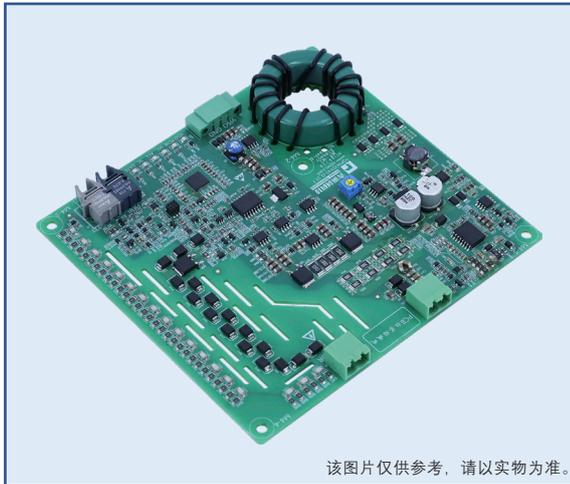


1QP0635V(S)45-Q 驱动器



特征

- 磁环感应供电，绝缘耐压 $\geq 30\text{kVac}$
- 单通道驱动功率 6W，峰值电流 $\pm 35\text{A}$
- 集成分级开通与分级关断功能
- 集成门极米勒钳位功能
- 集成门极短路保护功能
- 集成副边电源欠压保护功能
- 集成软关断功能
- 集成 VCE 短路退饱和保护功能
- 集成动态高级有源钳位功能
- 门极驱动电压定制
- 故障类型识别

RoHS

COMPLIANT

主要参数

V_G	+15V/-10V
P, MAX	6W
I_G , MAX	$\pm 35\text{A}$
f_s , MAX	30kHz
T_A	-40°C ~85°C
绝缘耐压	30kVac

描述

1QP0635V45-Q 是一款针对 4500V 压接封装的 IGBT/ IEGT 模块开发的即插即用型驱动器，适用于高压直流输电领域的断路器以及换流阀组的功率模块驱动。

1QP0635V45-Q 驱动器采用数字控制芯片 CPLD 和光纤信号传输接口，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。驱动器具有良好的 EMC 特性，适用于恶劣的电磁场环境。

