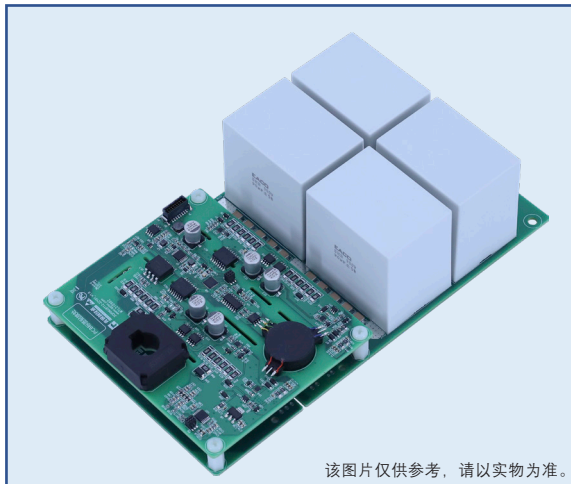


# 2QP0628T12-ZZY01 驱动器



## 特征

- 2 通道 SiC 驱动器
- 功率器件最高电压 1200V
- 单通道驱动功率 6W，峰值电流 28A
- 设计紧凑，达到 218.5mm\*123mm\*58mm
- 适配 Easy 2B 封装 1200V SiC 模块
- 集成隔离 DC/DC 电源
- 16PIN HARTING 1511 016 6601 333 接口输入 / 输出
- 半桥模式
- 集成原边 / 副边电源欠压保护
- 集成米勒钳位
- 集成 VDS 短路保护
- 集成软关断
- 集成 NTC 检测
- 集成 PWM 智能管理
- 集成 AC 电流输出采样功能

**RoHS**  
COMPLIANT

## 主要参数

$V_{CC}$	15V
$V_G$	+15V, -5V
$P, MAX$	6W
$I_G, MAX$	$\pm 28A$
$f_S, MAX$	100kHz
$T_A$	-40°C ~85°C
绝缘耐压	4000Vac

## 描述

2QP0628T12-ZZY01 是一款适配 SiC 的 2 通道紧凑型驱动器，针对现代化轨道交通辅助供电设备设计而成。

2QP0628T12-ZZY01 适用于 1200V Easy 2B 封装 SiC 模块搭建而成的两电平两并联拓扑，集成的功率板使驱动器可直接焊接在 SiC 上使用，无需要转接处理。

