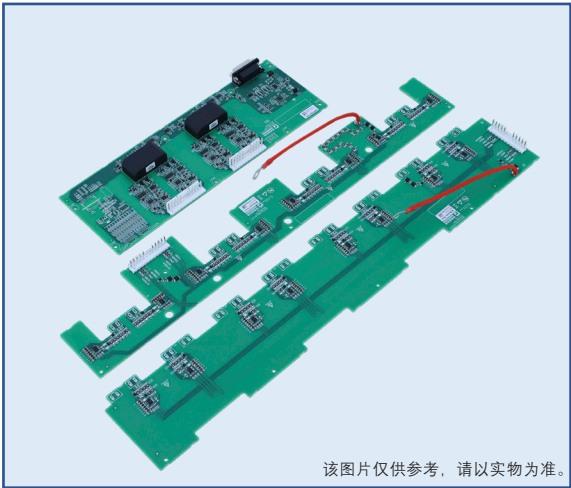


4QP0415T12-TB4A 驱动器



特征

- 4 通道 IGBT 驱动器
- 功率器件最高电压 1200V
- 单通道驱动功率 4W，峰值电流 $\pm 15A$
- 适配 62 封装 1200V IGBT 模块
- 适配 NPC I 型三电平四并联
- 集成隔离 DC/DC 电源
- DB15 接口输入 / 输出
- 集成原边 / 副边电源欠压保护
- 集成 VCE 短路保护
- 集成软关断
- 集成 PWM 互锁功能
- 集成关断时序管理

RoHS
COMPLIANT

主要参数

V_{CC}	15V
V_G	+15V, -15V
P, MAX	4W
I_G , MAX	15A
f_s , MAX	10kHz
T_A	-40°C ~100°C
绝缘耐压	4500Vac

描述

4QP0415T12-TB4A 是一款针对英飞凌 62mm 封装搭建的 NPC I 型三电平的 4 通道大功率、智能化驱动器，针对大功率 / 高可靠性领域设计而成。