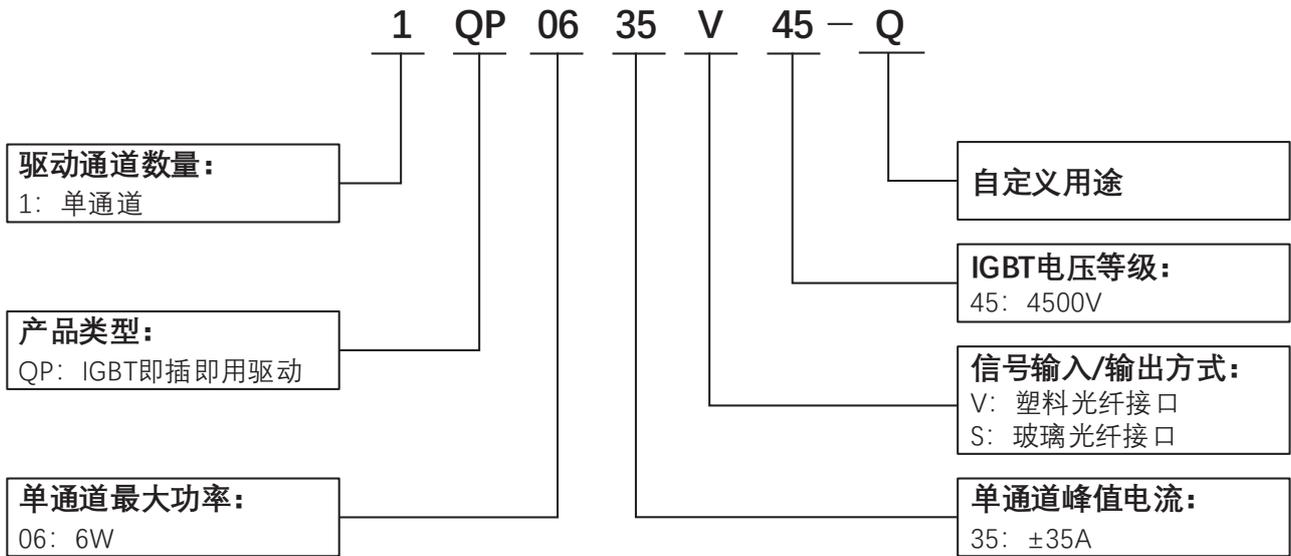
典型应用

- 柔性直流输电

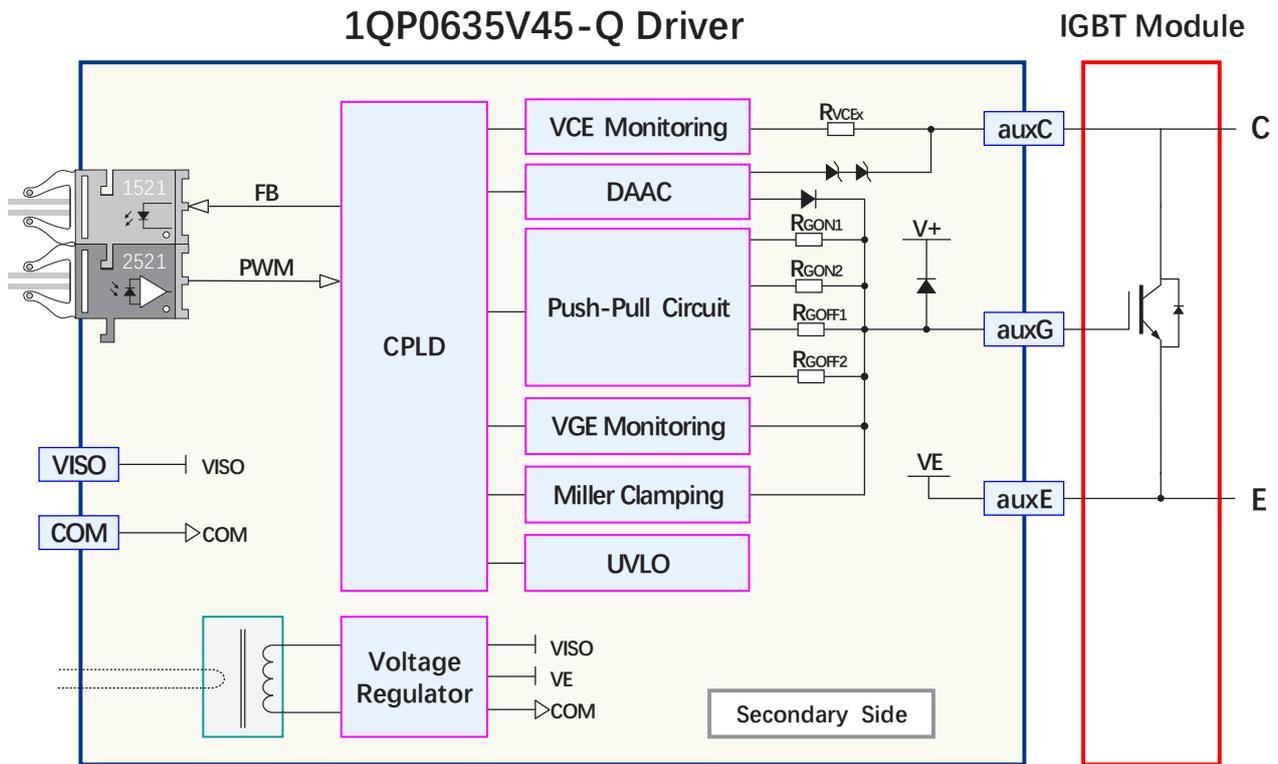
机械尺寸

机械尺寸图：参见第 11、12 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
J1	FB	反馈信号输出端
J2	PWM	驱动信号输入端

注: J1 型号: HFBR-2521ETZ 或 HFBR-2412TZ, 品牌: 博通。
J2 型号: HFBR-1521ETZ 或 HFBR-1414TZ, 品牌: 博通。

门极接口 -J4 端子定义

管脚	符号	说明
1	Gate	门极
2	VE	射极电位

注: 端子型号: MSTBA 2.5/2-G-5.08-1757242, 品牌: 菲尼克斯。

辅助电源接口 -J5 端子定义

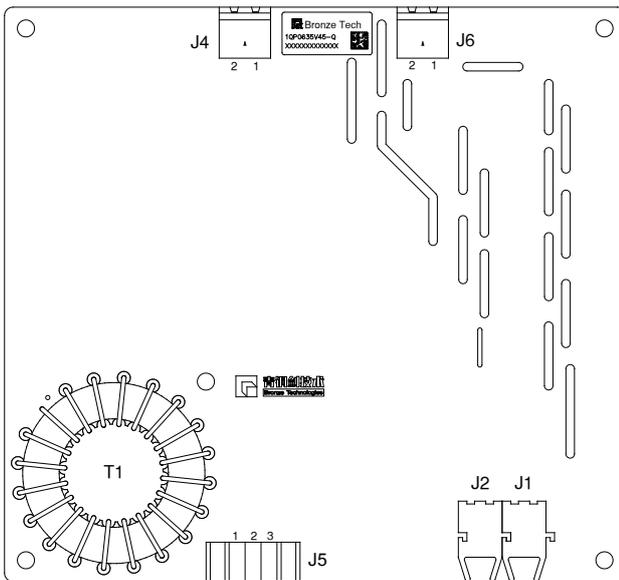
管脚	符号	说明
1	VISO	供电电源 +
2	NC	空脚
3	GND	信号 / 功率地

注: 端子型号: TP381H-00VF-3P, 品牌: 思科赛德。

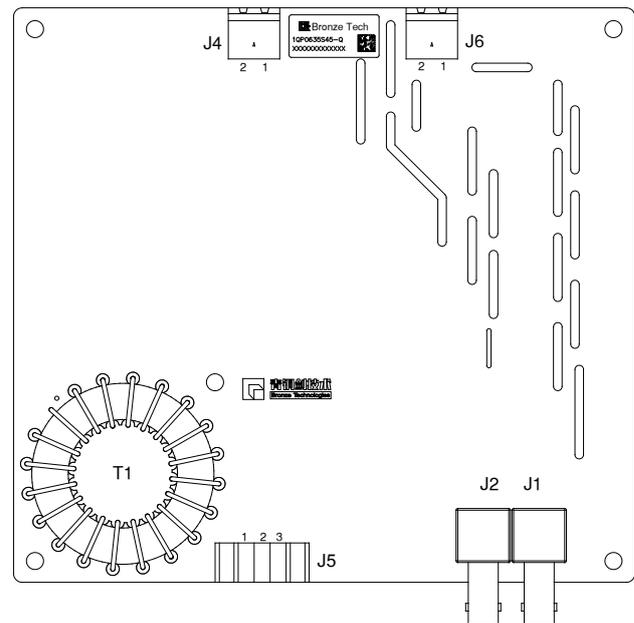
集电极接口 -J6 端子定义

管脚	符号	说明
1	Collector	集电极
2	Collector	集电极

注: 端子型号: MSTBA 2.5/2-G-5.08-1757242, 品牌: 菲尼克斯。



1QP0635V45-Q 接口示意图



1QP0635S45-Q 接口示意图

参数

绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
供电电源 ¹⁾		25	V
门极驱动功率 ²⁾		6	W
门极驱动电流		35	A
母线电压		3400	V
最大开关频率		30	kHz
原 / 副边绝缘电压		30	kVac
运行温度 T _A	-40	+85	°C
存储温度 T _S	-40	+85	°C
湿度 ³⁾		95	%
海拔高度 ⁴⁾		2000	m