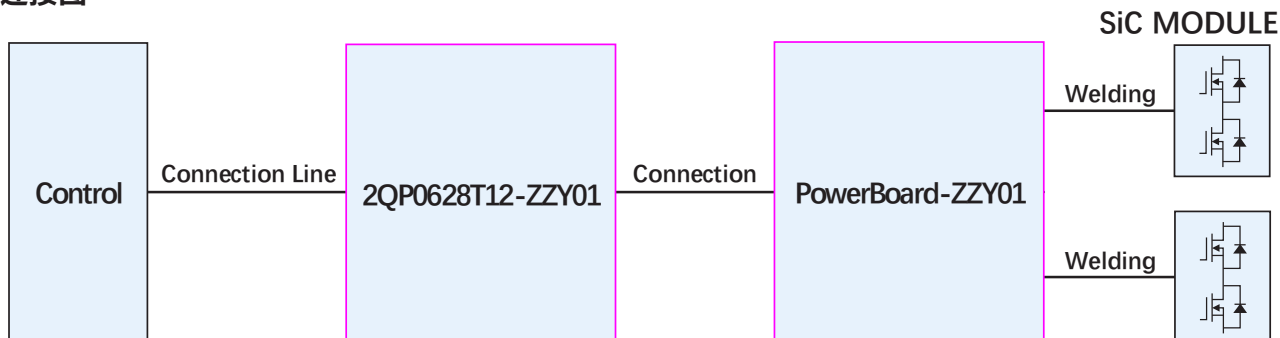
## 典型应用

- 轨道交通辅助变流器

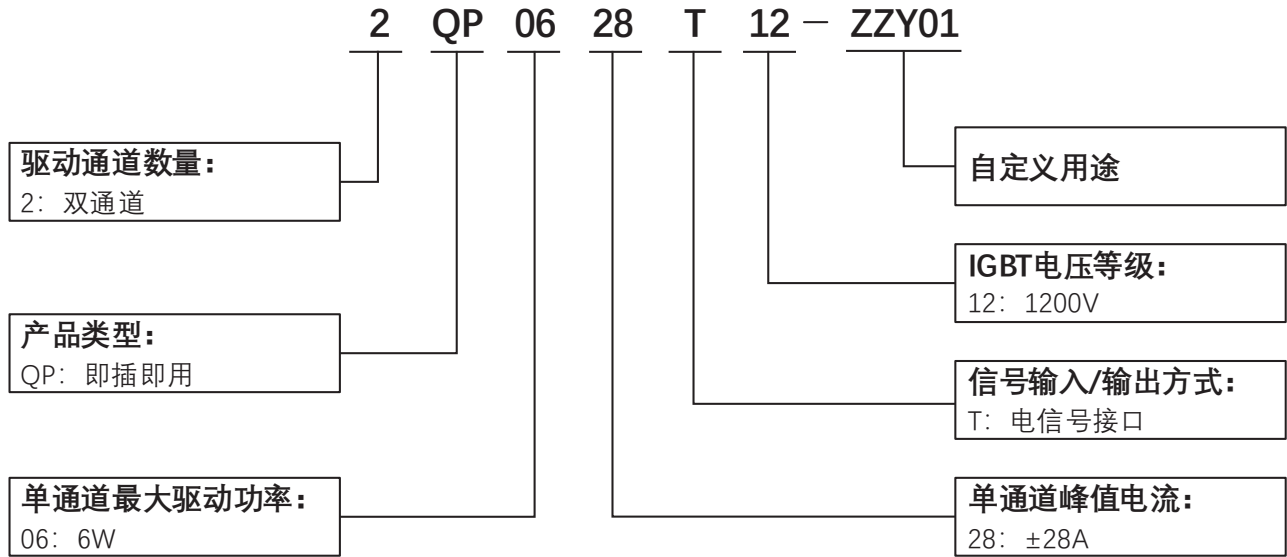
## 机械尺寸

机械尺寸图：参见第 13、14 页

## 连接图

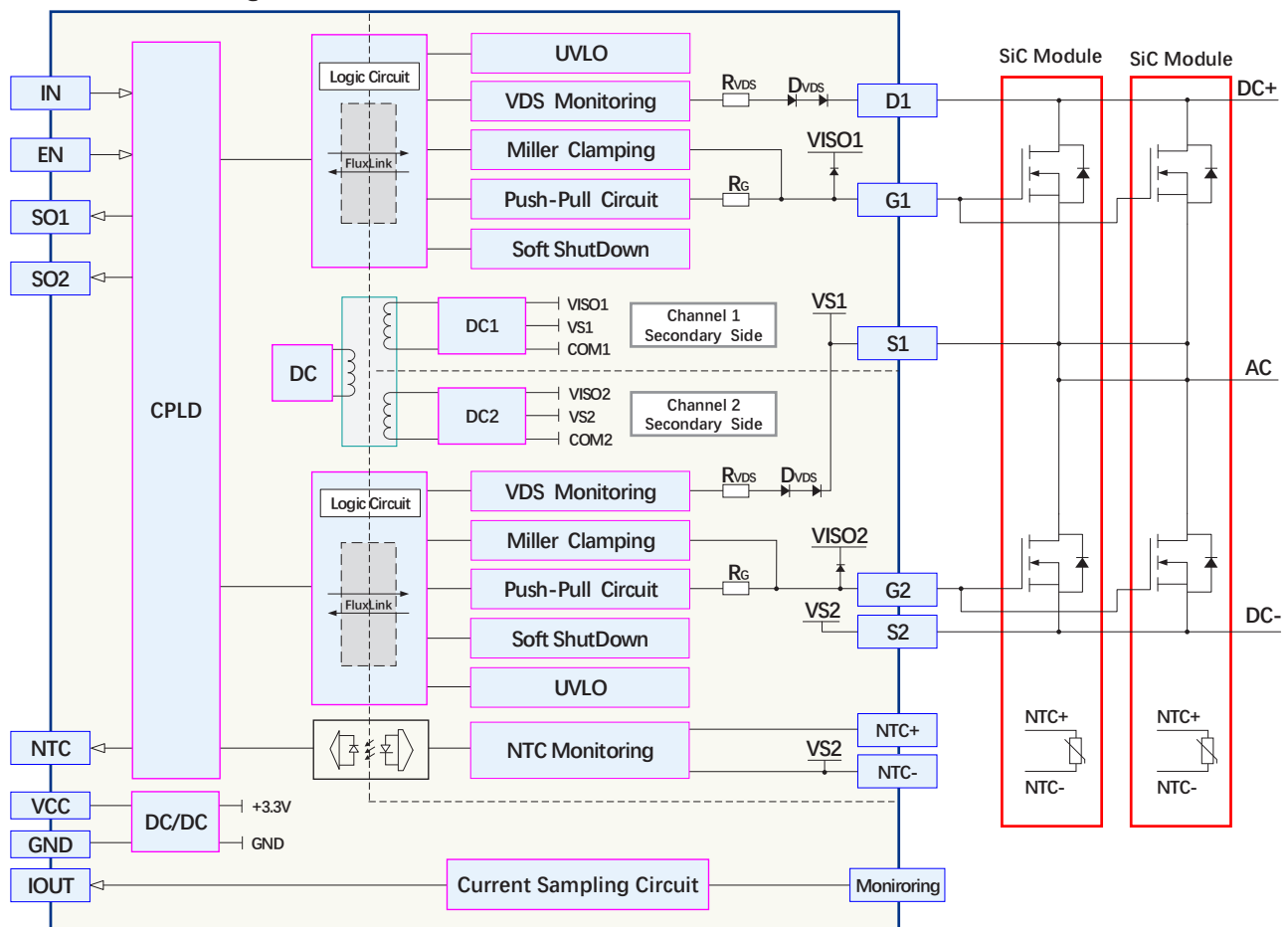


## 型号定义



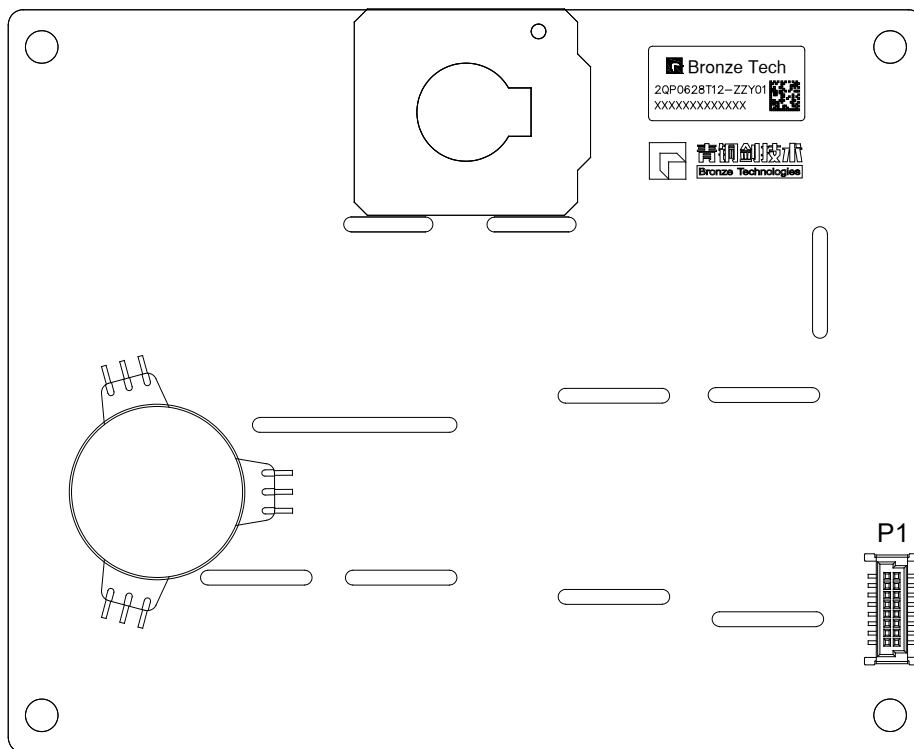
## 原理框图

### 2QP0628T12-ZZY01 Driver



## P1 端子接口定义

管脚	符号	说明	管脚	符号	说明
B1	VCC	供电电源输入 +	B2	VCC	供电电源输入 +
B3	VCC	供电电源输入 +	B4	GND	信号 / 功率地
B5	IN	PWM 驱动信号输入	B6	GND	信号 / 功率地
B7	EN	发波使能脚	B8	GND	信号 / 功率地
A1	SO1	上管故障信号输出	A2	GND	信号 / 功率地
A3	SO2	下管故障信号输出	A4	GND	信号 / 功率地
A5	PT100	NTC 采样输出 +/-	A6	GND	信号 / 功率地
A7	IOUT	AC 电流采样	A8	GND	信号 / 功率地



2QP0628T12-ZZY01 接口示意图

## 参数

### 绝对限值

参数	MIN	MAX	UNIT
VCC to GND	14.5	15.5	V
IN1, IN2, SO1, SO2 to GND	0	15.5	V
供电电源	14.5	15.5	V
门极驱动功率 <sup>1)</sup>		6	W
门极驱动电流		28	A
母线电压 <sup>2)</sup>		850	V
供电电源最大电流 <sup>3)</sup>		700	mA
最大开关频率	10	100	kHz
原 / 副边绝缘电压	4000		V
副 / 副边绝缘电压	4000		V
运行温度 $T_A$	-40	85	°C
存储温度 $T_S$	-40	85	°C
湿度 <sup>4)</sup>	5	95	%
振动 <sup>5)</sup>		1	G
机械冲击		50	G
海拔高度 <sup>6)</sup>		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) 随机振动测试条件下的最大耐受振动量。 6) 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	14.5	15	15.5	V
转换效率	$V_{CC}=15\text{V}$		80		%
静态电流 $I_{BDQ}$	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载	150	160	170	mA
供电电流	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比	160	170	180	mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，空载， $f_{SW}=100\text{kHz}$ ，50% 占空比	170	190	210	mA
	$V_{CC}=15\text{V}$ ，25nf 负载， $f_{SW}=10\text{kHz}$ ，50% 占空比	570	610	650	mA
副边全压 $V_{CCO}^{1)}$	VISO to COM	19.5	20.5	21.5	V
副边正压 $V+$	VISO to VE	14.5	15.5	16.5	V
副边负压 $V^{-2)}$	COM to VE	-5.5	-5	-4.5	V
注：1) 副边全压典型值为空载测试值。					
2) 副边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
IN, EN 输入电压 $V_{IN}^{1)}$	电压限值	$V_{CC}=15\text{V}$	0		15.5	V
	开通阈值 $V_{INH}$	$V_{CC}=15\text{V}$	6.6		11.0	V
	关断阈值 $V_{INL}$	$V_{CC}=15\text{V}$	3.2		6.5	V
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	14.5	15	15.5	V
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$ , 空载	-5.5	-5	-4.5	V
