

QDriver 系列 IGBT 驱动产品

2QP0630V17-6ED-RN

产品说明书



深圳青铜剑科技股份有限公司

地址：深圳市南山区高新区南区南环路 29 号
留学生创业大厦二期 22 楼

邮编：518057

电话：0755-33379866

传真：0755-33379855

网址：<http://www.qtjtec.com>

邮箱：support@qtjtec.com

前言

概述

本文档适用的产品是：2QP0630V17-6ED-RN 驱动方案。

本文档对 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板和 2MA-RN-ED3 门极适配板进行介绍，用以指导用户对本驱动底座板和门极适配板进行使用，并在该驱动产品基础上更方便快捷地进行各种功率变换器产品的设计。

阅读对象

本文档主要适用于以下工程师：

- 系统设计工程师
- 结构工程师
- 硬件工程师
- 测试工程师

内容简介

本文档包含 6 章，内容如下：

章节	内容
1 产品概述	简要介绍驱动产品的特点、功能、外观图及系统框图。
2 技术参数	介绍驱动产品的接口定义、接口型号、基本电气参数、输入输出、状态指示灯说明。
3 功能描述	介绍驱动产品的电源及监控、短路故障保护、软关断、IGBT 模块并联均流动态特性、NTC 采样及过温保护等功能。
4 使用步骤	介绍驱动产品的选择、连接、装配和测试等主要使用步骤。
5 机械尺寸	介绍驱动产品的机械尺寸。

目录

1 产品概述	1
2 技术参数	3
2.1 连接器 P3 的管脚定义	3
2.2 并联连接器 J1/J2/J3/J4/J5/J6 的管脚定义	3
2.3 NTC 连接器 J7/J8/J9/J10/J11/J12 的管脚定义	4
2.4 NTC 连接器 J13/J14 的管脚定义	4
2.5 底座板及门极板连接器品牌及型号	4
2.6 基本电气特性	4
2.7 VCC 端子	6
2.8 PWM 信号输入	6
2.9 故障状态输出端	6
2.10 状态指示灯说明	7
3 功能描述	7
3.1 电源及电气隔离	7
3.2 电源监控	8
3.3 短路保护及软关断	8
3.4 IGBT 模块并联均流动态特性	8
3.5 IGBT 的导通	9
3.6 IGBT 的关断	9
3.7 NTC 采样及过温保护	9
4 使用步骤	11
4.1 选择合适的 IGBT 模块	11
4.2 将驱动底座板、门极板与 IGBT 模块连接	11
4.3 将驱动底座板连接到控制器	11
4.4 检查门极适配板门极输出	11
4.5 装配和测试	12
5 机械尺寸	12

1 产品概述

2QP0630V17-6ED-RN 由 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板和六个 2MA-RN-ED3 门极适配板组成，是一款基于 CPLD 数字驱动芯片，专门为大功率、多并联、高电压 IGBT 开发的驱动产品，具有功能强大和可靠性高等特性，适用于两电平变流器。

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板可以驱动目前市面上可以见到的 1700V 以内的 EconoDUAL™3 的 IGBT 模块。另外，此驱动底座板上的并联接口使得它可以支持最多六个 IGBT 模块的并联。

注意，此款驱动底座板需要配合 2MA-RN-ED3 门极适配板来使用，当门极板安装在 IGBT 模块上后，通过使用专用连接线连接上此驱动底座板就能立即投入使用，用户无需再费力设计和调试。