注：1) 测试辅助供电，正常使用时是磁环感应供电，使用高绝缘导线穿过磁芯。
2) 在 T_A 允许温度范围内，单通道最大输出功率。
3) 不允许出现凝露现象。
4) 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°C，除非另有说明。

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电压 V _{CC} ¹⁾	VISO to GND	24.5	25	25.5	V
静态电流 I _{DDQ} ¹⁾	V _{ISO} =25V，无 PWM 输入		81		mA
供电电流 ¹⁾	V _{ISO} =25V，V _{GE} =+15/-10V，C _{GE} =300nF，R _{GON} =R _{GOFF} =0.7Ω，无负载，f _{SW} =1kHz		96		mA
	V _{ISO} =25V，V _{GE} =+15/-10V，C _{GE} =300nF，R _{GON} =R _{GOFF} =0.7Ω，1μF 负载，f _{SW} =4.8kHz（额载）		270		mA
	V _{ISO} =25V，V _{GE} =+15/-10V，C _{GE} =300nF，R _{GON} =R _{GOFF} =0.7Ω，1μF 负载，f _{SW} =9.6kHz（满载）		423		mA
副边全压 V _{CCO} ²⁾	VISO to GND	24.5	25	25.5	V
副边正压 V ₊	VISO to VE	14.8	15	15.2	V
副边负压 V ₋ ²⁾	GND to VE	-10.2	-10	-9.8	V

注：1) 辅助测试供电端供电，正常工作时使用原边电流源感应供电。
2) 副边全压典型值为空载测试值。
3) 副边负压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		14.8	15	15.2	V
	关断 OFF-State		-10.2	-10	-9.8	V
门极电流 I_G	开通 ON-State	$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GON}=0.7\Omega$			35	A
	关断 OFF-State	$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GOFF}=0.7\Omega$	-35			A

注：1) 可根据不同应用需求进行正电压幅值调整，请预先咨询技术人员。

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
正压欠压保护 阈值电压 ¹⁾	触发 V_{UV+}	VISO-VE		13.4		V
	恢复 V_{UVR+}	VISO-VE		13.6		V
负压欠压保护 阈值电压 ¹⁾	触发 V_{UV-}	GND-VE		-4.3		V
	恢复 V_{UVR-}	GND-VE		-4.5		V
短路保护阈值电压 V_{REF}				10		V
短路保护响应时间 $t_{SC}^{2)}$		$U_{BUS}>1400\text{V}$, $R_A=75\text{k}\Omega$, $C_A=33\text{pF}$		7.2		us
软关断时间 t_{SOFT}		V_{GE} 下降至 VE, $C_{GE}=300\text{nF}$, $R_{GOFF1}=0.7\Omega$, $R_{GOFF2}=5\Omega$		1.64		us
保护锁定时间 t_B				1		ms

注：1) 欠压保护时序图参见图 6。
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 ¹⁾	开通延时 t_{ON}	$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GON}=R_{GOFF}=0.7\Omega$, $C_{GE}=300\text{nF}$		450		ns
	关断延时 t_{OFF}			830		ns
开关延时 抖动 $t_{JITTER}^{2)}$	开通	$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GON}=R_{GOFF}=0.7\Omega$, $C_{GE}=300\text{nF}$		8		ns
	关断			11		ns
输出信号上升时间 t_r		$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GON}=0.7\Omega$, $C_{GE}=300\text{nF}$		710		ns
输出信号下降时间 t_f		$V_{GE}=+15/-10\text{V}$, $R_{GOFF}=0.7\Omega$, $C_{GE}=300\text{nF}$		1130		ns

注：1) 开通传输延时为输入光纤输出信号（灯亮）下降沿 90% 到门极信号上升沿全压幅值 10%。
关断传输延时为输入光纤输出信号（灯灭）上升沿 10% 到门极信号下降沿全压幅值 90%。
2) 由输入光纤输出信号的中心幅值到门极信号全压的中心幅值测得。

安全和抗干扰

环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ，除非另有说明。

参数		MIN	MAX	UNIT
绝缘耐压 ¹⁾			30	kVac
ESD 静电防护	接触放电	-8	8	kV
	空气放电	-15	15	kV
工频磁场抗扰度	稳定		100	A/m
	短时		1000	A/m
脉冲磁场抗扰度试验		-1000	1000	A/m
射频电磁场传导干扰抗扰度 ²⁾			30	V/m
阻尼振荡磁场抗扰度			100	A/m

注：1) 使用原边电流源通过高压绝缘线缆供电，50Hz 交流电压，1min，漏电流 < 1mA。
2) 测试频率 0.08~2GHz。
3) EMC 测试按照 GB/T 17626 规范执行。