门极电流 $I_G$	开通 ON-State	$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{GON}=2.2\Omega$			9.3	A
	关断 OFF-State	$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{GOFF}=2.7\Omega$	-7.6			A
SO 输出电压 $V_{SO}^{1)}$	正常状态	$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{SO}=N.C$	14.5	15	15.5	V
	保护状态	$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{SO}=N.C$	0		0.5	V
SO 端电流 $I_{SO}$		$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{SO}=N.C$	0		10	mA
Iout		$V_{CC}=15\text{V}$	0		3	V
NTC 输出频率		$V_{CC}=15\text{V}$	0.6		3.4	kHz

注：1) 输出端 SO 为推挽芯片输出，不需上拉电阻  $R_{SO}$ 。

## 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 $V_{CCUV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{CC}-GND$		12		V
	恢复 $V_{CCUVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{CC}-GND$		12.5		V
副边正压欠压保护阈值电压 $^{1)}$	触发 $V_{UV+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{ISO}-VE$		11		V
	恢复 $V_{UVR+}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{ISO}-VE$		12		V
短路保护阈值电压 $V_{REF}$		$V_{CC}=15\text{V}$ , $V_{ISO}-VE$		6.73		V
短路保护响应时间 $t_{sc}^{2)}$		$U_{BUS} > 15\text{V}$ , $R_A=10\text{k}\Omega$ , $C_A=220\text{pF}$		2.4		us
软关断时间 $T_{SOFT}$		$V_{gon}$ connecting to $VE$ , 25nF 负载		0.95		us
保护锁定时间 $t_B$		$V_{CC}=15\text{V}$		224		ms
短路保护传输延时时间 $t_{SO}^{3)}$		副边短路保护动作到输出故障		1300		ns

注：1) 欠压保护时序图参见图 3。  
2) 采用串电阻检测方式。  
3) 副边保护动作开始 (8Pin 信号电平拉低) 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 <sup>1)</sup>	开通延时 $t_{ON}$	$V_{CC}=15\text{V}$ , $R_{GON}=2.2\Omega$ , $R_{GOFF}=2.7\Omega$ , $C_{GE}=2\text{nF}$	1300		1700	ns
	关断延时 $t_{OFF}$		1300		1700	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%		20		ns
输出信号上升时间 $t_r$		$R_{GON}=2.2\Omega$ , $C_{GE}=2\text{nF}$		170		ns
输出信号下降时间 $t_f$		$R_{GOFF}=2.7\Omega$ , $C_{GE}=2\text{nF}$		140		ns
死区时间 $DT^{2)}$		半桥模式		1600		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%，关断传输延时为输入信号下降沿 10% 到门极信号下降沿 10%。 2) 客户端可使用直接模式，并在控制端进行死区时间设置。						

