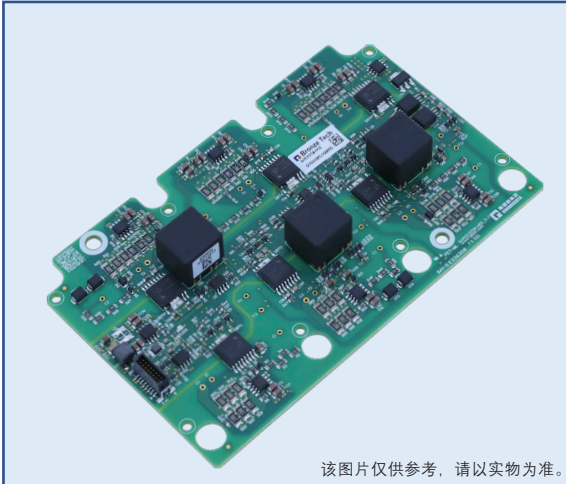


6AP0215T08-HPD 驱动器



特征

- 100% 车规级器件
- 六通道 IGBT 驱动器
- 功率器件最高电压 750V
- 单通道驱动功率 2W，峰值电流 $\pm 15A$
- 适配 HybridPack™ Drive 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
- 集成 PWM 互锁功能
- 集成有源钳位
- 集成 VCE 短路保护
- 集成 NTC 检测
- 母线电压检测功能

RoHS
COMPLIANT

主要参数

V_{CC}	15V
V_G	+15, -9V
P, MAX	2W
I_G , MAX	$\pm 15A$
f_s , MAX	10kHz
T_A	-40°C ~105°C
绝缘耐压	2500Vac

描述

6AP0215T08-HPD 是一款基于 FluxLink 技术设计而成的六通道、中功率、智能化、紧凑型、高可靠性驱动器，针对中功率、低压、高可靠性领域设计而成。

6AP0215T08-HPD 适用于 HybridPack™ Drive 封装 750V 的 IGBT 模块的两电平拓扑，即插即用的功能使驱动板可直接焊接在 IGBT 上使用，无需要转接处理，通过螺丝固定在 IGBT 模块上。