4QP0415T12-TB4A 适用于 1200V 62mm 封装 IGBT 模块搭建的 NPC I 型三电平四并联拓扑。

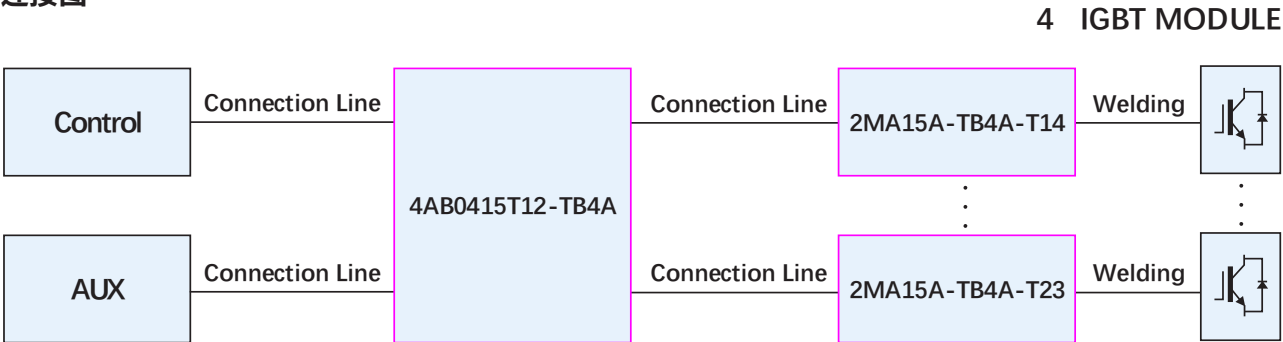
典型应用

- 光伏逆变器
- 风电变流器
- 储能变流器

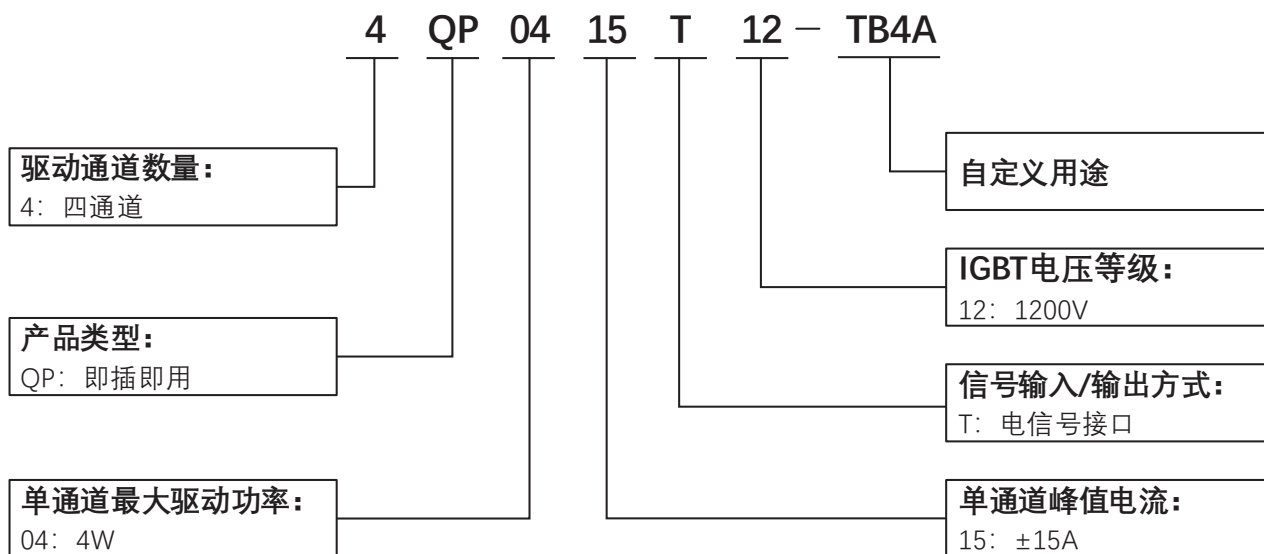
机械尺寸

机械尺寸图：参见第 15 页

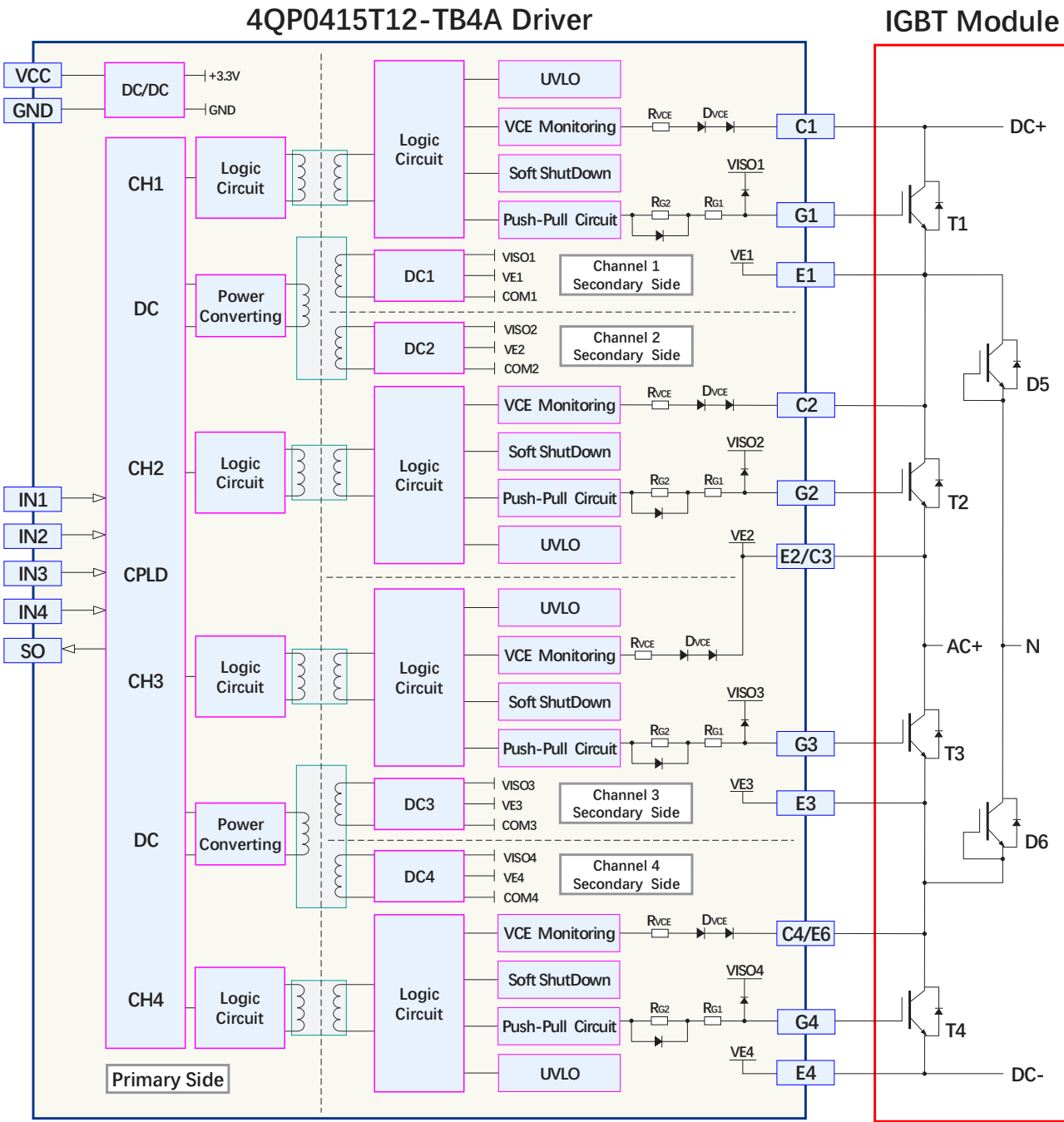
连接图



型号定义



原理框图



接口定义

P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VCC	驱动器电源	9	GND	信号 / 功率地
2	VCC	驱动器电源	10	GND	信号 / 功率地
3	IN1	PWM 信号输入, 对应通道 1	11	GND	信号 / 功率地
4	IN2	PWM 信号输入, 对应通道 2	12	GND	信号 / 功率地
5	SO	通道状态输出, 推挽输出	13	GND	信号 / 功率地
6	IN3	PWM 信号输入, 对应通道 3	14	GND	信号 / 功率地
7	IN4	PWM 信号输入, 对应通道 4	15	GND	信号 / 功率地
8	N.C	无连接			

注: 默认配置接口 DB15 连接器, 型号为: 6223-15MSNS0B02, 品牌: WCON。

P3 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VISO2+	T2 管副边正电源	12	VCESAT3	T3 管 V_{CE} 检测信号
2	SENSE2	T2 管 SENSE 信号	11	VISO3-	T3 管副边负电源
3	COM2	T2 管副边电源地	10	COM3	T3 管副边电源地
4	VISO2-	T2 管副边负电源	9	SENSE3	T3 管 SENSE 信号
5	VCESAT2	T2 管 V_{CE} 检测信号	8	VISO3+	T3 管副边正电源
6	N.C	/	7	N.C	/