## 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>		5000	V
原边 - 副边 <sup>2)</sup>	隔离等效电容	31	pF
	电气间隙	7.6	mm
	爬电距离	7.8	mm
副边 - 副边	隔离等效电容	42	pF
	电气间隙	22	mm
	爬电距离	22	mm
ESD 静电防护 <sup>3)</sup>	接触放电	4	kV
	空气放电	6	kV
电快速瞬变脉冲群抗扰度		2	kV
注：1) 测试条件为 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 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)。

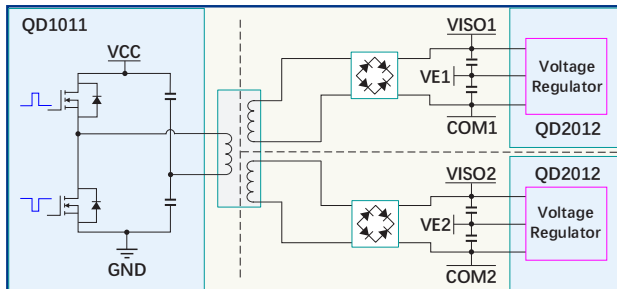


图 1 电源原理框图

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。

### 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 SiC 保持在关断；同时输出保护信号  $SO_1$  和  $SO_2$  (参见图 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  $SO_1$  和  $SO_2$ 。

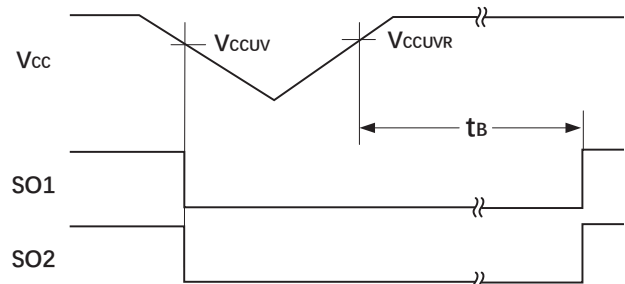


图 2 原边欠压保护逻辑图

### 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  $V_{CCO}$  ( $V_{ISO}$  至  $COM$  下同) 下降时，驱动器会优先稳住负压  $V_-$  ( $COM$  至  $VE$ ) 为  $-5V$ ，当  $V_+$  ( $V_{ISO}$  至  $VE$ ) 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。