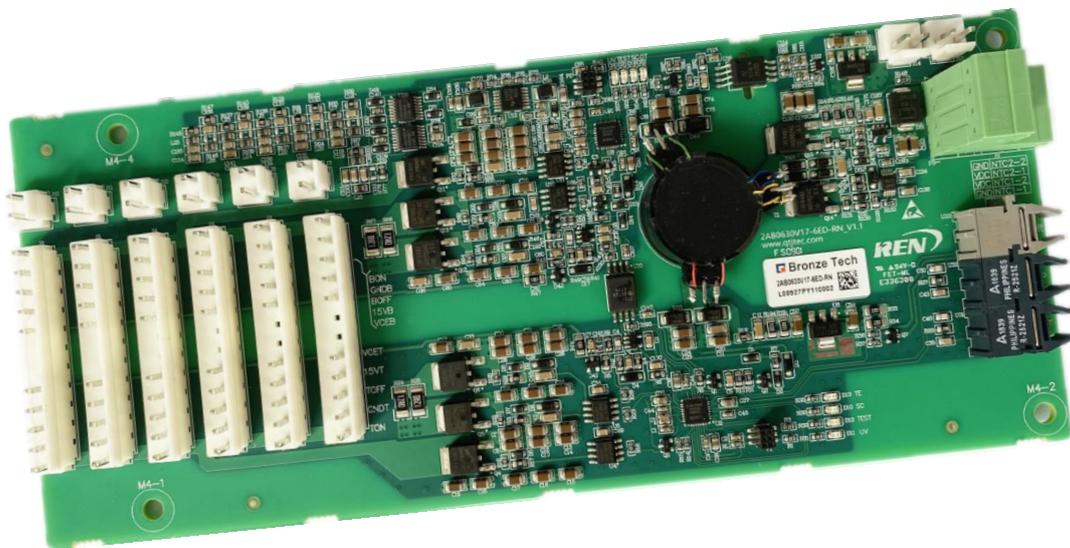


图 1 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板照片

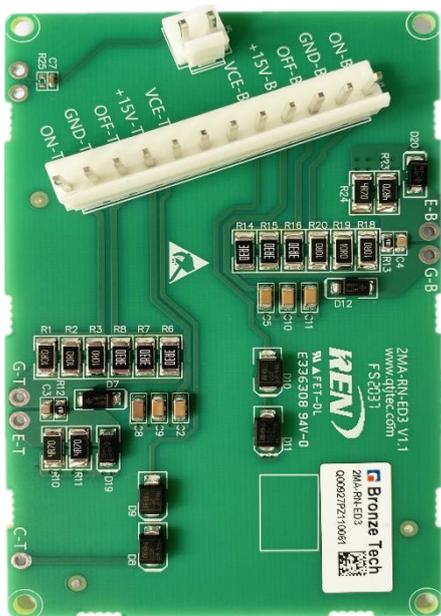


图 2 2MA-RN-ED3-A 门极适配板



图 3 2MA-RN-ED3 门极适配板

其主要特点及功能如下：

- 完整的隔离 DC/DC 电源；
- 具有强抗干扰能力的光纤信号输入输出；
- 双通道驱动，单通道输出功率 6W，总峰值电流为±30A；
- 欠压保护功能；
- 退饱和和检测短路保护功能；
- 软关断保护功能；
- 过温保护及采样输出。

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板和 2MA-RN-ED3 门极适配板的系统框图如图 4、图 5 所示：