特性和曲线

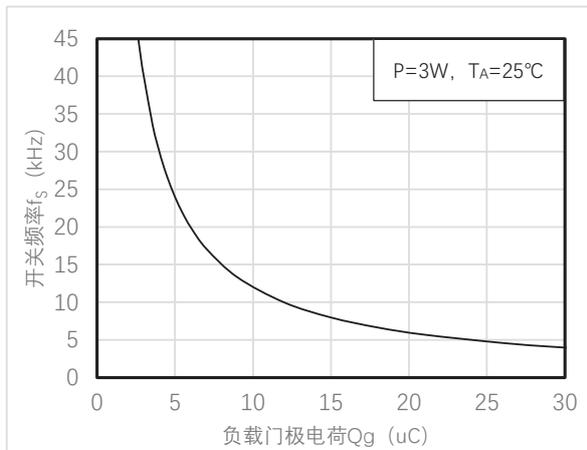


图 1 负载门极电荷 vs 开关频率

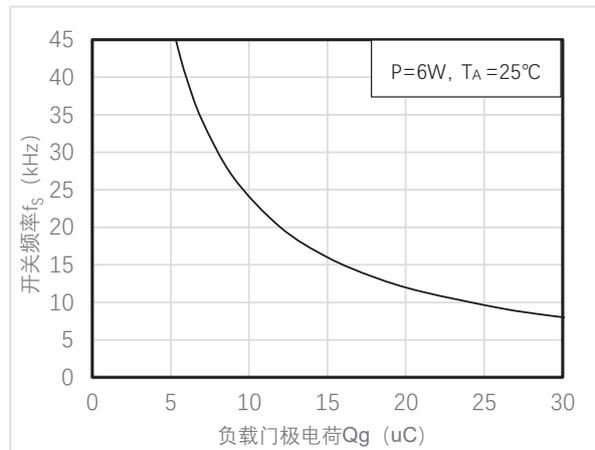


图 2 负载门极电荷 vs 开关频率

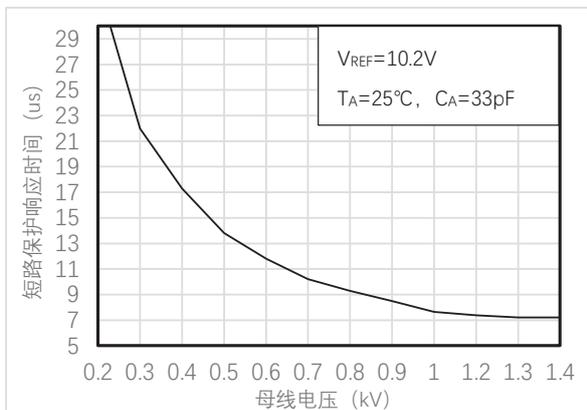


图 3 短路保护响应时间 vs 母线电压

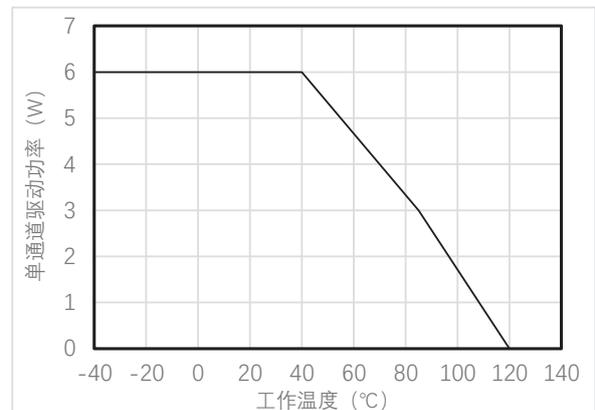


图 4 驱动功率 vs 工作温度

功能描述

电源及电源监控

驱动器配有开关型并联稳压 (boost) 电源, 以实现电流源型输入源的稳压功能; 后级的稳压电路产生所需驱动负压幅值。基本原理框图 (参见图 5)。驱动器配备有电源监控电路, 并实施欠压保护。

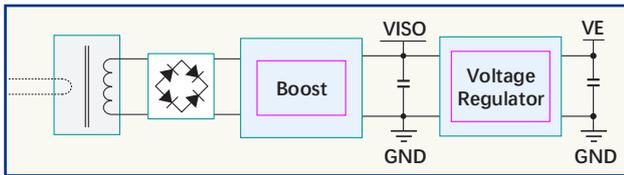


图 5 电源原理框图

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_{CC0} (V_{ISO} 至 GND 下同) 下降时, 驱动器会优先稳住正压 $V+$ (V_{ISO} 至 VE 下同), 而负压 $V-$ (GND 至 VE 下同) 逐渐抬升。当 $V-$ 抬升到 $-6.5V$ 后, 开始稳住负压, 正压 $V+$ 开始跟随全压 V_{CC0} 下降。当 $V+$ 下降至欠压保护阈值 V_{UV+} , 将启动欠压保护。

副边欠压保护首先会将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 FB 发送相应的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_{CC0} 恢复后, 驱动器会先恢复正压, 再恢复负压。驱动器的保护闭锁状态和 FB 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 6)。