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 (参见图 3)。

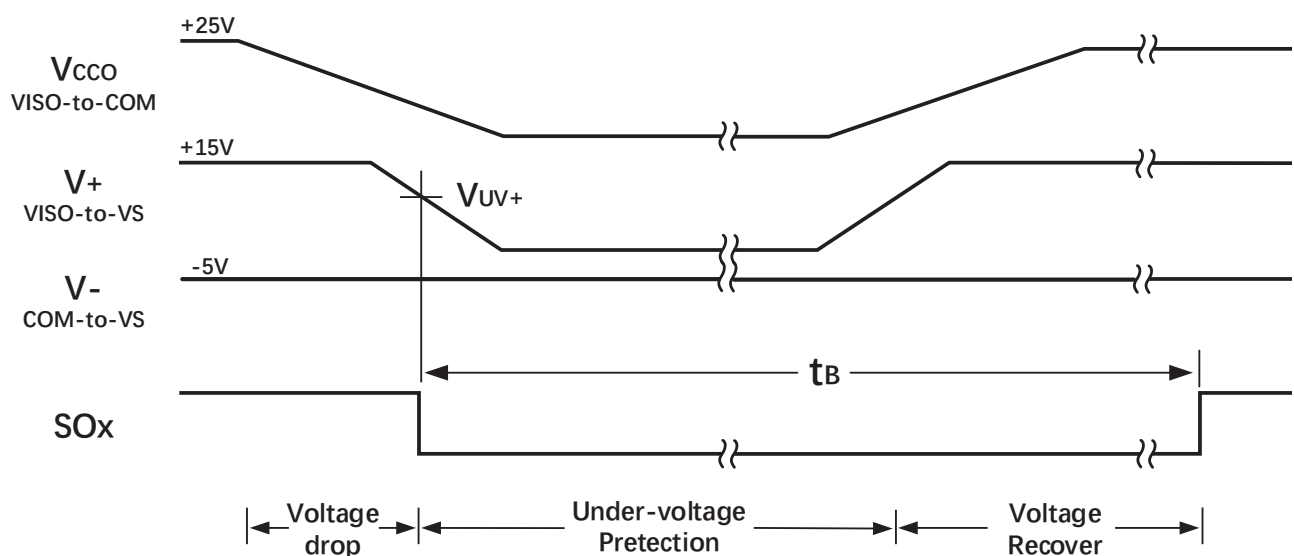


图 3 副边欠压保护逻辑图



### 触发信号 INx 输入

触发信号由 INx 端口输入（参见图 4），默认状态 R1 = 4.7kΩ，R2 = 1.3kΩ，C1 = 1nF。

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 VINH、关断阈值 VINL。

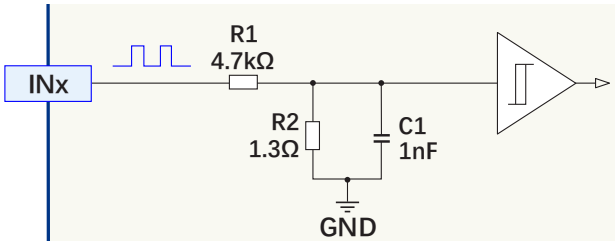


图 4 INx 输入电路图

### 传输逻辑和选择

驱动器可工作在半桥模式。

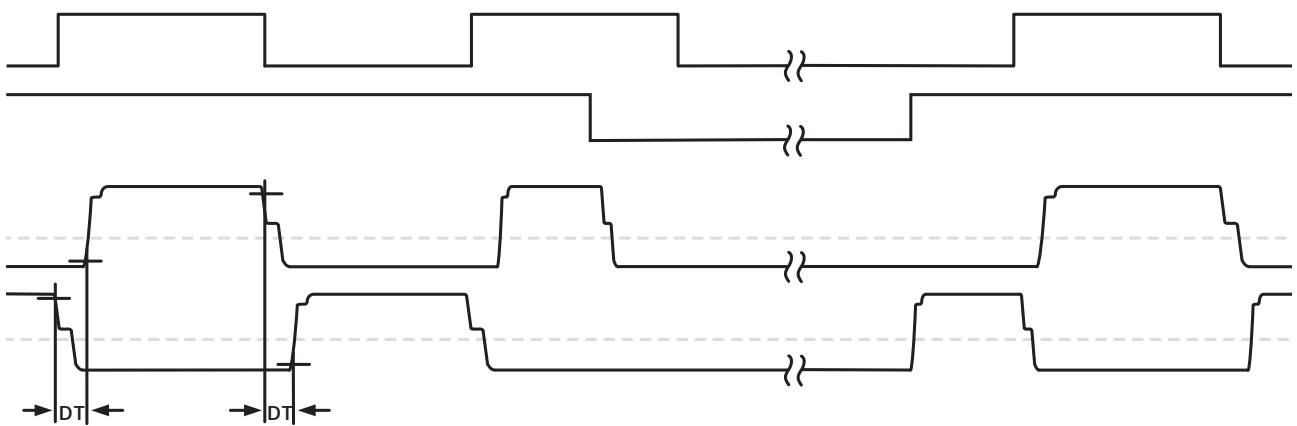
### 半桥模式

驱动器工作在半桥模式，传输逻辑（参见图 5）。在这种模式下，IN 为驱动信号输入，而 EN 为使能信号。

当 EN 为低电平时，两个通道都锁定在关断状态；如果 EN 为高电平，则两个通道都被使能，且两个通道的门极输出由 IN 来决定。当 IN1 信号由低变高，2 通道的门极信号会马上关断，经过一个死区时间 DT 后，1 通道的门极会开通；但 IN1 信

号由高变低时，则是 1 通道门极信号马上开通，经过死区时间 DT 后 2 通道再开通。

死区时间 DT 为 2us。



DT = 2us

图 5 半桥模式传输逻辑图

### 保护锁定时间的设置

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 tB 保护锁定时间。此 tB 通过 CPLD 软件进行设置，默认为 112ms。

### 保护信号输出

保护信号输出端 SOx 内部为推挽形式（参见图 6）。正常情况下 SOx 输出端为高电平。当驱动器的某个通道出现保护时，SOx 变为低电平（接地）。输出端没有流电阻，需注意电流大小的影响。

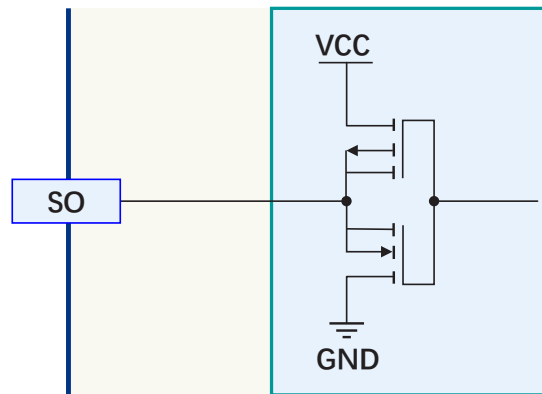


图 6 保护信号输出逻辑图

## IGBT 的开通和关断

当需要开通 SiC 时，驱动器推挽芯片的 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 SiC 开通。

当需要关断 SiC 时，驱动器推挽芯片的 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 SiC 关断。

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 SiC 模块上时，请确保已经安装上合适的门极电阻（参见图 7）。

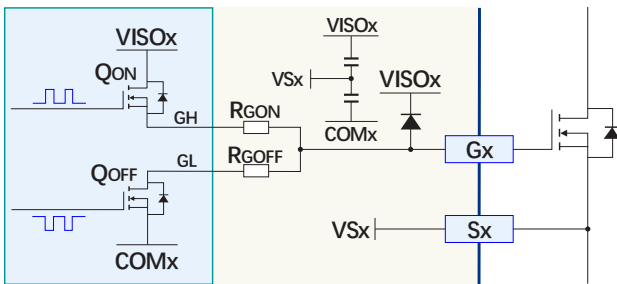


图 7 门极驱动电路图

## 米勒钳位

因 SiC 开通速度较快，且开通阈值电压较低，为防止在开通过程中对桥产生的串扰问题，以防止直通情况的发生，特别设置了米勒钳位电路，在关断且门极电压低于 2V（VE to COM）时启动米勒钳位，以有效地防止门极误开通（参见图 8）。

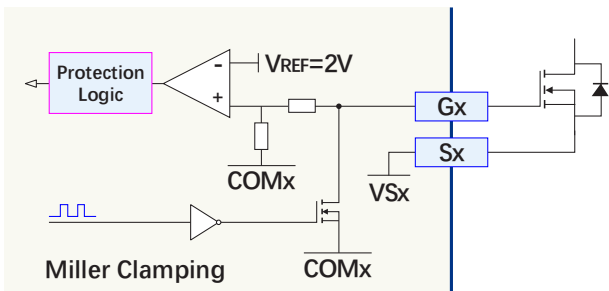


图 8 米勒钳位电路原理框图

## SiC 短路保护

驱动器的 SiC 短路保护使用 VDS 检测电路（参见图 9），两个通道各自独立。短路保护功能只在 SiC 开通的时候有效；在 SiC 关断状态，触发信号会将 QDS 打开，使得 VDSDT 钳位在 COMx（相对 VSx 为 -10V 左右），比较器不动作。