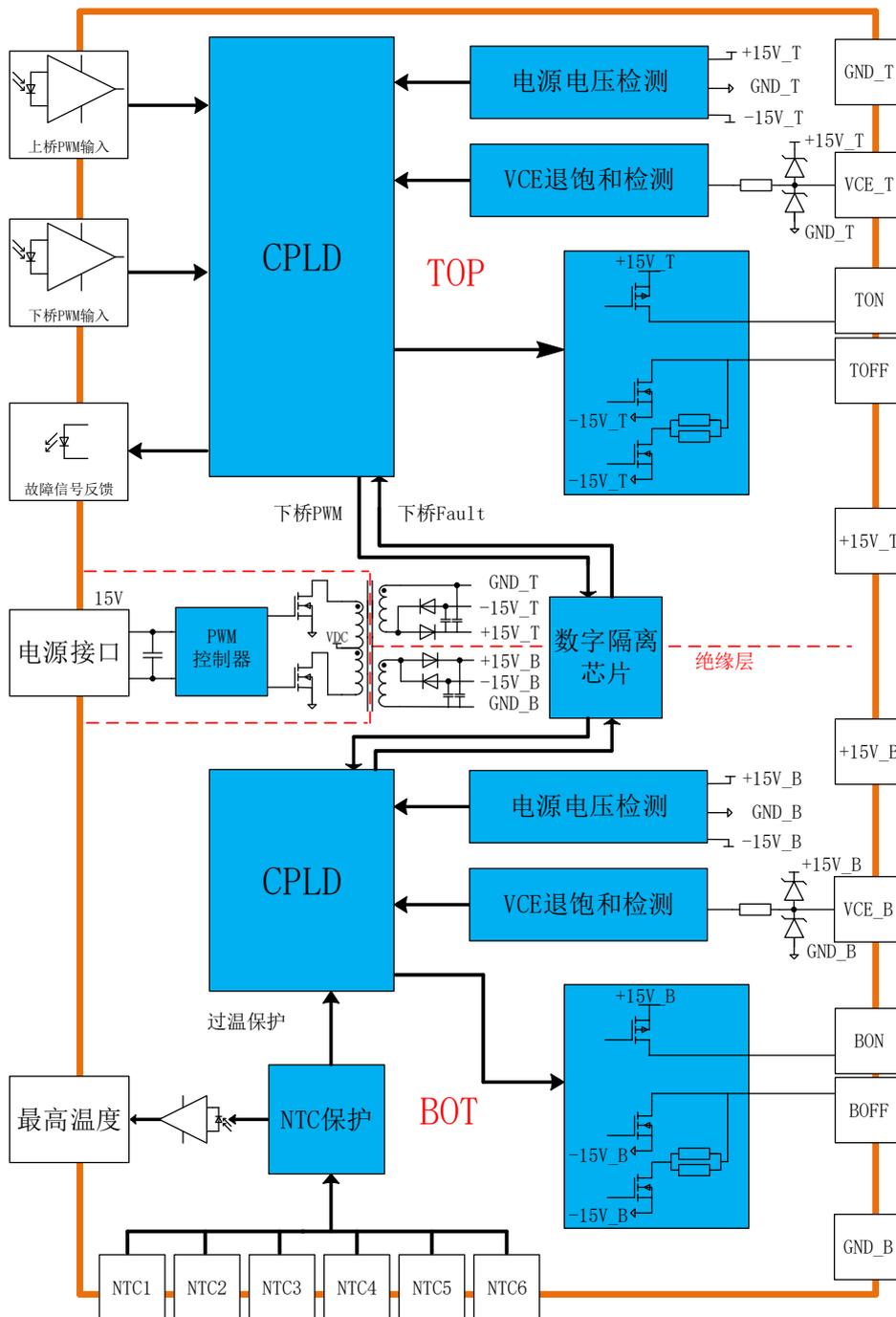
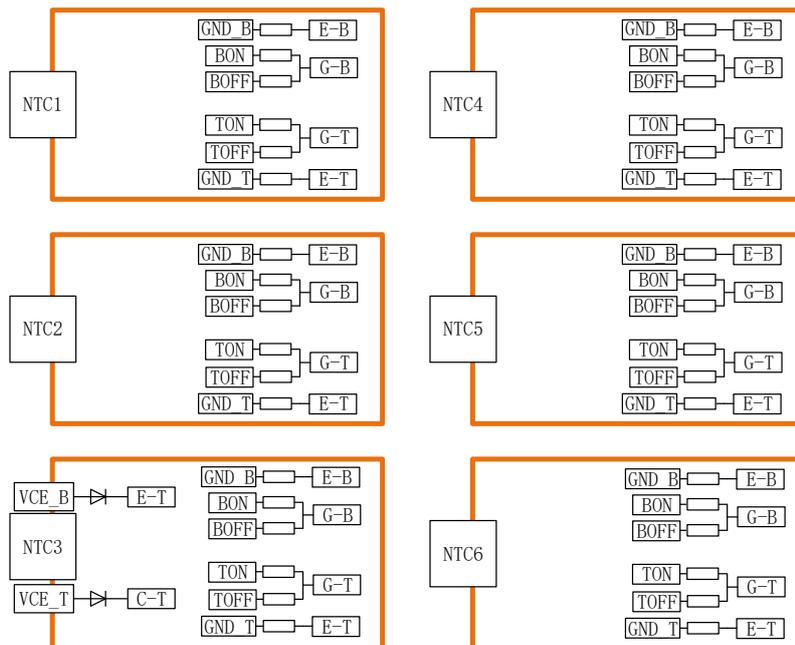


图 4 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板系统框图


图 5 2AM-RN-ED3 门极适配板示意图

2 技术参数

2.1 连接器 P3 的管脚定义

表 1 连接器 P3 的管脚定义

编号	名称	功能	编号	名称	功能
1	GND	电源地	2	NTC1-1	温度采样信号 (0~4V)
3	VDC	+15V 电源	4	NTC1-2	温度采样信号地
5	VDC	+15V 电源	6	NTC2-1	NTC2 端子 1
7	GND	电源地	8	NTC2-2	NTC2 端子 2

2.2 并联连接器 J1/J2/J3/J4/J5/J6 的管脚定义

表 2 连接器 J1/J2/J3/J4/J5/J6 的管脚定义

编号	名称	功能	编号	名称	功能
1	BON	下管门极开通信号	2	GND_B	下管副边电源地
3	BOFF	下管门极关断信号	4	GND_B	下管副边电源地
5	+15V_B	下管+15V 电源	6	VCE_B	下管检测 C
7	NC	空置	8	NC	空置
9	NC	空置	10	NC	空置