注: 该端子为底座板 4AB0415T12-TB4A 的连接器, 型号为: WF3963-WSH12B02, 品牌: WCON。

P4 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VISO1+	T1 管副边正电源	12	VCESAT4	T4 管 V_{CE} 检测信号
2	SENSE1	T1 管 SENSE 信号	11	VISO4-	T4 管副边负电源
3	COM1	T1 管副边电源地	10	COM4	T4 管副边电源地
4	VISO1-	T1 管副边负电源	9	SENSE4	T4 管 SENSE 信号
5	VCESAT1	T1 管 V_{CE} 检测信号	8	VISO4+	T4 管副边正电源
6	N.C	/	7	N.C	/

注: 该端子为底座板 4AB0415T12-TB4A 的连接器, 型号为: WF3963-WSH12B02, 品牌: WCON。

S1_P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VISO2+	T2 管副边正电源	12	VCESAT3	T3 管 V_{CE} 检测信号
2	SENSE2	T2 管 SENSE 信号	11	VISO3-	T3 管副边负电源
3	COM2	T2 管副边电源地	10	COM3	T3 管副边电源地
4	VISO2-	T2 管副边负电源	9	SENSE3	T3 管 SENSE 信号
5	VCESAT2	T2 管 V_{CE} 检测信号	8	VISO3+	T3 管副边正电源
6	N.C	/	7	N.C	/

注：1) 该端子为门极板 2MA15A-TB4A-T23 的连接器，型号为：WF3963-WSH12B02，品牌：WCON。

2) 配套线缆型号为：WF3963-WSH12B02-QL，品牌：WCON。

S2_P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
1	VISO1+	T1 管副边正电源	12	VCESAT4	T4 管 V_{CE} 检测信号
2	SENSE1	T1 管 SENSE 信号	11	VISO4-	T4 管副边负电源
3	COM1	T1 管副边电源地	10	COM4	T4 管副边电源地
4	VISO1-	T1 管副边负电源	9	SENSE4	T4 管 SENSE 信号
5	VCESAT1	T1 管 V_{CE} 检测信号	8	VISO4+	T4 管副边正电源
6	N.C	/	7	N.C	/

注：1) 该端子为门极板 2MA15A-TB4A-T14 的连接器，型号为：WF3963-WSH12B02，品牌：WCON。

2) 配套线缆型号为：WF3963-WSH12B02-QL，品牌：WCON。

参数

绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
VCC to GND	14.5	15.5	V
IN1-IN4, SO to GND		15.5	V
供电电源		15.5	V
端口最高承受电压		15.5	V
门极驱动功率 ¹⁾		4	W
门极驱动电流		15	A
母线电压 ²⁾		750	V
供电电源最大电流 ³⁾		1500	mA
最大开关频率		10	kHz
原 / 副边绝缘电压		4500	V
副 / 副边绝缘电压		4000	V
运行温度 T _A	-40	100	°C
存储温度 T _S	-40	100	°C
湿度 ⁴⁾		95	%
海拔高度 ⁵⁾		3000	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}	V_{CC} 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		250		mA
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=5\text{kHz}$ ，50% 占空比		440		mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，100nF 负载 $f_{SW}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比		980		mA
副边全压 V_{CCO} ³⁾	VISO to COM		30		V
副边正压 $V+$	VISO to VE	14	15	16	V
副边负压 $V-$	COM to VE	-14	-15	-16	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
	开通阈值 V_{INH}	$V_{CC}=15\text{V}$	8.2		V
	关断阈值 V_{INL}	$V_{CC}=15\text{V}$	5.3		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		-15		V
门极电流 I_G	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{GON}=5\Omega$			15	A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $R_{GOFF}=15\Omega$	-15			A
SO 输出电压 $V_{SO}^{1)}$	正常状态	$V_{CC}=15\text{V}$		15		V
	保护状态	$V_{CC}=15\text{V}$		0.7	1	V
SO 端电流 I_{SO}		$V_{CC}=15\text{V}$		7	10	mA
注：1) SO 输出为推挽输出。						

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 $V_{CCUV}^{1)}$	触发 V_{CCUV+}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{CC}-GND$		11.0		V
	恢复 V_{CCUVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{CC}-GND$		11.2		V
副边正压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV+}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{ISO}-VE$		10.9		V
	恢复 V_{UVR+}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $V_{ISO}-VE$		11.0		V
副边负压欠压保护阈值电压	触发 V_{UV-}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $VE-COM$	-9.3			V
	恢复 V_{UVR-}	$V_{CC}=15\text{V}$ ， $VE-COM$	-9.5			V
短路保护阈值电压 V_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$		8.0		V
短路保护响应时间 $t_{SC}^{2)}$		$U_{BUS}>400\text{V}$ ， $R_A=3.3\text{k}\Omega$ ， $C_A=1\text{nF}$		6.3		us
软关断时间 t_{SOFT}		V_{gon} connecting to VE ， 100nF 负载		3.0		us
短路保护电流 I_{REF}		$V_{CC}=15\text{V}$			1.8	mA
保护锁定时间 t_B			100			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		1000		ns
注：1) 欠压保护逻辑参见图 2。 2) 采用二极管检测方式。 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 ¹⁾	开通延时 t_{ON}	$V_{CC}=15\text{V}$		1200		ns
	关断延时 t_{OFF}	$V_{CC}=15\text{V}$		1200		ns
开关延时抖动 t_{JITTER}		输入信号上升沿 10% 到门极信号上升沿 10%		10		ns
外管输出信号上升时间 t_{r1}		$R_{GON}=5\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		2600		ns
内管输出信号上升时间 t_{r1}		$R_{GON}=5\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		2600		ns
外管输出信号下降时间 t_{f2}		$R_{GOFF}=15\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		5600		ns
内管输出信号下降时间 t_{f2}		$R_{GOFF}=15\Omega$, $C_{GE}=100\text{nF}$		5600		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 ¹⁾		4500	V
原边 - 副边 ²⁾	隔离等效电容	25	pF
	电气间隙	18.7	mm
	爬电距离	18.7	mm
副边 - 副边	隔离等效电容	15	pF
	电气间隙	8	mm
	爬电距离	8	mm
ESD 静电防护 ³⁾	接触放电	4	kV
	空气放电	8	kV
注：1) 测试条件为 4500V, 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）。