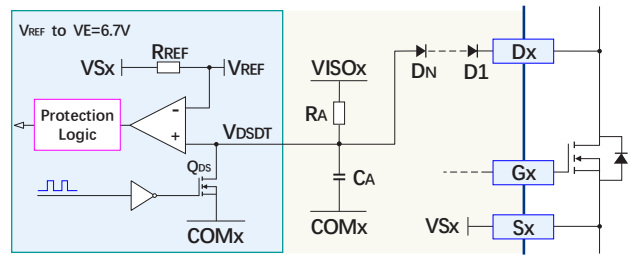


图 9 短路保护检测原理框图

## 正常开通时的表现

当驱动器执行 SiC 开通动作时，传输到副边的触发信号会将 QDS 关断，释放 VDSDT 钳位状态。此时 SiC 的 VDS 仍处于高水平，将通过 RDSDT 电阻串和 RA 电阻对 CA 电容进行充电，使得 VDSDT 电平逐渐抬升。随后 SiC 开通，VDS 迅速下降至 VDS-SAT，VDSDT 也随之通过二极管放电至 VDS-SAT（参见图 10）。由于 VDS-SAT 远低于保护触发值 VREF，比较器不动作，保护不启动。

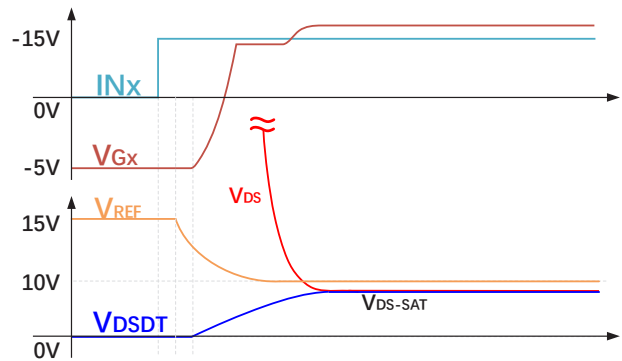


图 10 正常开通时 VDSDT 信号波形图

## 一类短路保护

当 SiC 发生一类短路（即直通）时，由于直通电流增长很快，SiC 将迅速退饱和，VDS 很快回到高位。因此 CA 将会一直充电，使得 VDSDT 一直增长直到钳位至 VISOx（相对 VSx 为 +15V）。在此过程中，VDSDT 会越过 VREF（6.7V），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 SiC 迅速关断，保障 SiC 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 tB 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 11）。

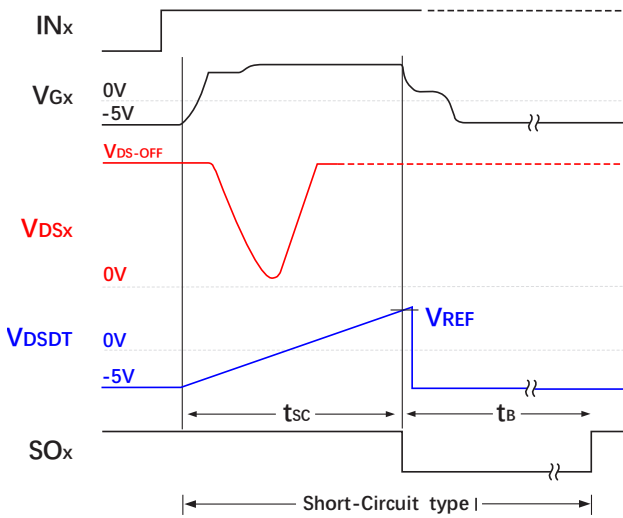


图 11 一类短路保护逻辑图

### 二类短路保护

当 SiC 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。SiC 仍能正常进入饱和状态，然后随着短路电流的增加，VDS 逐渐增加直至退饱和（参见图 12）。驱动器只有在 SiC 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 SiC 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，SiC 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 SiC 退饱和时刻不确定性较大。因此在

SiC 保护动作前，有可能已产生较大的热量损耗而导致 SiC 损坏。即，此种状态下驱动区短路保护并不能保证 SiC 不损坏，系统需辅以过流保护等其他手段，以保障 SiC 的安全。

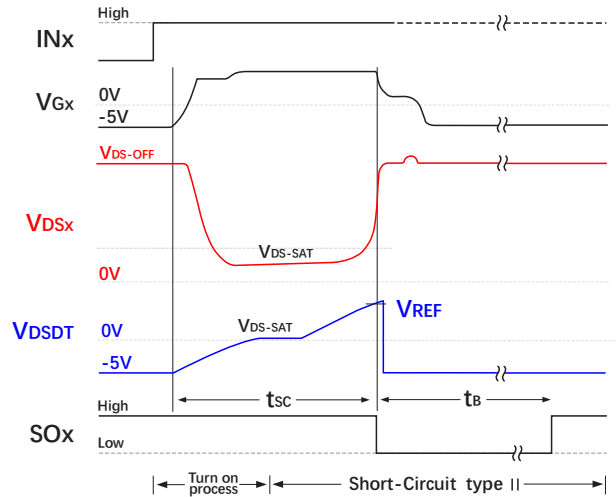


图 12 二类短路保护逻辑图

### 软关断功能

由于连接 SiC 模块的母线存在杂散电感，在 SiC 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 SiC 短路保护时，先将驱动门极输出置为高阻状态，依靠门极对地电阻进行放电，门极电压缓慢下降。待门极电压下降到设定阈值后，驱动门极输出对 COM 短路，快速关断 SiC（参见图 13）。