11	VCE_T	上管检测 C	12	+15V_T	上管+15V 电源
13	GND_T	上管副边电源地	14	TOFF	上管门极关断信号
15	GND_T	上管副边电源地	16	TON	上管门极开通信号

注：底座板与门极板上的此类连接器管脚定义一一对应。

2.3 NTC 连接器 J7/J8/J9/J10/J11/J12 的管脚定义

表 3 连接器 J7/J8/J9/J10/J11/J12 的管脚定义

编号	名称	功能	编号	名称	功能
1	IGBT_xNTC1	IGBT_xNTC 端子 1	2	IGBT_xNTC2	IGBT_xNTC 端子 2

2.4 NTC 连接器 J13/J14 的管脚定义

表 4 连接器 J13/J14 的管脚定义

编号	名称	功能	编号	名称	功能
1	NTC2-1	NTC2 端子 1	2	NTC2-2	NTC2 端子 2

2.5 底座板及门极板连接器品牌及型号

表 5 连接器品牌及型号

编号	位号	品牌	型号	推荐配套端子
1	P3	菲尼克斯	MCD1.5/4-G-3.81	/
2	J1,J2,J3,J4,J5,J6	百富特	VH3.96-12P	VH3.96-12P 胶壳
3	J7,J8,J9,J10,J11,J12,J13,J14	百富特	VH3.96-02P	VH3.96-2P 胶壳

2.6 基本电气特性

表 6 本驱动产品的基本电气特性（若无特别说明，条件为 T=25 °C，电源电压 15V）

电源						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V _{CC}	驱动底座板原边输入电源电压	+14.5	+15	+15.5	V
输入电源电流	I _{in}	不带载时①原边输入电源电流		0.23		A
输入电源功率	P	满载时②最大输入电源功率			17.5	W
单路输出功率	P _{POWER}	副边单通道输出总功率			6	W

副边电源电压	V_{DD}	副边单通道电源电压幅值		30		V
欠压保护	V_{TH}	副边电源欠压保护阈值		12		V
栅极						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
开关频率	F_{SW}	驱动底座板最大开关频率			5	kHz
单通道峰值电流	I_{PEAK}	驱动底座板单通道门极峰值总电流	-30		+30	A
栅极开通电压	V_{GON}	上/下管栅极开通电压		+15		V
栅极关断电压	V_{GOFF}	上/下管栅极关断电压		-15		V
故障保护参数						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
短路保护阈值电压	V_{Rthx}	设置短路保护参考阈值电压		10.2		V
短路保护响应时间	t_R	短路保护响应时间③		7		us
软关断时间	t_S	故障发生后进行软关断时间④		3.9		us
保护锁定时间	t_B	故障发生后锁定为故障的时间		88		ms
故障报出时间	t_F	下管短路故障		5		ms
		上管短路故障		10		ms
		下管欠压故障		20		ms
		上管欠压故障		30		ms
		过温故障		40		ms
时间特性						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
开通延时	t_{ON_DELAY}	开通信号从输入端传输到输出端的时间⑤		900		ns
关断延时	t_{OFF_DELAY}	关断信号从输入端传输到输出端的时间⑥		900		ns
上升时间	t_{RISE}	驱动底座板门极开通时间⑦		1.0		us
下降时间	t_{DOWN}	驱动底座板门极关断时间⑧		0.9		us
电气特性						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
绝缘耐压 (50Hz/1min)	U_i	原边对副边		5000		V_{AC}
		副边对副边		5000		V_{AC}
爬电距离		原边到副边		10.5		mm
		副边到副边		9		mm

电气间隙		原边到副边		9		mm
		副边到副边		9		mm
额定母线电压	VDC	模组实际使用母线电压		1070		V
环境特性						
参数	符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
海拔	H	工作海拔			2000	m
湿度	R _H	工作湿度			95	%
工作温度	T _{OP}	工作温度	-40		85	°C
储存温度	T _{ST}	储存温度	-40		85	°C