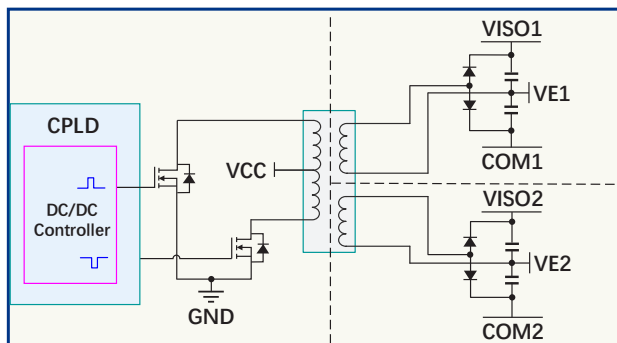


图 1 半波整流电源原理框图

驱动器的原边及四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。四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。

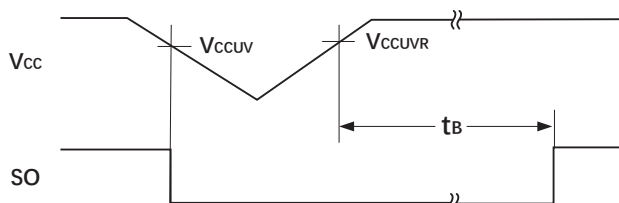


图 2 原边欠压保护逻辑图

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，驱动器会均分到正压 $V+$ （VISO 至 VE 下同）和负压 $V-$ （COM 至 VE 下同）上，两

者绝对值同时逐渐下降。当 $V+$ 下降至欠压保护阈值 V_{UV+} ，或者当 $V-$ 上升至欠压保护阈值 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。同时向原边发送信号，使得 CPLD 接收到故障信号后，依据关断时序先后关断各个通道。

当故障情况解除， V_{CCO} 恢复后，保护闭锁状态和 SO 信号将会在满足解锁条件后再等待一个闭锁时间 t_B ，再恢复正常。

触发信号 INx 输入

触发信号由 INx 端口输入（参见图 3），默认状态 $R1=1.8k\Omega$ ， $R2=510\Omega$ ， $C1=100pF$ 。

需要改变输入信号电平时，可通过焊接不同的 $R1$ 和 $R2$ 电阻来改变输入信号开通阈值 V_{INH} 、关断阈值 V_{INL} 。

信号输入：提供电气信号接口，IN1 为 T1 信号输入接口，IN2 为 T2 信号输入接口，IN3 为 T3 信号输入接口，IN4 为 T4 信号输入接口。INx 信号输入高电平，对应门极开通输出，输入低电平，对应门极关断输出。

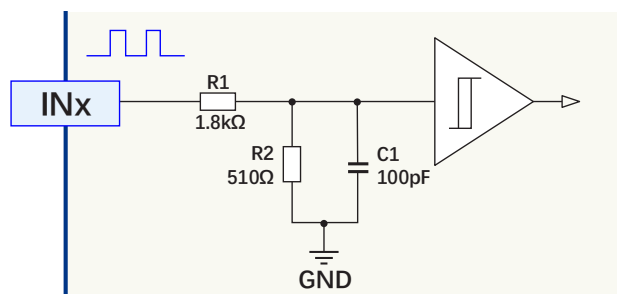


图 3 INx 输入电路图

传输逻辑

4QP0415T12-TB4A 根据 I 型三电平工作的特点，具备了互锁功能和逻辑保护功能。

互锁功能使四路输入信号两两互锁，即 IN1 和 IN3 互锁；IN2 和 IN4 互锁。

逻辑保护功能是指 I 型逻辑保护功能，即输入的 4 路 IN 信号通过驱动器内部 CPLD 的逻辑处理，纠正内外管的开通关断时序，避免损坏 IGBT。

例如在设备开机时保证内管先开和停机时保证外管先关，或者异常停机时起到保护作用。逻辑时序（如图 4 所示）。

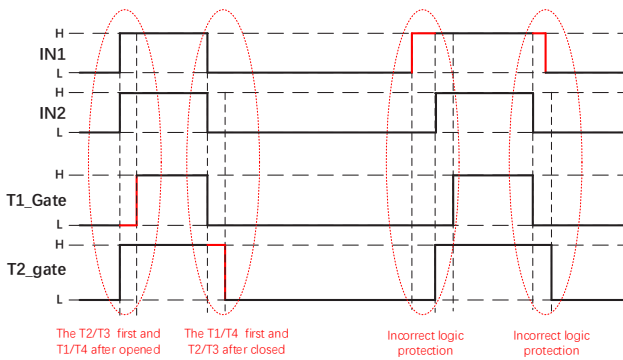


图 4 传输逻辑图

注：

- 1、单板测试时，内管和外管必须同时给信号；内管处在关断状态时，外管是不会进入开通状态的。
- 2、外管开通传输延时比内管要多 2us；内管关断传输延时比外管多 2us。