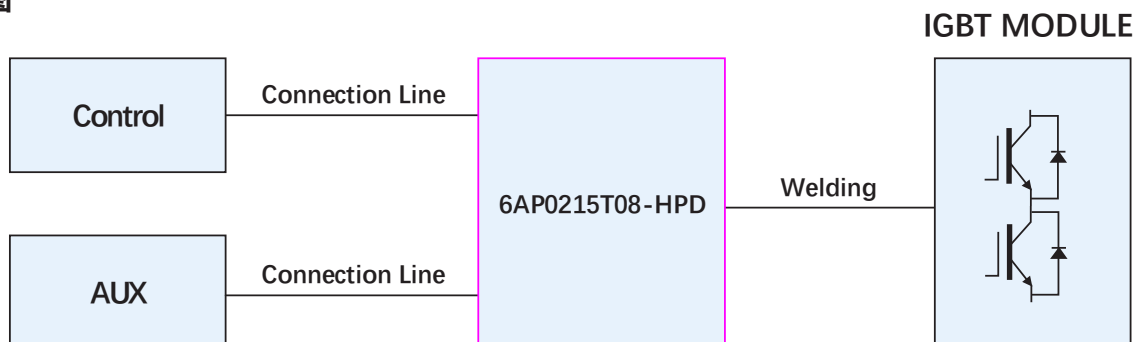
典型应用

- 电驱控制器
- 电机传动

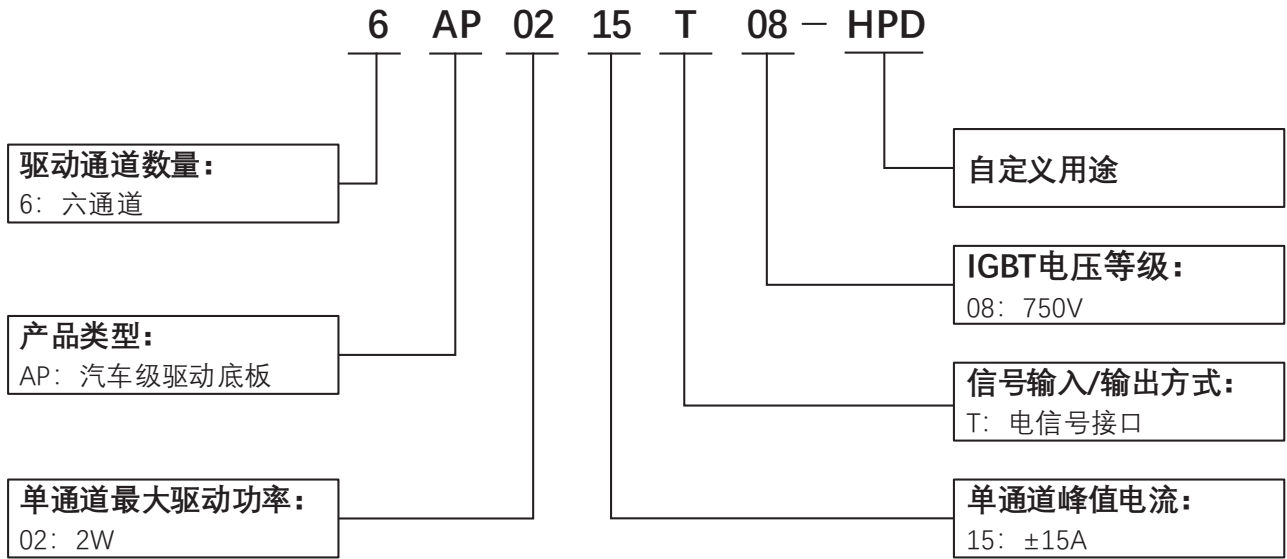
机械尺寸

机械尺寸图：参见第 14 页

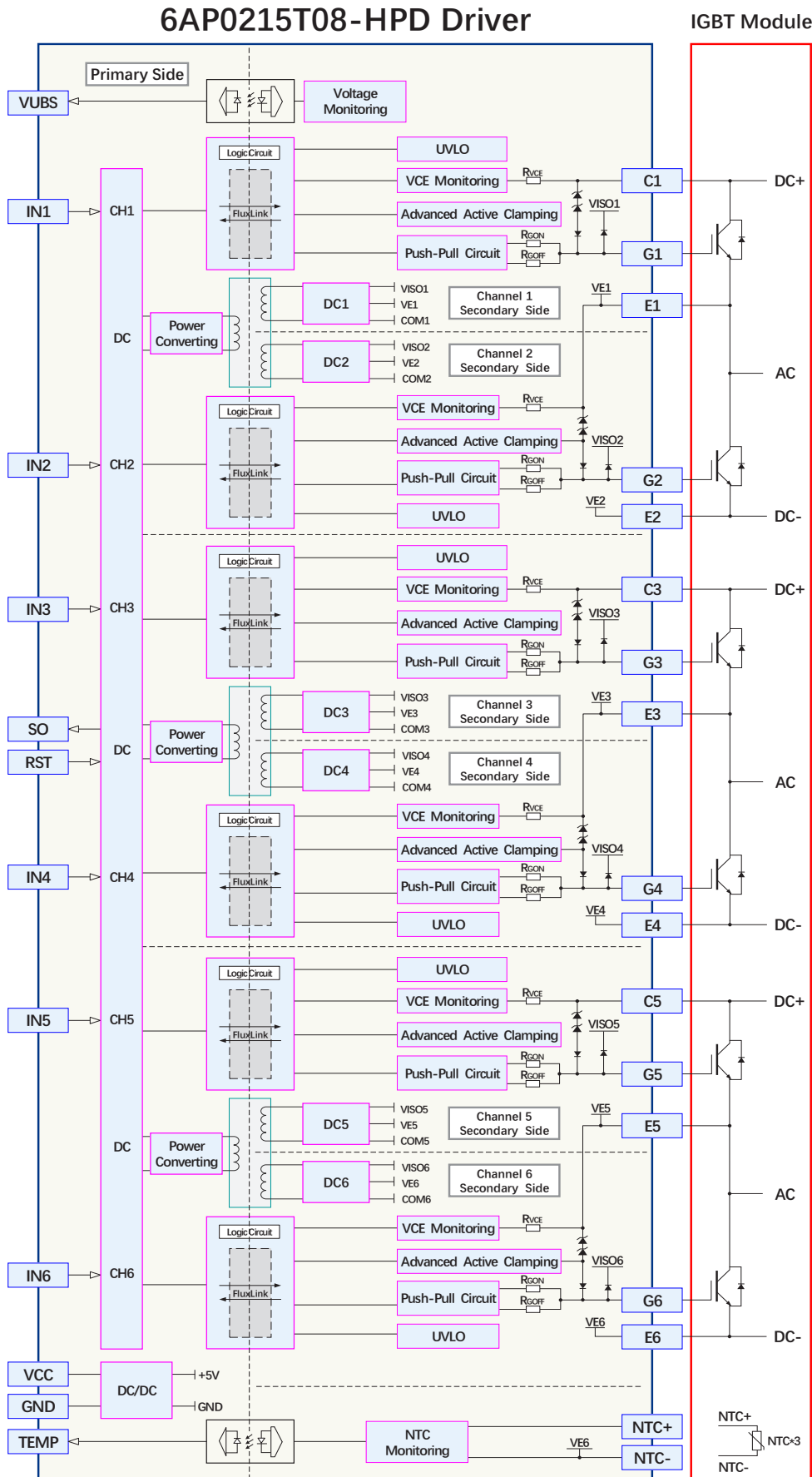
连接图



型号定义



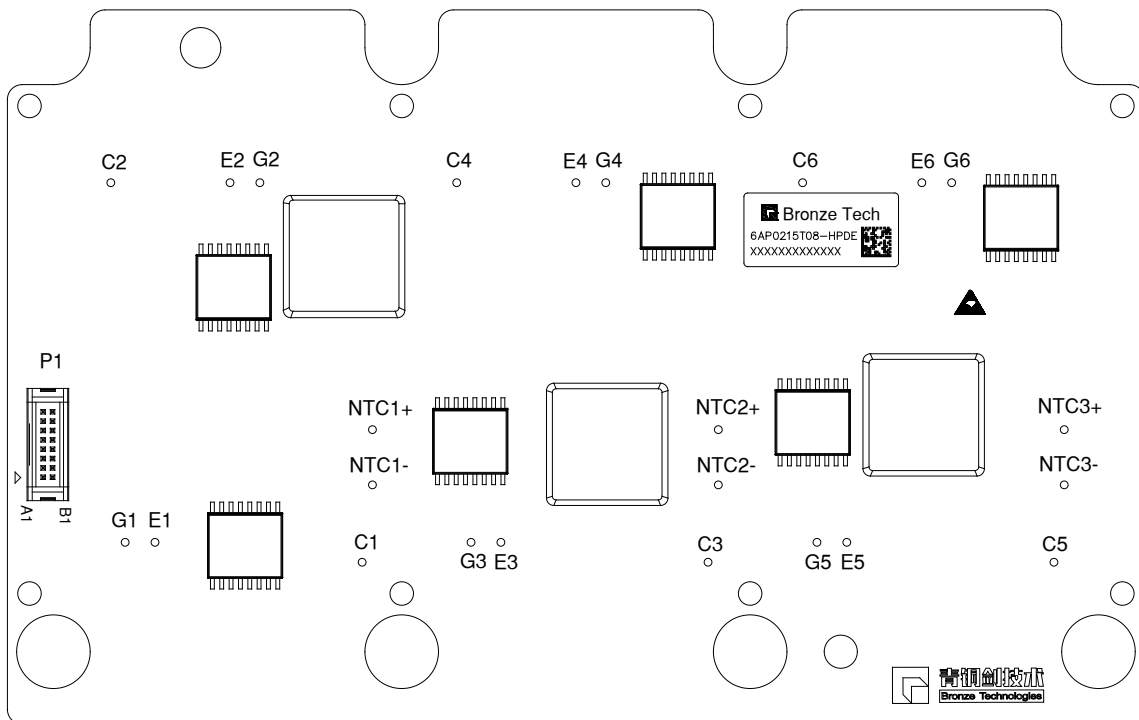
原理框图



P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
A1	IN1	1 通道 (T1 管) 触发信号输入	B1	IN2	2 通道 (T2 管) 触发信号输入
A2	RST	故障信号复位	B2	IN3	3 通道 (T3 管) 触发信号输入
A3	SO	故障信号输出	B3	IN4	4 通道 (T4 管) 触发信号输入
A4	GND	信号 / 功率地	B4	IN5	5 通道 (T5 管) 触发信号输入
A5	GND	信号 / 功率地	B5	IN6	6 通道 (T6 管) 触发信号输入
A6	VBUS	母线电压采样	B6	NTC	NTC 采样输出 +
A7	GND	信号 / 功率地	B7	VCC	供电电源输入 +
A8	GND	信号 / 功率地	B8	VCC	供电电源输入 +