注解说明

- ①、输入电源电流：无 PWM 信号输入，但连接 IGBT 模块；
- ②、输入电源功率：并联上六个 IGBT 模块负载，输入 5kHz 互补的 PWM 信号。
- ③、短路保护响应时间：从发生短路故障到执行软关断的时间段；
- ④、软关断时间：V_{ge} 开始软关断到电压为 0 的时间段；
- ⑤、开通延时：从原边输入的 PWM 信号上升沿传输到副边门极驱动上升沿所需的时间；
- ⑥、关断延时：从原边输入的 PWM 信号下降沿传输到副边门极驱动下降沿所需的时间；
- ⑦、上升时间：满载条件下，从门极关断电压（-15V）的 10% 至门极开通电压（+15V）的 90% 的时间；
- ⑧、下降时间：满载条件下，从门极开通电压（+15V）的 90% 至门极关断电压（-15V）的 10% 的时间；

2.7 VCC 端子

驱动底座板 P3 接口处有一个 VDC 端子。为保证驱动底座板可靠的工作，要求 VDC 输入一个稳定的 +15（±0.5V）电源给驱动底座板供电。

驱动底座板可传输的总功率为 $2 \times 6W = 12W$ （标称值），所以 +15V 的电源电压可产生的最大输入电流约为 1.1A。驱动底座板启动时，可以限制启动冲击电流而不需要增加其他外部限流电路。

此外，P3 接口还能输出 NTC 最大温度采样信号，信号为电信号的方式，输出电压范围：0~4V。

2.8 PWM 信号输入

驱动底座板具有光纤信号输入，光纤接收头 U32（TOP）及光纤接收头 U31（BOT）是驱动底座板的信号输入端。根据程式设定，驱动底座板的两个输入信号具有互锁功能，且和门极信号正逻辑（即输入光纤亮即门极开通，反之光纤灭即门极关断）。

2.9 故障状态输出端

两个通道故障信号合成为一路故障信号，并通过光纤头发送头 U33 输出，驱动底座板正常工作时，光纤头发送常高电平信号即为常亮，检测到故障时光纤头发送一定时间的低电平信号（光纤灭），此外可以根据检测到的上/下桥臂和不同的故障类型，来发送不同时间的故障信号，具体说明如下所示：