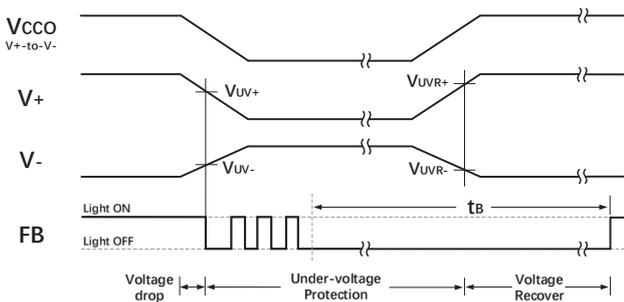


图 6 副边欠压保护逻辑图

触发信号 PWM 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 (参见图 7)。

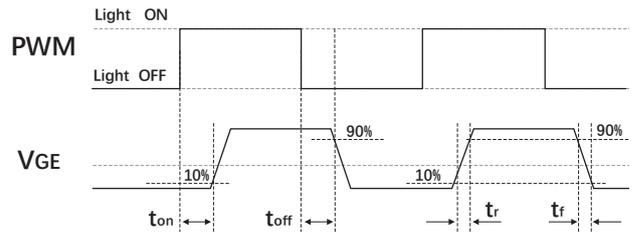


图 7 PWM 输入逻辑图

故障信号输出

驱动器正常工作时, 在接收到开通与关断信号时, 会通过光纤接口发送约 $1\mu s$ 的反馈信号告知上位机已执行相应动作。

驱动器通过光纤接口发送故障信号。光纤接口灯亮为 1, 灯灭为 0; 正常状态下信号为 1, 发生故障后信号翻转。以信号做为起始点, 每 $1\mu s$ 为一位, 数据长度 8 位, 完成数据发送后以 $1ms$ 低电平做为停止标志, 结束信号发送, 电平恢复为高电平 (参见图 8-12)。故障列表见下表:

故障名称	故障编码	击穿阈值
电源欠压故障	00101010	
短路保护故障	00101000	
门极短路故障	00100000	
门极欠压预警	00101111	
VCE 尖峰异常	01011111	

当发生电源欠压故障时, FB 光纤接口仅在故障发生时发一次代码序列, 之后保持为低电平 (光纤灯灭) 直到故障保持时间结束才恢复为高电平 (光纤灯亮)。

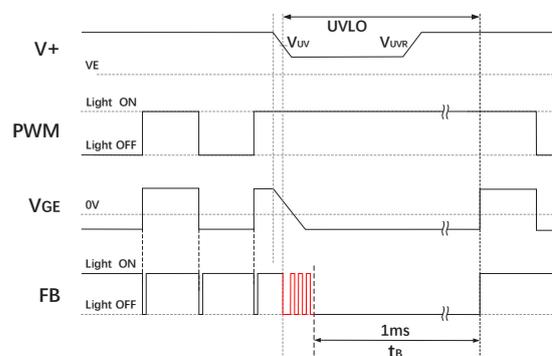


图 8 欠压保护逻辑图

当发生退饱和故障时，FB 光纤接口仅在故障发生时发一次代码序列，之后保持为低电平（光纤灯灭）直到故障保持时间结束才恢复为高电平（光纤灯亮）。

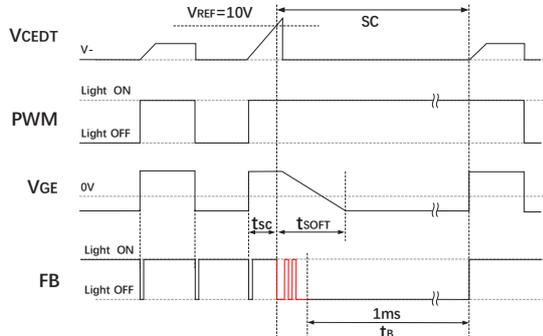


图 9 退饱和保护逻辑图

当发生门极短路时，FB 光纤接口仅在故障发生时发一次代码序列，之后保持为低电平（光纤灯灭），每隔 1ms 再次检测故障是否解除，如没有解除则继续封锁，如果解除则恢复正常。该故障会使驱动高阻输出，避免烧坏驱动器。

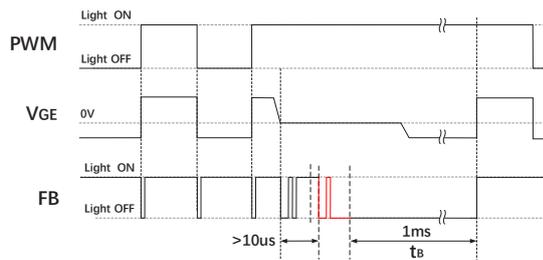


图 10 门极短路保护逻辑图

当发生门极欠压时，FB 光纤接口仅在故障发生时发一次代码序列，之后输出为正常状态（高电平）。此为预警信号，不影响正常开关。



图 11 门极欠压预警

当有源钳位功能触发后，FB 光纤接口仅在在有源钳位动作时发一次代码序列，之后输出为正常状态（高电平）。此为预警信号，不影响正常开关。

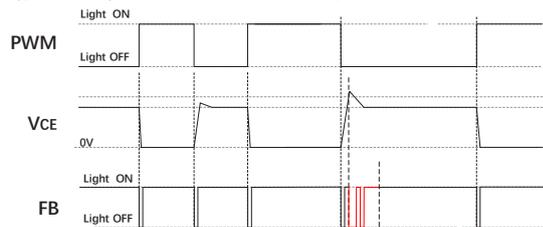


图 12 VCE 尖峰过高预警

IGBT 的开通和关断

当需要开通 IGBT 时， 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， 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。

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。

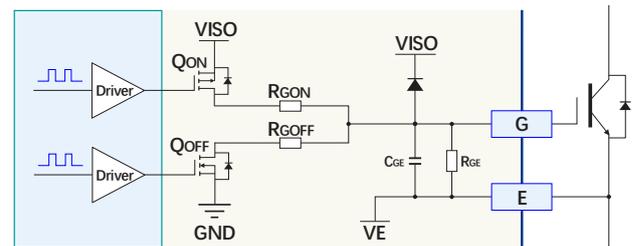


图 13 门极驱动电路图

分级开通与分级关断

驱动器在正常开通过程中，先将 Q_{ON1} 与 Q_{ON2} 打开，由 VISO 电位对门极充电，将门极电压抬升至 I_c 电流上升前；再将 Q_{ON1} 关断，保持 Q_{ON2} 开通；当门极电压度过米勒平台后，再打开 Q_{ON1} ，将门极电压充电至 VISO，实现 IGBT 的分级开通。