注: 1) 默认配置接口 16pin 连接器, 型号为: 254587, 品牌: ERNI。



参数

绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
VCC to GND	14.5	15.5	V
IN1-IN6, SO to GND		5	V
供电电源		15.5	V
门极驱动功率 ¹⁾		2	W
门极驱动电流	-15	15	A
母线电压 ²⁾		500	V
供电电源最大电流 ³⁾		600	mA
最大开关频率		10	kHz
原 / 副边绝缘电压		2500	V
副 / 副边绝缘电压		2000	V
运行温度 T_A	-40	105	°C
存储温度 T_S	-40	105	°C
湿度 ⁴⁾		95	%
海拔高度 ⁵⁾		2500	m
注：1) 在 T_A 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 ¹⁾	$V_{CC}=15\text{V}$		80		%
静态电流 I_{DDQ} ²⁾	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载		200		mA
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=0\text{kHz}$		300		mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，100nF 负载 $f_{SW}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比		500		mA
副边全压 V_{CCO} ³⁾	VISO to COM		24		V
副边正压 $V+$	VISO to VE		15		V
副边负压 $V-$	COM to VE		-9		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~IN6 输入电压 $V_{IN}^{1)}$	电压限值	$V_{CC}=15\text{V}$	5		V
	开通阈值 V_{INH}	$V_{CC}=15\text{V}$	3		V
	关断阈值 V_{INL}	$V_{CC}=15\text{V}$	1.8		V
逻辑输入电流 I_{DD}	$V_{CC}=15\text{V}$		7		mA
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”。					

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		-9		V
门极电流 I_G	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GON}=2.27\Omega$			15	A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GOFF}=7.3\Omega$	-15			A
SO 输出电压 $V_{SO}^{1)}$	正常状态	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=4.7\text{k}\Omega$		5		V
	保护状态	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=4.7\text{k}\Omega$		0.7		V
SO 端电流 I_{SO}		$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{SO}=4.7\text{k}\Omega$		10		mA
NTC 电阻			由 IGBT 模组决定			
注: 1) R_{SO} 为保护输出端 SO 上拉电阻, 默认为 5V 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	触发 V_{CCUV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-GND		3.8		V
	恢复 V_{CCUVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-GND		5		V
副边正压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-VE		11.4		V
	恢复 V_{UVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$, VCC-VE		11.5		V
短路保护阈值电压 V_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		9		V
短路保护响应时间 $t_{sc}^{1)}$		$U_{BUS}>400\text{V}$, $R_A=120\text{k}\Omega$, $C_A=33\text{pF}$		6		us
软关断时间 t_{SOFT}		Vgon connecting to VE, 100nF 负载		3		us
直流母线电压采样电压 V_{UBS}		直流母线电压采样电路电压测量范围	50		500	V
母线电压采样精度 δV_{UBS}		$V_{CC}=15\text{V}$		5		V
母线电压采样响应时间 t_{VUBS}		$V_{CC}=15\text{V}$	50		150	us
保护锁定时间 t_B		$V_{CC}=15\text{V}$		84		us
注: 1) 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}	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_{GON}=2.27\Omega$, $R_{GOFF}=7.3\Omega$		350		ns
	关断延时 t_{OFF}			350		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		MIN	TYP	MAX	UNIT
绝缘耐压 ¹⁾			2500		V
原边 - 副边 ²⁾	电气间隙		4		mm
	爬电距离		4		mm
副边 - 副边	电气间隙		2.5		mm
	爬电距离		2.5		mm
ESD 静电防护 ³⁾	接触放电		± 4		kV
	空气放电		± 8		kV
电快速瞬变脉冲群抗扰度			± 2		kV

注：1) 测试条件为 2500V, 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。

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 1 所示）。

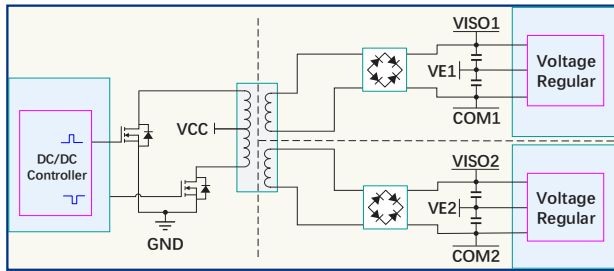


图 1 电源原理框图

驱动器的原边及六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。六个副边驱动电路将锁定在关断状态，使 IGBT 保持在关断；输出保护信号 SO（如图 2 所示）。