下管短路故障：5ms；

上管短路故障：10ms；

下管欠压故障：20ms；
上管欠压故障：30ms；
过温故障：40ms；

2.10 状态指示灯说明

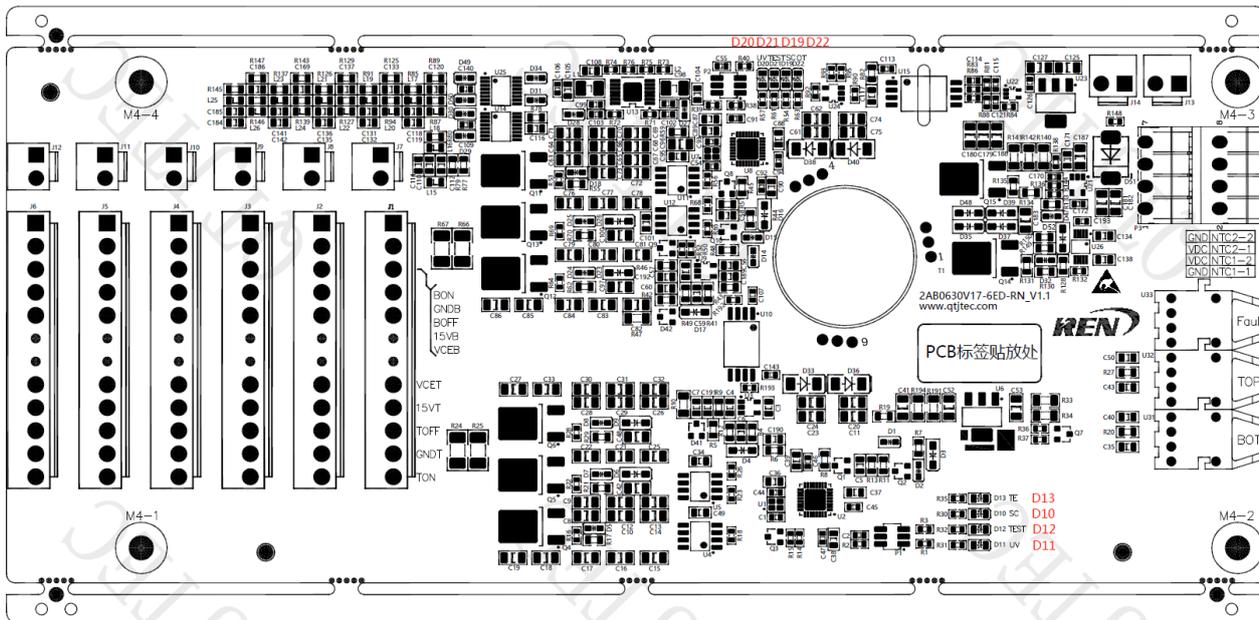


图 6 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板位号图

此驱动产品，除了可以输出光纤故障信号，还增加了故障指示灯，方便客户了解驱动产品的工作状态，具体说明如下所示：

- TOP: D12 TEST 无故障时常亮（绿色），反之则灭；
 D13 TE 有故障时常亮（红色），反之则灭；
 D10 SC 一次短路故障即常亮（红色），重启复位；
 D11 UV 一次欠压故障即常亮（红色），重启复位；
- BOT: D21 TEST 无故障时常亮（绿色），反之则灭；
 D22 OT 一次过温故障即常亮（红色），重启复位
 D19 SC 一次短路故障即常亮（红色），重启复位；
 D20 UV 一次欠压故障即常亮（红色），重启复位；

3 功能描述

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板驱动底座板具有常规的保护功能，例如电源欠压保护、Vce 饱和和短路保护、软关断、以及故障信号反馈。

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板的出色特性有：多元化的 NTC 温度保护功能，不仅能采样六个模块，选择其中温度最高的模块输出其 NTC 值，还能设置过温保护的阈值温度，大大增加了模块温度保护的可靠性，这在驱动模组进行高功率运行时能起到关键的保护作用。

3.1 电源及电气隔离

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板配有 DC/DC 隔离电源，可实现电源和副边门极驱动电路的电气隔离。电气间隙和爬电距离按照 IEC 60077-1 标准设计。

请注意，驱动底座板需要稳定的+15V 电源电压。

3.2 电源监控

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板副边上下桥臂各配有一个欠压检测电路，在任意桥臂的副边检测到电源欠压时，门极输出负电压，IGBT 将保持关断状态（驱动底座板输出被封锁），欠压故障信号会通过光纤发射器传送到客户端，同时相应桥臂的欠压故障指示灯亮起，重启后复位。注意，建议客户不要在驱动底座板供电电压较低的情况下操作 IGBT，否则，过高的 Vce 变化率可能会导致 IGBT 出现误导通。

3.3 短路保护及软关断

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板副边上下桥臂各配置了 Vce 检测电路(原理示意图见图 7),IGBT 集电极-发射极电压通过高压二极管的方式来检测，任意桥臂在导通状态下若发生 IGBT 发生退饱和和动作，并且经过一段响应时间后，Vce 超过短路保护设定阈值电压（Vref=10.2V），CPLD 数字驱动芯片将会判断为 IGBT 短路，开始执行软关断保护，并将短路故障信号发送到光纤发射器反馈到客户端，同时相应桥臂的短路故障指示灯亮起并保持常亮，重启驱动产品后自动复位熄灭。

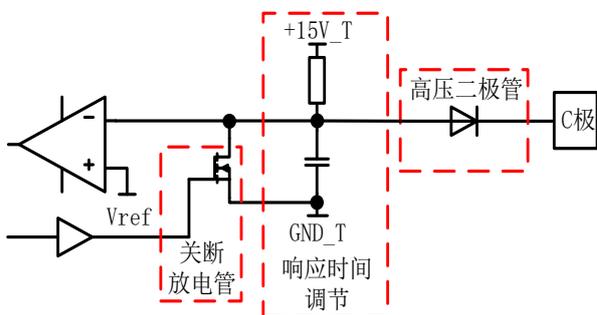


图 7 Vce 退饱和检测电路

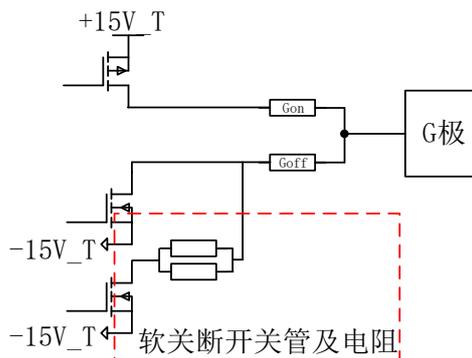


图 8 软关断保护电路

（注意：短路保护响应时间取决于直流母线电压。它在最大直流母线电压的大约 50%到 100%之间保持恒定，直流母线电压更低时该值会升高。请参阅相关的驱动产品数据手册以了解短路响应时间的参数。另外，退饱和和检测功能仅用于短路保护，无法提供过流保护。）