驱动器在正常关断过程中，先将 Q_{OFF1} 与 Q_{OFF2} 打开，对 GND 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 GND 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。

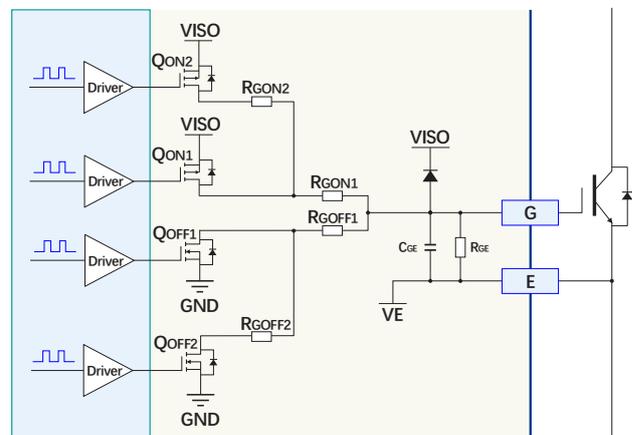


图 14 分级开通与分级关断示意图

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 $R_{G\text{OFF}}$ 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。

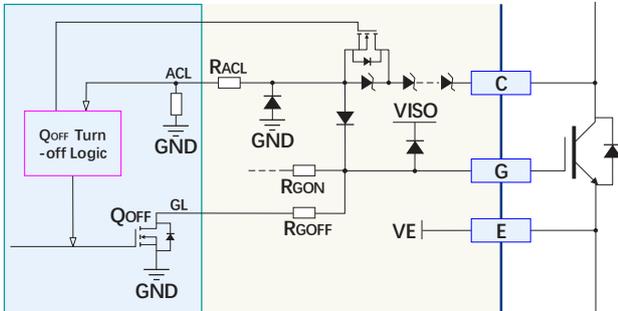


图 15 有源钳位电路原理框图

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，从而令 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 ($T_A=25^\circ\text{C}$)

电压等级	最高母线电压	击穿阈值
4500V	$\leq 3400\text{V}$	3900V

驱动器的 TVS 串因为自身热容量的原因，在通常的设计中，当 IGBT 正常关断时不会进入深度击穿，所以不会触发驱动器的 V_{CE} 尖峰异常预警。

门极米勒钳位

在驱动负压幅值较低或者功率模块米勒效应显著的应用情况中，因 IGBT 的端电压变化速度较快，为防止在开通过程中对对桥产生的串扰问题，防止直通情况的发生，特别设置了米勒钳位电路，在关断且 V_{GE} 电压低于 0V (VE to GND) 时启动米勒钳位，以有效地防止门极误开通。

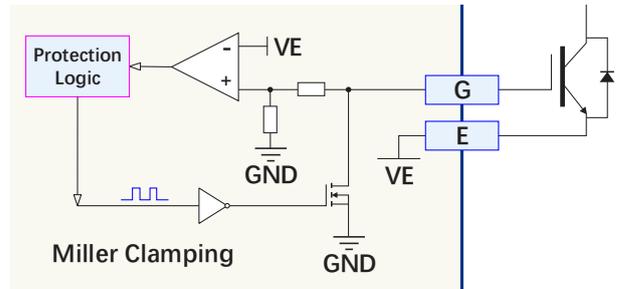


图 16 米勒钳位电路原理框图

IGBT 短路保护

驱动器具有退饱和和检测短路保护电路 (参见图 17)。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 $V_{C\text{EDT}}$ 钳位在 GND ，比较器不动作。

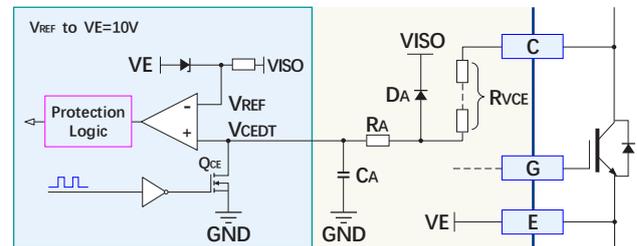


图 17 短路保护检测原理框图

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会将 Q_{CE} 关断，释放 $V_{C\text{EDT}}$ 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 $V_{C\text{EDT}}$ 电平逐渐抬升。随后 IGBT 开通， V_{CE} 迅速下降至 $V_{CE\text{-SAT}}$ ， $V_{C\text{EDT}}$ 也随之充电至 $V_{CE\text{-SAT}}$ 。由于 $V_{CE\text{-SAT}}$ 远低于保护触发值 V_{REF} ，比较器不动作，保护不启动。

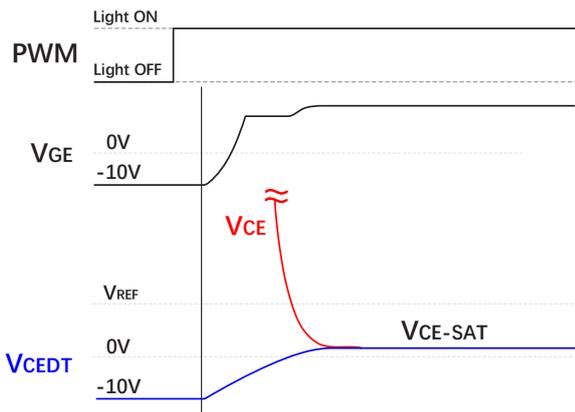


图 18 正常开通时 V_{CEDT} 信号波形图

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_{ISO} 。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 FB 信号，并根据策略发出系统闭锁命令（见图 19）。