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 SO。

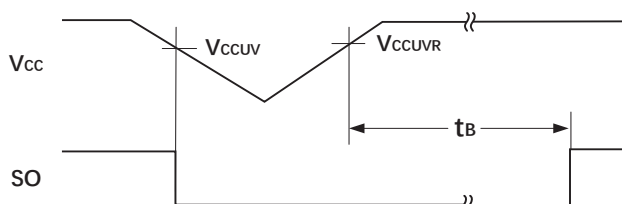


图 2 原边欠压保护逻辑图

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）逐渐拾升。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，其他通道不会受影响，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。

触发信号 IN_x 输入和传输逻辑

触发信号由 IN_x 端口输入（参见图 3），默认状态 $R_1=1k\Omega$ ， $R_2=4.7k\Omega$ ， $C_1=100pF$ 。

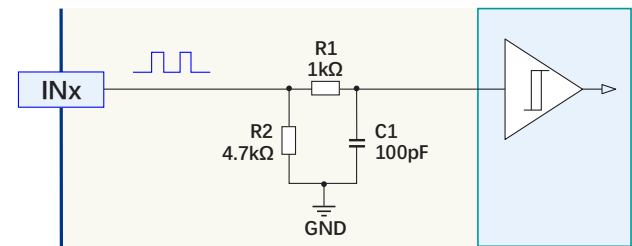


图 3 IN_x 输入电路图

传输逻辑

触发信号由 IN_x 端口输入，输入 IN_1 对应 1 通道，输入 IN_2 对应 2 通道；传输逻辑（参见图 4）。高电平将对应的 IGBT 开通，低电平将对应的 IGBT 关断。

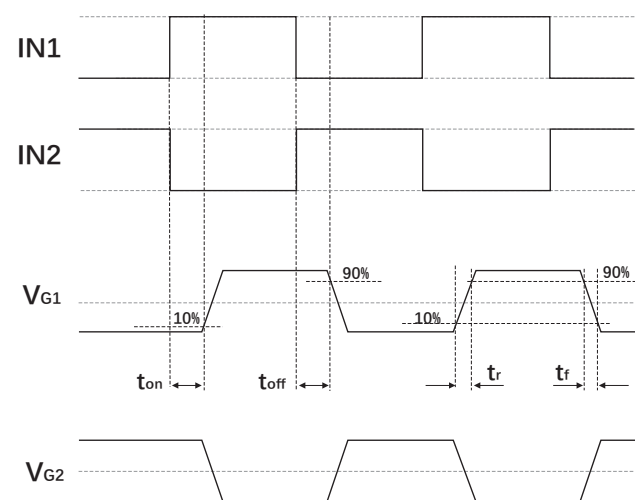


图 4 传输逻辑图

驱动器上增加了 PWM 输入信号逻辑互锁功能，IN1 和 IN2 输入信号逻辑互锁，IN3 和 IN4 输入信号逻辑互锁，IN5 和 IN6 输入信号逻辑互锁；当 T1 和 T2 管、T3 和 T4 管、T5 和 T6 管对应的 PWM 控制信号输入同时为高时，锁住输入的 PWM 信号使输出为低电平，IGBT 关闭。

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 SO 内部为漏极开路形式，（参见图 5）。正常情况下，Q_{SO} 截止，SO 输出端为高电平（5V）。当驱动器的某个通道出现保护时，对应通道的故障信号通过芯片传到原边，此时 Q_{SO} 将导通，SO 变为低电平（接地）。默认状态 R3=39Ω，R4=4.7kΩ，Q_{SO} 管的过电流能力为 10mA。