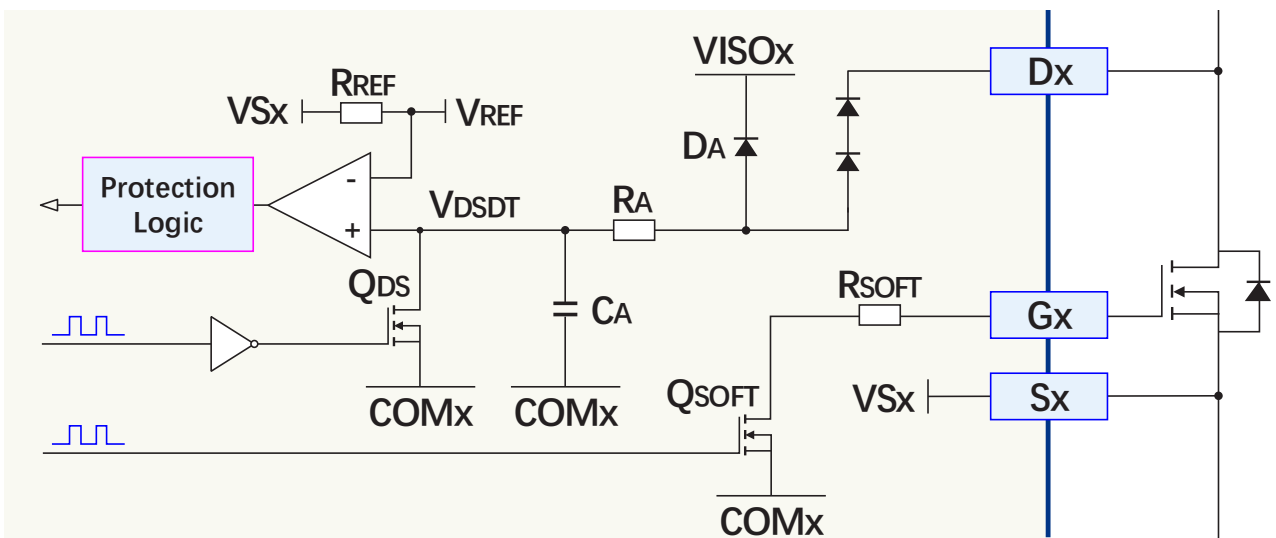


图 13 软关断电路图

## 保护输出信号

驱动器采用电阻分压的方法对 NTC 电阻两端电压进行采样，然后通过单片机的 ADC 转换功能将电压转换为频率信息，通过光耦实现原副边隔离并输出给 CPLD，CPLD 再将频率信号输出。输出频率  $F_{OUT}$  与采样电压  $V_{NTC}$  关系见公式 1。

$$F_{OUT} (\text{kHz}) = 0.779 (\text{kHz}) * V_{NTC} (\text{V})$$

$$\text{注: } V_{NTC} (\text{V}) = 5V * R / (R + 1.5K\Omega)$$

$$R = R_{NTC} // 10K\Omega$$

驱动器共设 2 路温度检测电路，只输出最高温度一路的频率信号。频率信号高电平为 15V（范围 14.5V~15.15V），低电平为 0V（范围 0~0.5V），输出电流带载能力  $\geq 3\text{mA}$ 。

NTC 电压频率（参见表 1）。

## AC 电流采样

驱动器内置霍尔传感器，可直接采样 AC 输出电流，并转换为可直接供 A/D 采样的电压信号。采样范围 -500~500A，对应输出电压，0~3V，变比转换公式见公式 2：