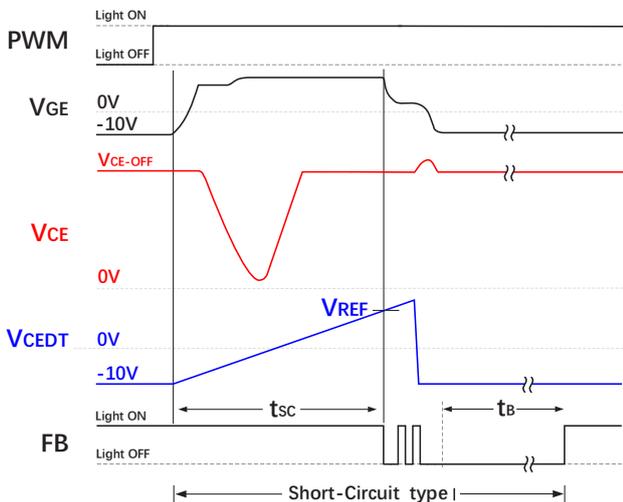


图 19 一类短路保护逻辑图

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（参见图 20）。驱动器只有在 IGBT 退饱和时才能检测到短路状态，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。

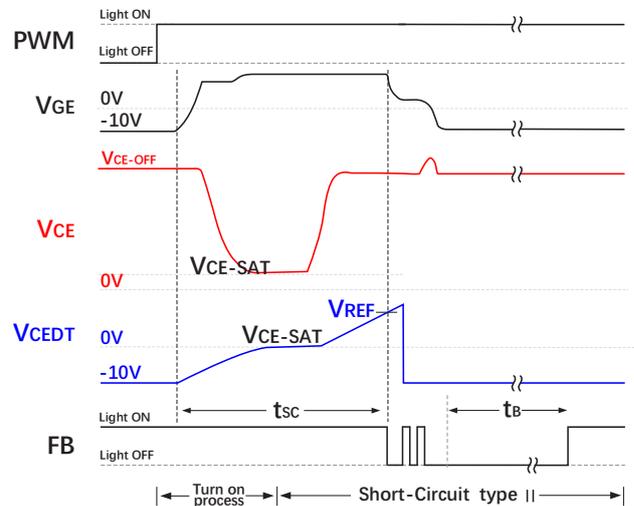


图 20 二类短路保护逻辑图

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 GND 进行放电，门极电压缓慢下降。经过封锁时间 t_B 后打开 Q_{OFF1} 。