在 IGBT 发生短路直通时，Vce 会迅速恢复到直流母线电压，驱动底座板启动短路保护功能，在一定的响应时间后关断 IGBT，若在关断 IGBT 的这段时间里，仍是正常时的关断速度会产生很大的 di/dt，Vce 会因为寄生电感等原因产生很高的电压尖峰，所以为了防止 IGBT 在关断时候可能会被过高的电压尖峰击穿损坏，本驱动底座板设置了软关断保护电路。（原理示意图见图 8）

3.4 IGBT 模块并联均流动态特性

由于包括 IGBT、二极管，特定的模块结构和内部栅极电阻和电感的分布等在内的特殊特性，IGBT 模块的并联均流动态特性，在很大程度上取决于模块的型号及制造商。注意，来自同一制造商不同生产批次的 IGBT 模块，其并联时均流动态特性较差（我司技术人员已经通过高压验证测试得此结论）。

因此，客户在使用本驱动产品进行 IGBT 模块多并联运行时，强烈建议使用同一制造商、相同生产批次及相近生产编码的 IGBT 模块。

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板作多并联使用时，通过连接并联接口可以同时驱动最多六个 IGBT 模块。需注意：

- 连接门极适配板时，并联接口电缆的长度应小于 40cm，以确保额外的延时误差小于 2ns；
- 驱动底座板的输入信号 TOPIN 和 BOTIN 必须来自相同信号源的互补光纤信号输入，以确保本驱动产品不会发生信号互锁。

注意：本驱动产品暂不支持使用电信号输入，如需使用电信号输入，请联系我司技术支持。

3.5 IGBT 的导通

当 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板某通道的输入端变为高电平时（即灯亮），就可导通该通道的 IGBT。驱动底座板连接好门极适配板，并在安装到对应的 IGBT 模块上时，必须确保驱动产品的导通电压为+15V 左右。

3.6 IGBT 的关断

当 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板某通道的输入端变为低电平时（即灯灭），就关断了对应的 IGBT。由于本驱动产品最多可并联驱动六个 IGBT 模块，经过我司高压验证测试，此门极关断电阻能兼容英飞凌和富士的模块，所以不建议客户自己改动参数，若需要调整参数设定，可咨询青铜剑公司技术人员协助调试。快速的关断 IGBT 可能导致过压，过压会随母线电压和负载电流升高而增加。

关断过压可由下式估算：

$$V_{tr} = -L_s \cdot di/dt$$

其中， V_{tr} 为关断过压， L_s 为整个驱动模组的杂散电感

3.7 NTC 采样及过温保护

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板具有 IGBT 模块 NTC 温度采样功能电路，并且能选择输出多并联模块中温度最高的 NTC 值，转化为 0~4V 的线性电信号，经过线性光耦芯片传输到原边供给客户控制端识别；同时本驱动产品还设置有过温保护阈值（默认 IGBT 模块超过 85℃后，启动过温故障保护，对 IGBT 实施软关断），保温保护阈值可通过硬件参数来修改，如需修改，请联系我司技术支持。

根据英飞凌 FF450R17ME4 模块规格书中的 NTC 计算公式，设计出了此部分采样电路，其中采样电路的输入输出关系式如下说明：

$$NTC \text{ 温度采样输入输出关系式： } V_o = 12 \times 1 / (3 + R_{NTC});$$

详细的 NTC 阻值和本驱动产品的输出采样电压参数对照表，如表 7 所示：

表 7 IGBT 模块 NTC 阻值和理论输出电压关系

	温度	开尔文值	理论NTC电阻值	理论输出电压
3194	-40	233.15	99.092	0.118
3207	-35	238.15	75.144	0.154
3220	-30	243.15	57.533	0.198
3233	-25	248.15	44.448	0.253
3245	-20	253.15	34.610	0.319
3256	-15	258.15	27.156	0.398
3268	-10	263.15	21.483	0.490
3280	-5	268.15	17.120	0.596
3290	0	273.15	13.727	0.717
3300	5	278.15	11.082	0.852
3310	10	283.15	9.003	1.000
3320	15	288.15	7.359	1.158
3330	20	293.15	6.049	1.326
3340	25	298.15	5.000	1.500
3340	30	303.15	4.156	1.677
3350	35	308.15	3.472	1.854
3360	40	313.15	2.914	2.029
3368	45	318.15	2.458	2.199
3374	50	323.15	2.083	2.361
3381	55	328.15	1.773	2.514
3388	60	333.15	1.515	2.658
3395	65	338.15	1.300	2.791
3401	70	343.15	1.120	2.912
3408	75	348.15	0.968	3.024
3414	80	353.15	0.840	3.125
3420	85	358.15	0.732	3.216
3425	90	363.15	0.640	3.297
3431	95	368.15	0.561	3.370
3436	100	373.15	0.493	3.435
3441	105	378.15	0.435	3.493
3446	110	383.15	0.385	3.545
3450	115	388.15	0.342	3.591
3454	120	393.15	0.304	3.632
3459	125	398.15	0.271	3.668

