IGBT 的  $V_{CE}$  得到抑制。

在某些应用情况中，母线电压会急剧升高，会存在超出 TVS 串击穿阈值的风险。为应对这一情况，驱动器在 IGBT 开通时，通过内部控制，将一个或几个 TVS 管用高压开关管短路，从而获得较低的击穿阈值，以在关断 IGBT 时抑制  $V_{CE}$  尖峰电压。而在关断后的一段时间后，高压开关管断开，之前被短路的一个或几个 TVS 管重新接入 TVS 串，从而获得较高的击穿阈值。该阈值大于系统可能达到的母线电压，从而避免了因 TVS 串导致的误开通 IGBT 的情况。

驱动器的预设击穿阈值如表 2 所示。

表 2 有源钳位阈值表 ( $T_A=25^{\circ}C$ )

驱动型号	母线电压	击穿阈值
1QP0335V(S)17-Q	$\leq 1200V$	1490V
1QP0335V(S)33-Q	$\leq 2200V$	2700V
1QP0335V(S)45-Q	$\leq 3000V$	3850V

## 退饱和和检测短路保护

驱动器具有退饱和和检测短路保护电路【见图 8】。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  $V_{CEDT}$  钳位在  $V^-$ ，比较器不动作。

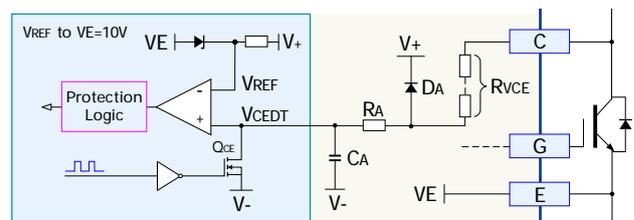


图 8 短路保护检测原理框图

## $di/dt$ 检测短路保护

驱动器具有  $di/dt$  检测短路保护电路【见图 9】。该保护功能通过检测辅助射极与功率射极之间杂散电感上流过电流时的电压降，来进行逻辑判断。该保护功能只在 IGBT 开通且有正向电流的时候有效。

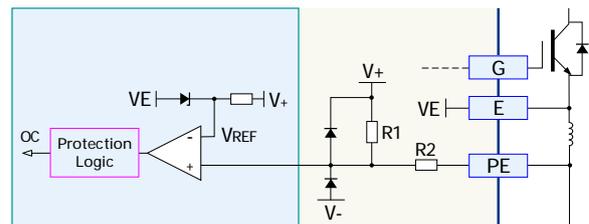


图 9  $di/dt$  短路保护检测原理框图

### 正常开通时的表现:

当驱动器执行 IGBT 开通动作时，数字芯片接收到触发信号后将  $Q_{CE}$  关断，释放  $V_{CEDT}$  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  $R_A$  电阻对  $C_A$  电容进行充电，使得  $V_{CEDT}$  电平逐渐抬升。随后 IGBT 开通， $V_{CE}$  迅速下降至  $V_{CE-SAT}$ ， $V_{CEDT}$  也随之充电至  $V_{CE-SAT}$ 。由于  $V_{CE-SAT}$  远低于保护触发值  $V_{REF}$ ，比较器不动作，保护不启动。

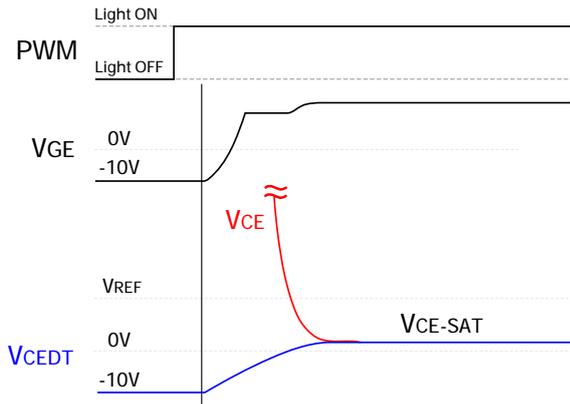


图 10 正常开通时  $V_{CEDT}$  信号波形图

### 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， $V_{CE}$  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  $V+$ 。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。同时通过 FB 光纤发射器向上位机发出故障信息。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。