$$V1 = 0.0031 * I + 1.5V$$

注：

$V_C$ ：霍尔供电电压；

$I$ ：AC 实际电流值；

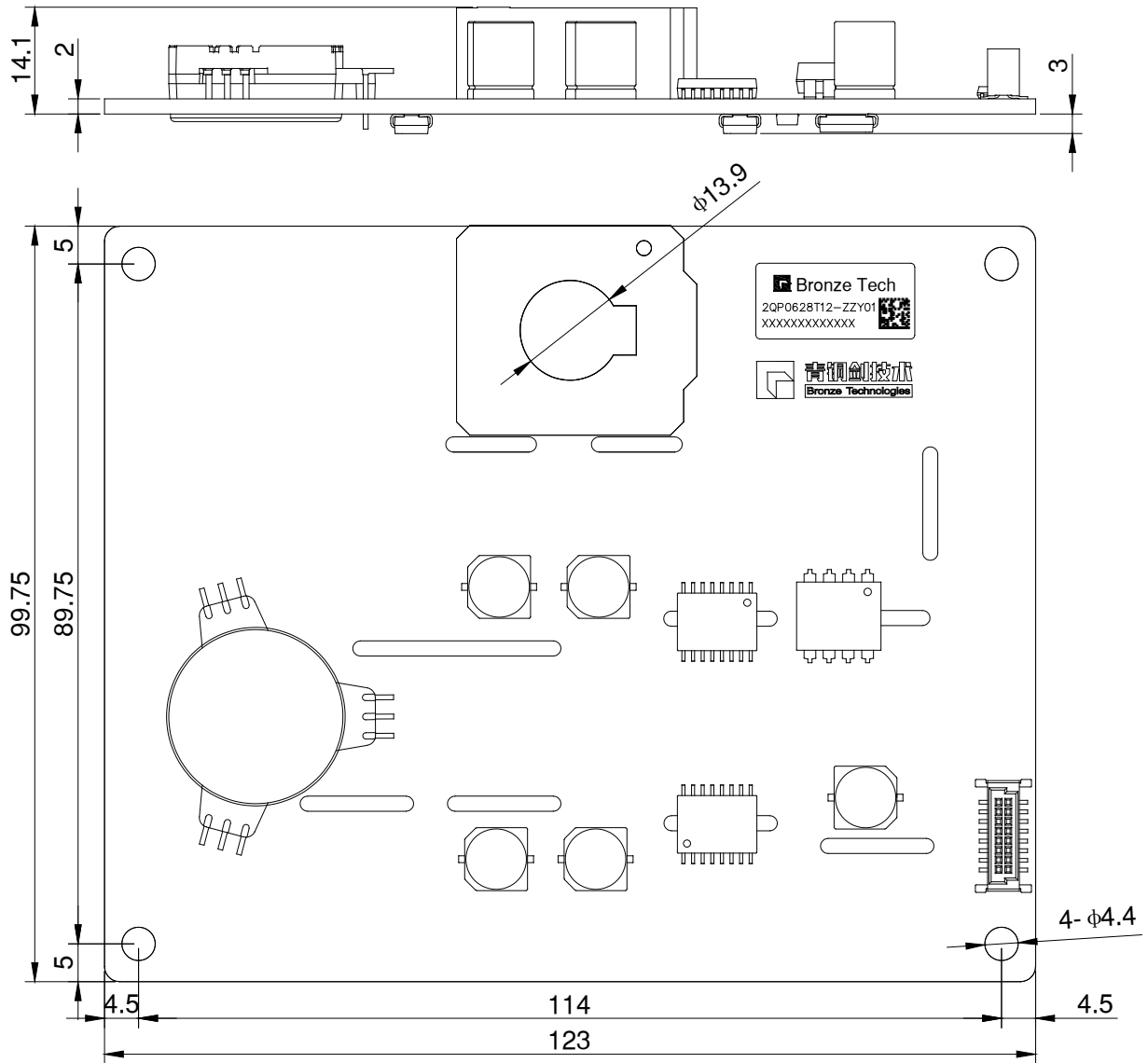
$G$ ：电流传感器灵敏度（采样变比）；

$V_O$ ：偏置电压，为  $V_C/2$

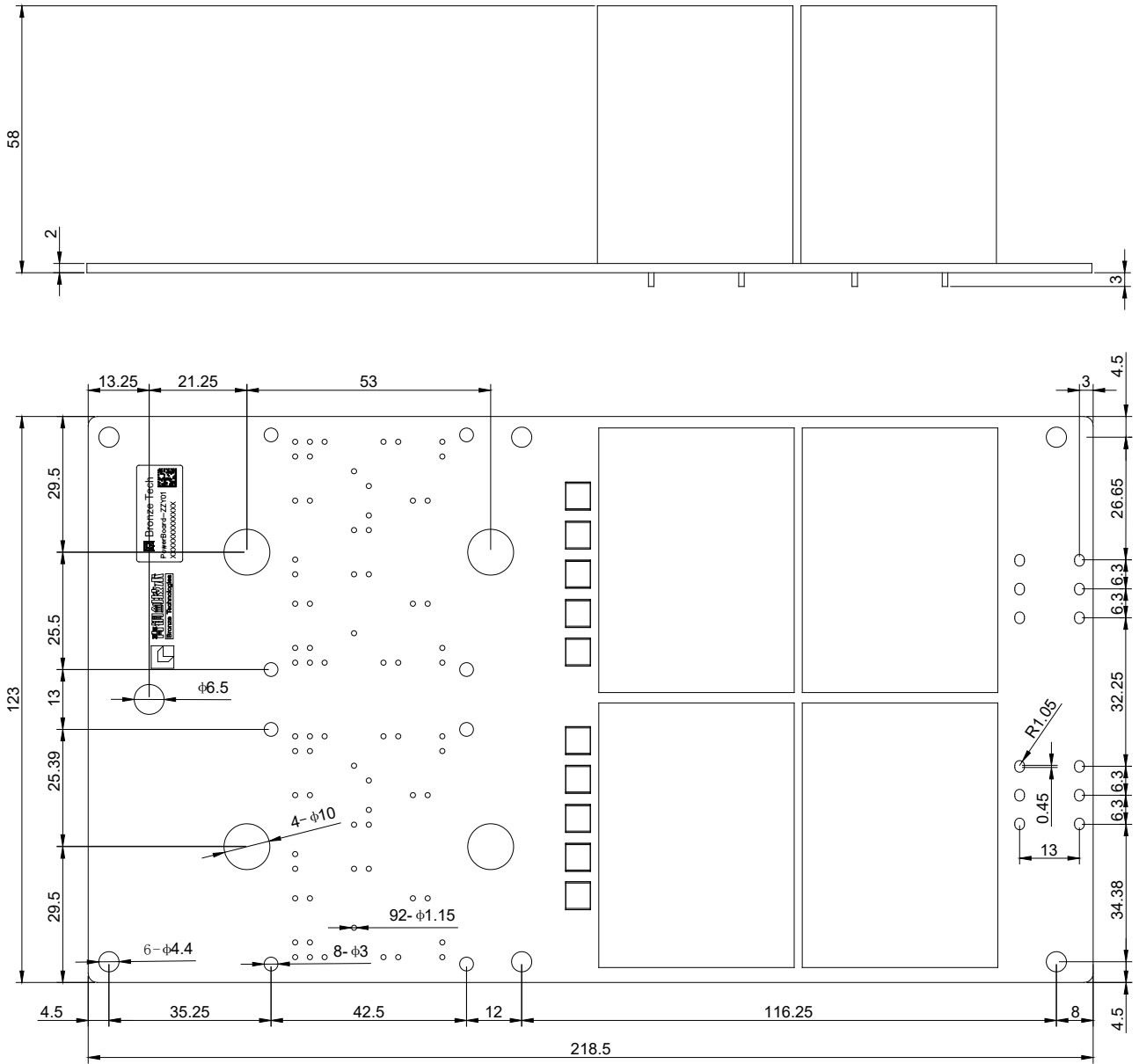
表 1 NTC 电压 - 频率对照表

Temp (°C)	$R_{NTC}(k\Omega)$	$F_{OUT}(kHz)$
-40.00	110.37	3.349
-35.00	86.61	3.337
-30.00	64.71	3.320
-25.00	48.92	3.299
-20.00	37.40	3.273
-15.00	28.89	3.241
-10.00	22.53	3.202
-5.00	17.71	3.155
0.00	14.09	3.100
5.00	11.28	3.036
10.00	9.11	2.963
15.00	7.41	2.880
20.00	6.06	2.787
25.00	5.00	2.686
30.00	4.15	2.577
35.00	3.46	2.460
40.00	2.91	2.338
45.00	2.45	2.212
50.00	2.08	2.083
55.00	1.78	1.953
60.00	1.52	1.824
65.00	1.31	1.697
70.00	1.13	1.575
75.00	0.98	1.456
80.00	0.86	1.343
85.00	0.75	1.237
90.00	0.66	1.137
95.00	0.58	1.044
100.00	0.51	0.957
105.00	0.46	0.877
110.00	0.41	0.804
115.00	0.36	0.736
120.00	0.32	0.675
125.00	0.29	0.618

### 机械结构图



2QP0628T12-ZZY01 机械结构图



PowerBoard-ZZY01 机械结构图

## 版本说明

版本号	变更内容	修订日期
V1.0	新发布	13-Oct-2021
V1.1	内容优化	21-Dec-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.QJTJTEC.COM](http://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。



### 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.qjtjtec.com](http://www.qjtjtec.com)

服务电话：+86 0755 33379866

服务邮箱：[support@qjtjtec.com](mailto:support@qjtjtec.com)



微信公众号