保护锁定时间

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_B 保护锁定时间。此 t_B 由驱动器内部逻辑芯片设定，该闭锁时间是从故障发生后，所有输入到驱动器 INx 信号都为低电平时开始计时一个 t_B 保护锁定时间后解除锁定，如果输入到驱动器 INx 信号不全为低电平时，驱动器会无限持续锁定。暂不支持外部设置 t_B 保护锁定时间。

保护信号输出

保护信号输出端 SO 内部为推挽形式（参见图 5）。SO 信号为驱动器状态信号输出，高电平代表

正常驱动状态，低电平代表故障封锁状态。状态信号输出采用推挽输出，最大输出电压为 15V；当故障发生后，驱动电路通过推挽将故障输出引脚拉低至 GND。SO 输出端配置有 100Ω 保护电阻，限制电流为 10mA。

正常驱动时，状态信号 SO 输出为高电平；当驱动电路检测到 IGBT 短路或者欠压等故障后，故障状态信号 SO 输出为低电平，并在闭锁期间持续保持为低电平直到解除闭锁。

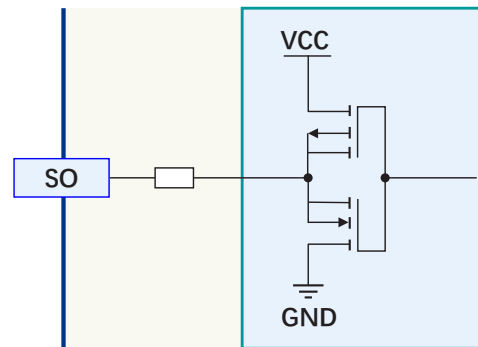


图 5 保护信号输出

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，输出 SENSE 驱动信号给到门极板上的三极管推挽进行功率放大，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，多并联则是通过多个并联通道独立推挽输出的（参见图 6）。

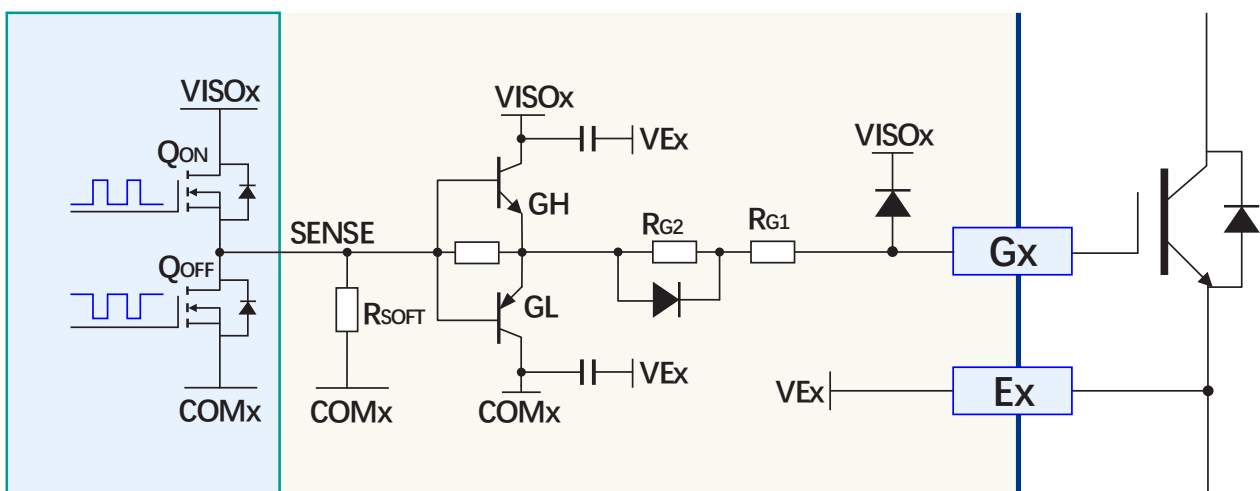


图 6 门极驱动电路图

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，输出 SENSE 驱动信号给到门极板上的三极管推挽进行功率放大，通过关断门极电阻 $R_{G_{OFF}}$ 对 IGBT 的门极进行放电，使 IGBT 关断门极电阻 $R_{G_{ON}}$ 和 $R_{G_{OFF}}$ 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。

驱动器门极板已经预置了门极电阻，预置的门极开通电阻 ($R_{G_{ON}}$) 为 5Ω ，采用 4 个 20Ω 电阻并联。门极关断电阻 ($R_{G_{OFF}}$) 为 15Ω ，采用 2 个 20Ω 电阻并联和开通电阻串联的方式。驱动器在 GE 之间并联了 $10nF$ 的 C_{GE} 电容，用于削减门极振荡；并联 $10k\Omega$ 电阻为 GE 静电泄放。