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。

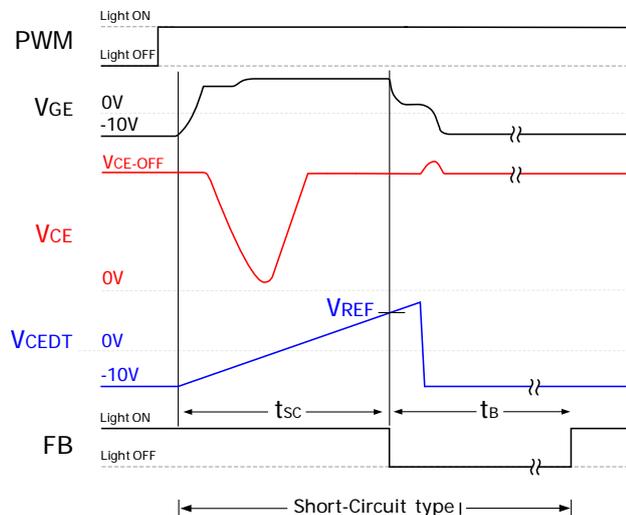


图 11 一类短路保护逻辑图

### 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。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。

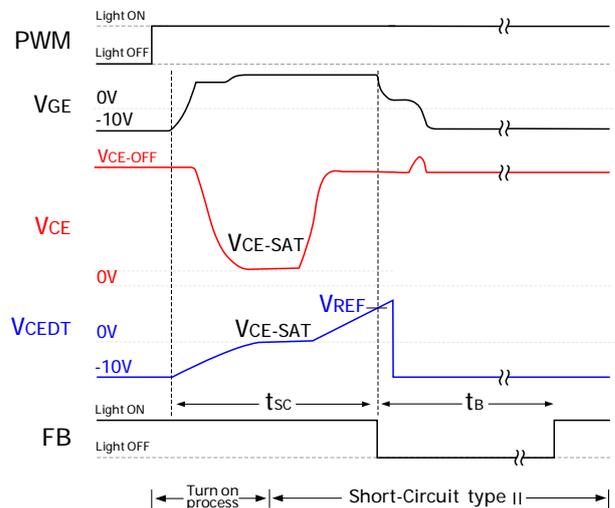


图 12 二类短路保护逻辑图

### 软关断功能

由于连接 IGBT 模块的母线存在杂散电感，在 IGBT 短路保护关断时会产生较大的尖峰电压，为抑制该尖峰电压，并不影响正常关断速度，就需要加入软关断功能。

该功能在发生 IGBT 短路保护时，先将  $Q_{OFF2}$  打开，使门极对  $VE$  进行放电，门极电压缓慢下降。10us 后打开  $Q_{OFF1}$ ，使门极对  $COM$  进行放电，快速将门极电压拉至负压。

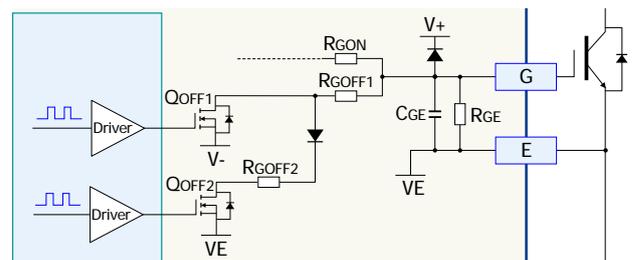
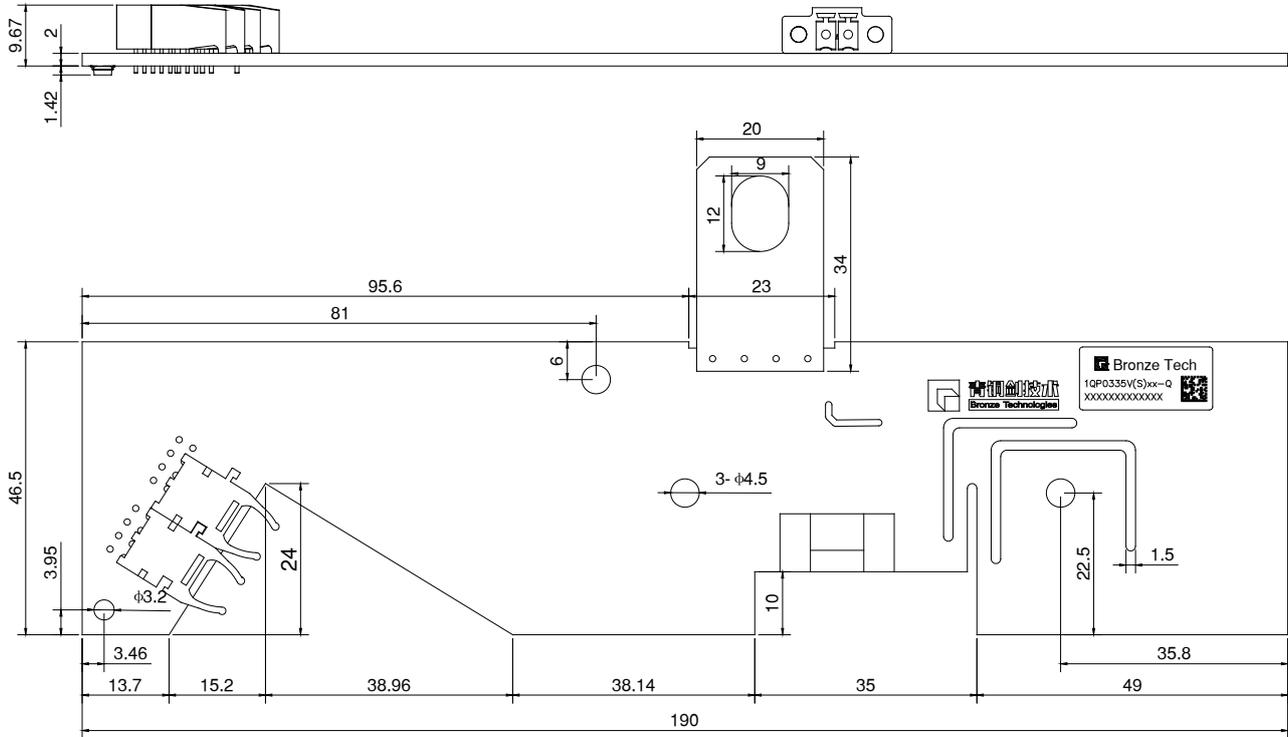


图 13 软关断示意图

## 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	06-Dec-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。