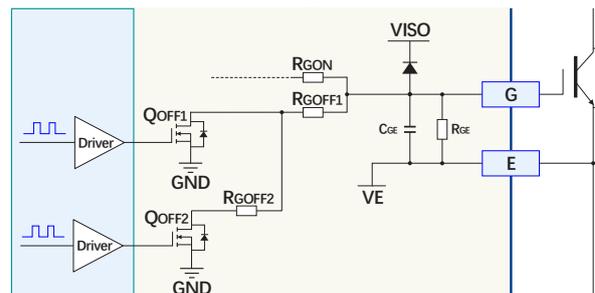
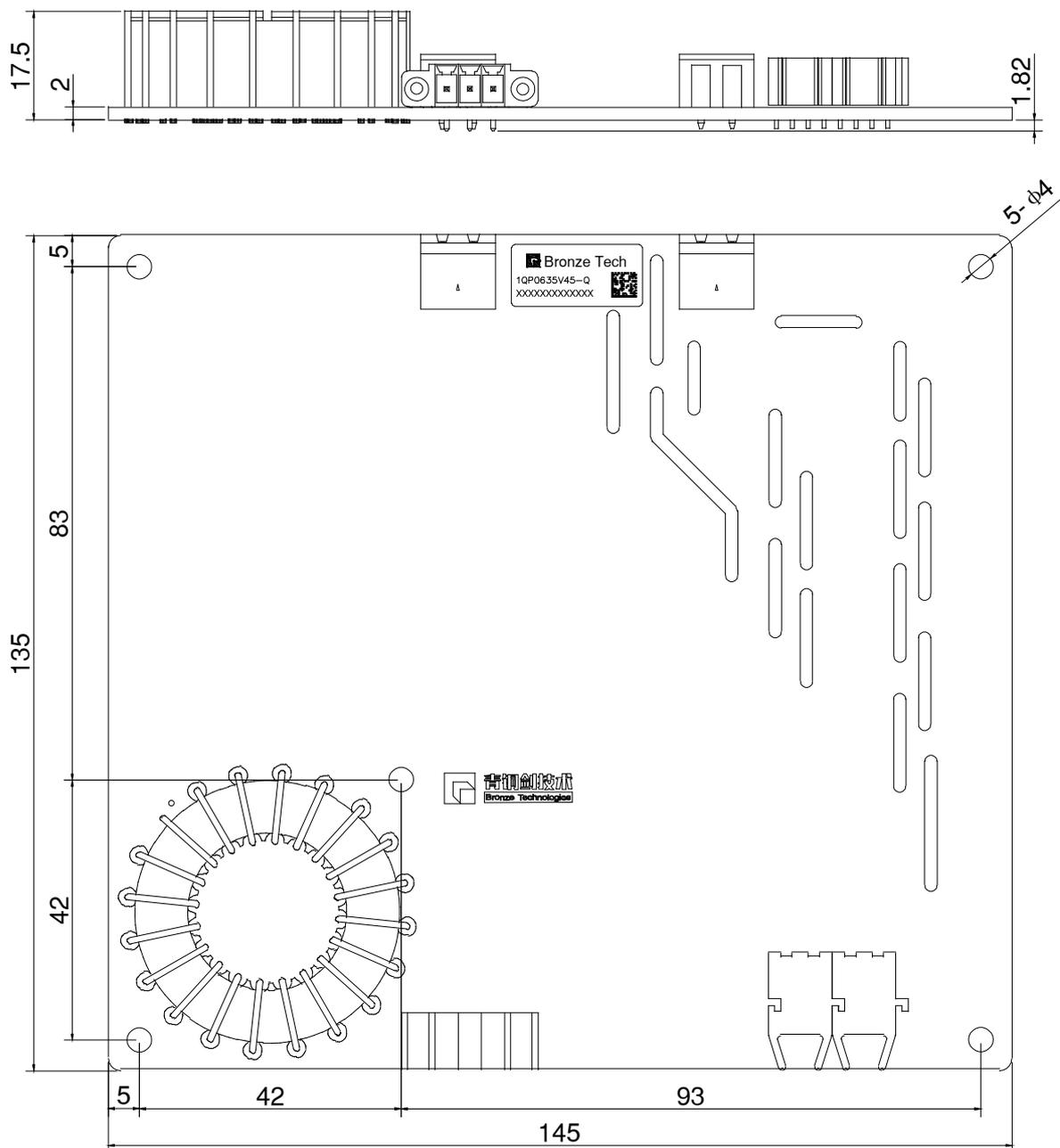
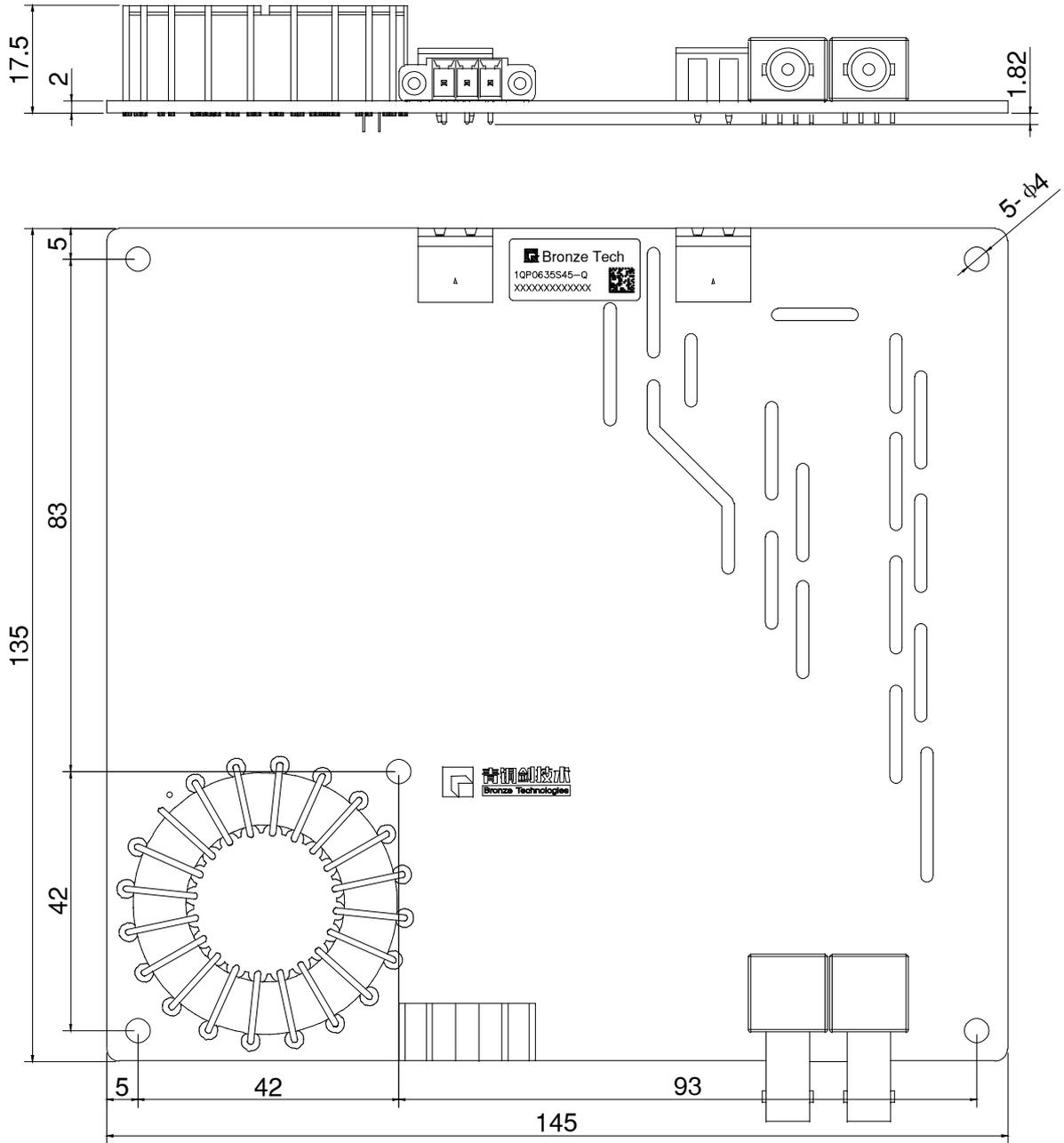


图 21 软关断示意图

机械结构图



1QP0635V45-Q 机械尺寸图



1QP0635S45-Q 机械尺寸图

- 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	24-Apr-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 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。



青铜剑科技集团 | 深圳青铜剑技术有限公司

地址：中国广东省 深圳市 南山区 留学生创业大厦二期 22 楼

官网：www.qtjtec.com

技术电话：+86 0755 33379866

技术邮箱：support@qtjtec.com



微信公众号