门极电阻位置（如图 7 所示）， $RG1$ 由 4 个 2010 封装电阻并联组成； $RG2$ 由 3 个 2010 封装电

阻并联组成。开通电阻为 $RG1$ ，关断电阻为 $RG1$ 和 $RG2$ 串联之和。

注：新方案或者新设计请务必通过双脉冲试验验证门极参数配置是否适用。

门极参数配置表

名称	T1/T4	T2/T3
$R_{G_{ON}}$	5Ω	5Ω
$R_{G_{OFF}}$	15Ω	15Ω

IGBT 短路保护

驱动器的 IGBT 短路保护使用 V_{CE} 检测电路，四个通道各自独立。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 DB 打开，使得 V_{REF} 钳位在 V_{ISO} （相对 V_{EX} 为 $+15V$ 左右），远大于 V_{CEDT} ，比较器不动作（参见图 8）。

驱动器的 IGBT 短路检测电路需要将检测端连接到 IGBT 的集电极，4QP0415T12-TB4A 是针对英飞凌 62 封装模块 FF600R12KE4 设计的，因此 4QP0415T12-TB4A 的门极板在设计上与 IGBT 的门极和发射极通过焊接的方式连接在一起，但集电极的检测线需要通过连接线连接到对应的 IGBT 模块上。需要注意确保集电极的检测线正确连接，否则短路保护功能可能会失效。

注：

1、T1 管的集电极检测端需要通过连接线连接到所在 IGBT 模块的集电极（Pin-3），该集电极检测线预置在门极板 2MA15A-TB4A-T14 上。

2、T2 管的集电极检测端需要通过连接线连接到所在 IGBT 模块的集电极（Pin-3），该集电极检测线预置在门极板 2MA15A-TB4A-T23 上。

3、T3，T4 的集电极检测端已在门极板内部完成连接，无需再额外连接。

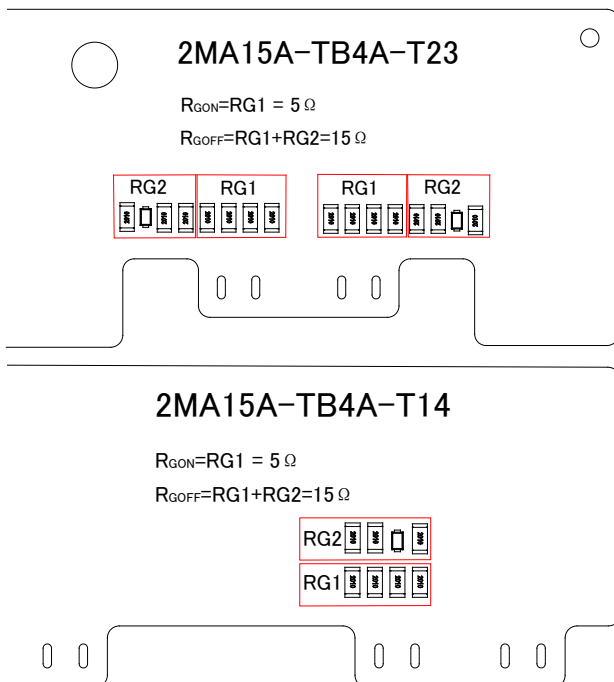


图 7 门极电阻示意图

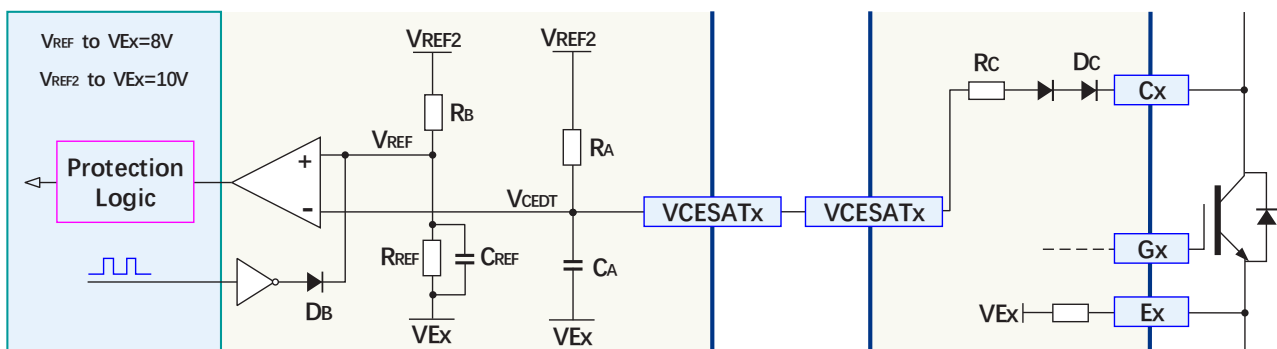


图 8 短路保护检测原理框图

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 D_B 关断，释放 V_{REF} 钳位状态， V_{REF} 通过电阻放电慢慢下降至 8V 阈值电压。此时 IGBT 的 V_{CE} 仍处于高水平，将通过 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} 也随之通过二极管放电至 V_{CE-SAT} 。由于 V_{CE-SAT} 低于保护触发值 V_{REF} ，比较器不动作，保护不启动（参见图 9）。

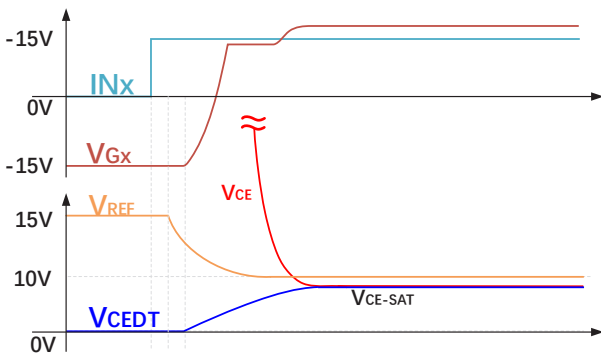


图 9 正常开通时 V_{CEDT} 信号波形图

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_{REF2} （相对 $COMx$ 为 +10V）。在此过程中， V_{CEDT} 会越过 V_{REF} （8.0V），使得比较器翻转，从而启动短路保护逻辑。