当故障解除后，可通过复位信号 RST 使 Q_{SO} 截止，恢复正常。

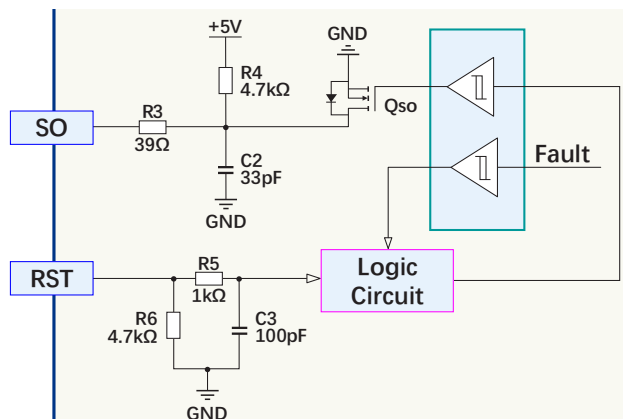


图 5 保护信号输出

IGBT 的开通和关断

当需要开通 IGBT 时，驱动器内部芯片内的 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。在驱动器外部外置推挽输出，以拓展驱动电流能力。

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。

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。

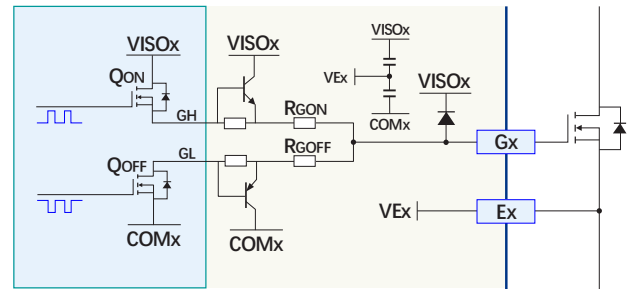


图 6 门极驱动电路图

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 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，有源钳位电路的原理（参见图 7）。

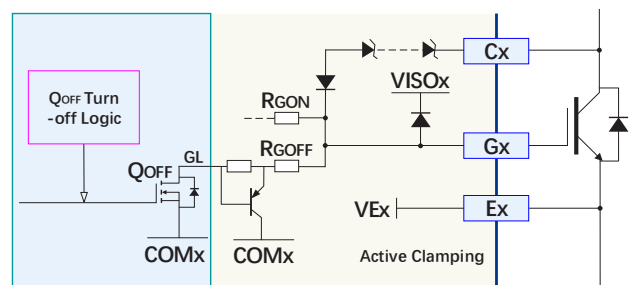


图 7 有源钳位电路原理图

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。当 IGBT 的 V_{CE} 尖峰电压超过一个击穿阈值时，TVS 串将被打通，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} 电压得到抑制。

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°C)

驱动型号	模块电压等级	击穿阈值
6AP0215T08-HPD	750V	600V

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 8)，六个通道各自独立。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 Q_{CE} 打开，使得 V_{CEDT} 钳位在 COM_x ，远低于保护触发值 V_{REF} (9V)，比较器不动作。

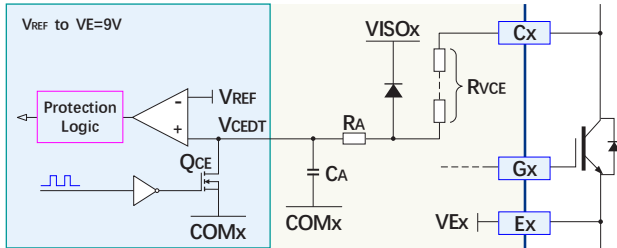


图 8 短路保护检测原理框图

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 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} (参见图 9)。正常工作时， V_{CE-SAT} 电压比较低，最大值 2V 左右，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。

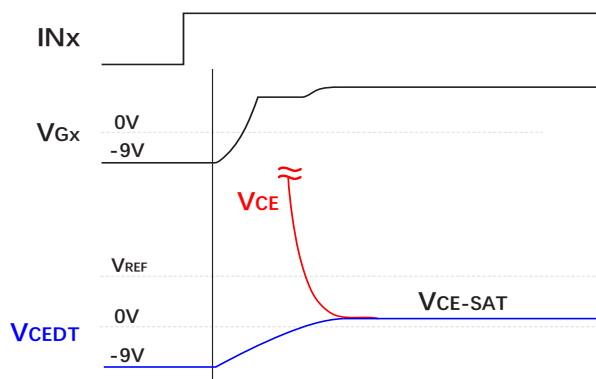


图 9 正常开通时 V_{CEDT} 信号波形图

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_{ISOx} (相对 V_{Ex} 为 +15V)。在此过程中， V_{CEDT} 会越过 V_{REF} (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 SO_x 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。