对于外管，短路保护逻辑会先把 IGBT 软关断，保障 IGBT 的安全，同时向原边发出信息。原边逻辑芯片收到信息后，立即使 SO 管脚拉低，以表达出保护状态，同时延迟 2us 再关断其他通道，并持续封闭其他通道信号。保护状态将会持续锁定，直到解锁条件满足后再持续一个 t_B 时间后恢复到正常状态。

对于内管，短路保护逻辑会先向原边发出信息，延迟 2us 后再把 IGBT 软关断，保障 IGBT 的安全。原边逻辑芯片收到信息后，立即使 SO 管脚拉低，以表达出保护状态，同时立即关断其他通道，并持续封闭其他通道信号。保护状态将会持续锁定，直到解锁条件满足后再持续一个 t_B 时间后恢复到正常状态（参见图 10）。

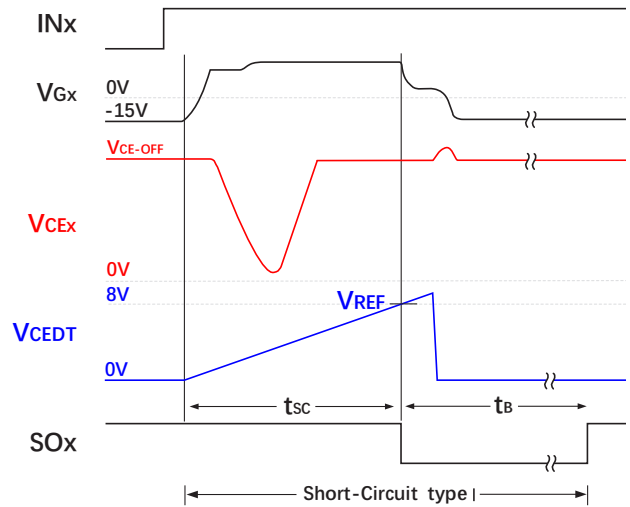


图 10 一类短路保护逻辑图

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。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（参见图 11）。

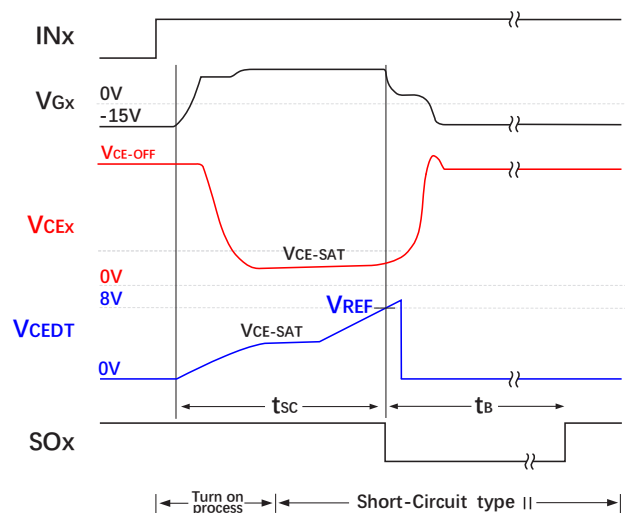


图 11 二类短路保护逻辑图

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。

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，先将驱动 QON、QOFF 同时关断，使 SENSE 的电荷依靠 R_{SOFT} 缓慢释放，从而控制门极对地缓慢进行放电，门极电压下降缓慢，实现软关断功能。