六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 (参见图 10)。

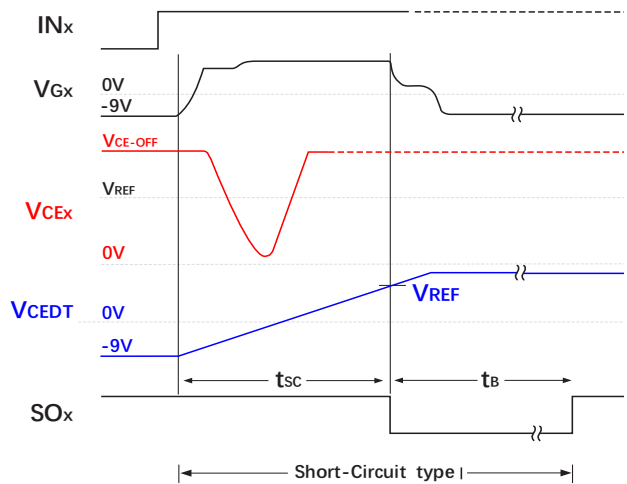


图 10 一类短路保护逻辑图

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 (参见图 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。

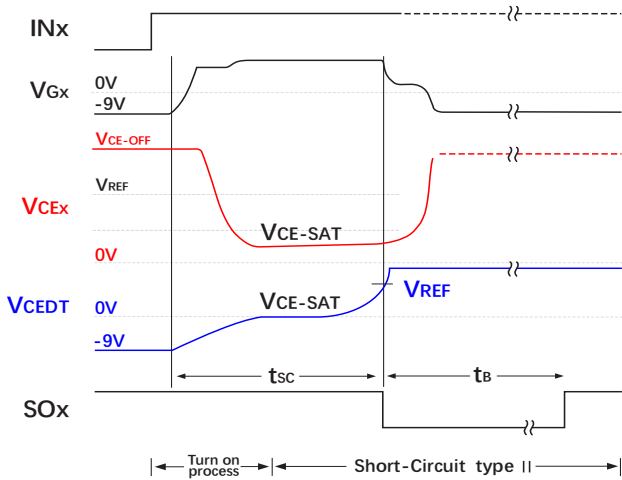


图 11 二类短路保护逻辑图

温度采样和保护:

驱动器采用电阻分压的方法对 NTC 电阻两端电压进行采样，转换为可直接供 A/D 采样的电压信号输出，分别采集 IGBT 内部的 3 路 NTC 电信号，经过二极管传输到光耦输入端，选择电信号最高的一路通过光耦对外输出，并通过光耦实现原副边隔离，温度采样范围：0 ~ 125℃，输出电压范围：0 ~ 2.5V。输出采样电压 V_{NTC} 关系见公式 1:

$$V_{NTC} = \frac{5V * 1.2k\Omega}{R_{NTC} + 1k\Omega + 1.2k\Omega}$$

注意：本 NTC 电路实测电压和计算值可能存在一定偏差，由于本产品为客户定制产品，客户端可通过实测温度对应的输出电压之间的偏差进行修正，然后通过记录生成表格，最后通过查表来识别 NTC 温度。差进行修正，然后通过描点记录生成表格，最后通过查表来识别 NTC 温度。

表 2 NTC 电压对照表:

Temp(°C)	RNTC(kΩ)	VNTC(V)
25	5	0.83
35	3.47	1.06
45	2.46	1.29
55	1.77	1.51
65	1.30	1.71
75	0.97	1.89
85	0.73	2.05
95	0.56	2.17
105	0.44	2.28
115	0.34	2.36
125	0.27	2.43
135	0.22	2.48
145	0.18	2.52

母线电压采样:

驱动器集成系统母线电压采样功能，可采样整机系统直流母线电压值转换为可直接供 A/D 采样的电压信号输出，并通过光耦实现原副边隔离。采样范围 0~450V，对应输出电压，0~2V，变比转换公式见公式 2:

$$V_{BUS_OUT} = V_{BUS} * 4.7K / 1054.7K$$

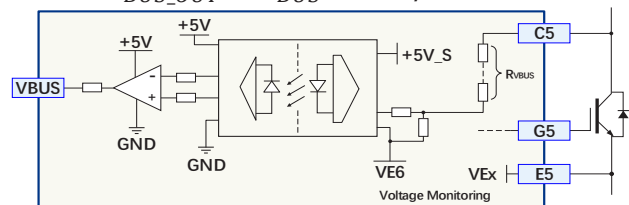


图 13 母线电压采样示意图

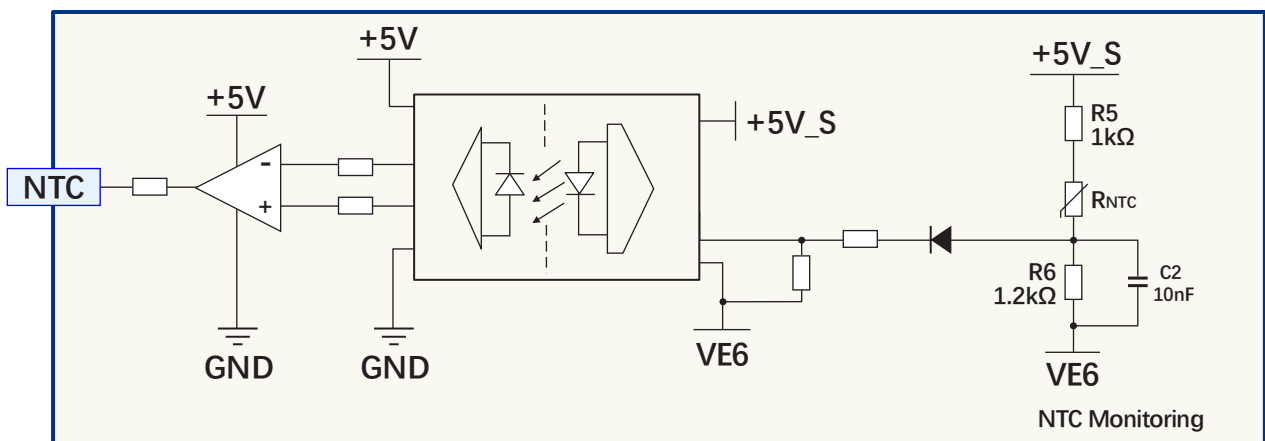
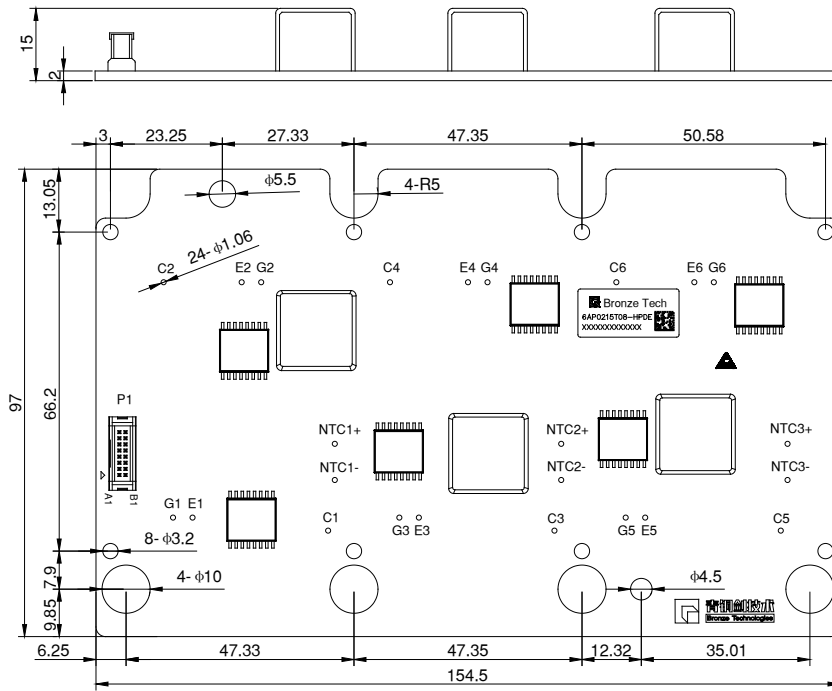


图 12 故障输出示意图

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	16-Nov-2018
V1.1	新增故障锁定功能测试	07-May-2020
V1.2	说明书模板变更	02-Nov-2020
V1.3	说明书模板变更、内容规范化	03-Aug-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.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 22 楼

官网：www.qtjtec.com

技术电话：+86 0755 77779866

技术邮箱：support@qtjtec.com



微信公众号