“软关断”由连接在 SENSE 端的电阻 R_{SOFT} 来设置，位于连接器端子旁边，由两个电阻并联而成（参见图 12）。

“软关断”的设置必须要适应所要驱动的 IGBT 型号。如果 IGBT 具有较大的输入电容，则需要一个低的 R_{SOFT} 值（参见图 13）。

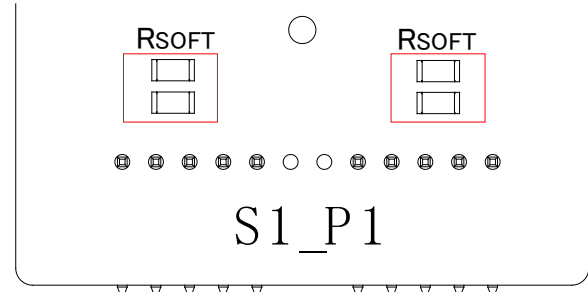


图 13 门极电阻示意图

软关断参数配置表

名称	T1/T4	T2/T3
R_{SOFT}	1.1kΩ	1.1kΩ

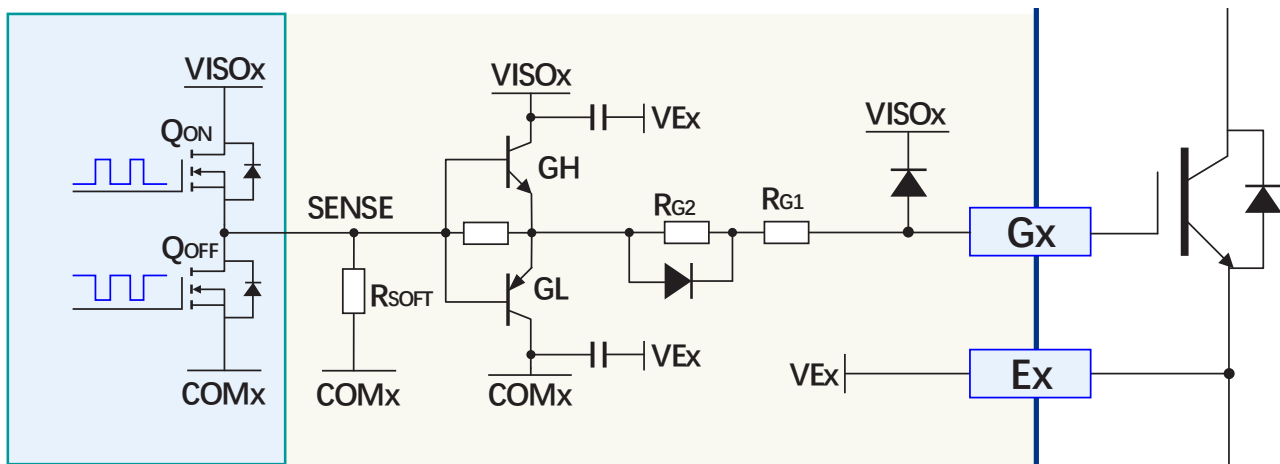
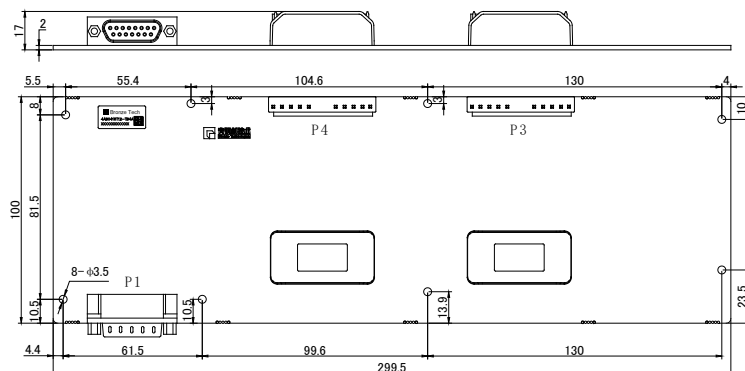
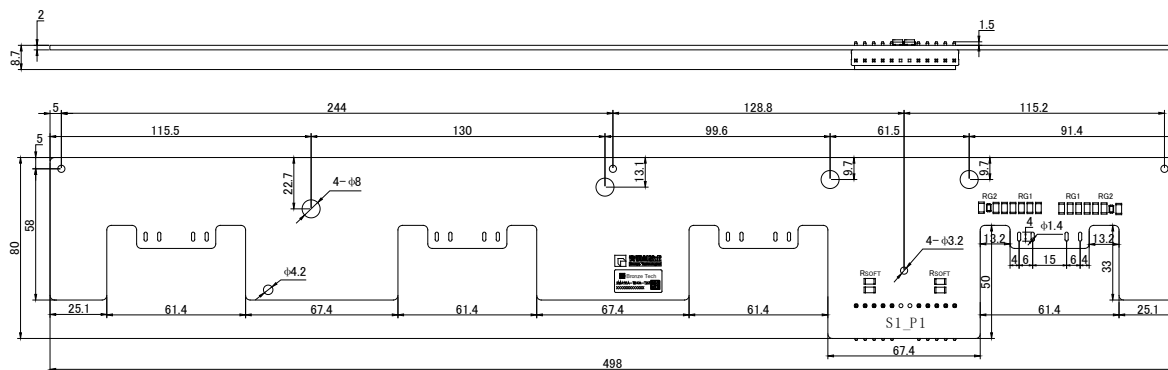


图 12 软关断原理图

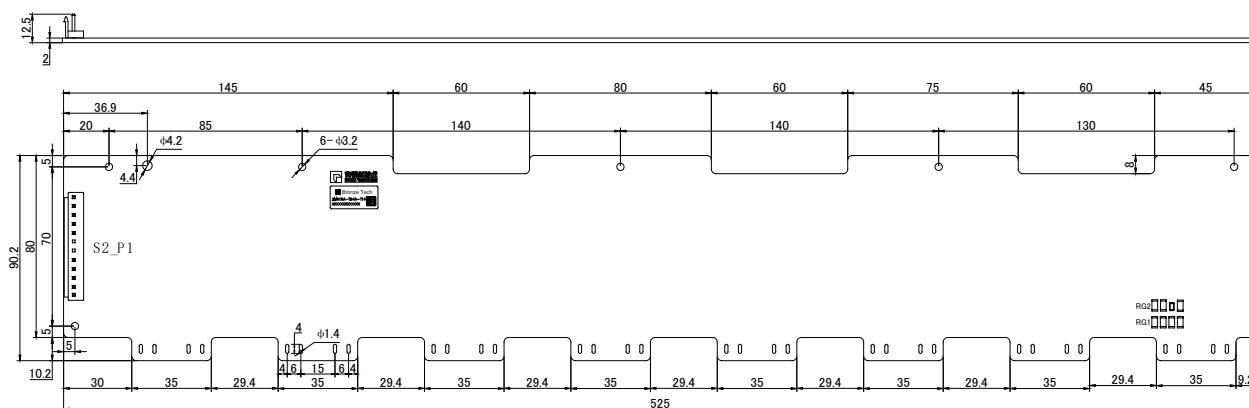
机械结构图



4AB0415T12-TB4A 机械尺寸图



2MA15A-TB4-T23 机械尺寸图



2MA15A-TB4-T14 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	28-Jul-2021
V1.1	内容优化	05-Jan-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.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。