表 8 IGBT 模块 NTC 计算参考公式
NTC-Widerstand / NTC-Thermistor
Charakteristische Werte / Characteristic Values

			min.	typ.	max.	
Nennwiderstand Rated resistance	$T_C = 25^\circ\text{C}$	R_{25}		5,00		k Ω
Abweichung von R100 Deviation of R100	$T_C = 100^\circ\text{C}, R_{100} = 493 \Omega$	$\Delta R/R$	-5		5	%
Verlustleistung Power dissipation	$T_C = 25^\circ\text{C}$	P_{25}			20,0	mW
B-Wert B-value	$R_2 = R_{25} \exp [B_{25/50}(1/T_2 - 1/(298,15 \text{ K}))]$	$B_{25/50}$		3375		K
B-Wert B-value	$R_2 = R_{25} \exp [B_{25/80}(1/T_2 - 1/(298,15 \text{ K}))]$	$B_{25/80}$		3411		K
B-Wert B-value	$R_2 = R_{25} \exp [B_{25/100}(1/T_2 - 1/(298,15 \text{ K}))]$	$B_{25/100}$		3433		K

4 使用步骤

下列步骤说明如何在功率变换器中正确使用 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板以及 2MA-RN-ED3 门极适配板。

4.1 选择合适的 IGBT 模块

2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板以及 2MA-RN-ED3 门极适配板，可以驱动目前市面上可以见到的所有的 1700V 以内的 EconoDUAL™3 的 IGBT 模块，且门极参数可以兼容英飞凌和富士的 1700V/450A 的 IGBT 模块。门极板所适配的 IGBT 型号：

英飞凌：FF450R17ME4；

富士：2MBI450VN-170-50。

4.2 将驱动底座板、门极板与 IGBT 模块连接

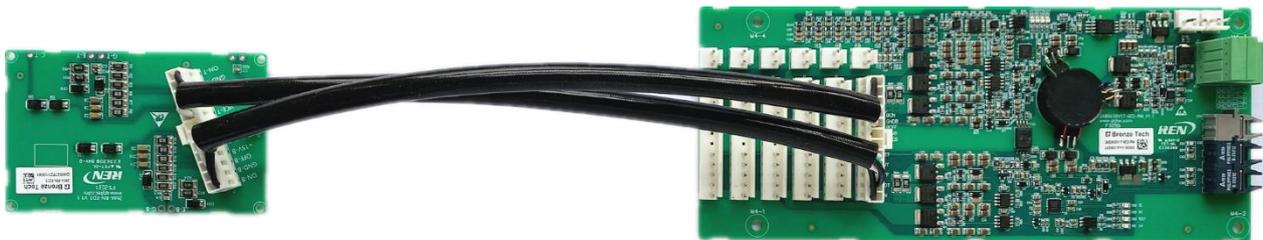


图 9 驱动底座板与门极板的连接示意图

如图 9 所示，门极适配板安装在 IGBT 模块上后，通过使用专用连接线与驱动底座板连接好就能立即投入使用，用户无需再费力设计和调试（此驱动底座板可同时驱动 6 个 IGBT 模块）。

IGBT 模块和驱动底座板及门极适配板的任何操作，需符合静电敏感设备保护的通用要求，参考国际标准 IEC 60747-1，第 IX 章或欧洲标准 EN100015。为保护静电感应设备，要按照规范处理 IGBT 模块和驱动底座板（工作场所、工具等都必须符合这些标准）。



注意：如果忽略了静电保护要求，IGBT 和驱动底座板可能都会损坏！

通过焊接相对应的端子，门极适配板可以很容易的安装到 IGBT 模块上。

4.3 将驱动底座板连接到控制器

电气接口：将驱动底座板原边插座 P3 连接到客户控制端，并给驱动底座板提供稳定+15V(±0.5V) 电压。将驱动底座板的光线接收器 U31、U32 以及光线发射器 U33，通过光纤线连接到客户控制端。

4.4 检查门极适配板门极输出

在指定工作频率的工作情况下，检查门极适配板电压约为-15V（关断电压值会随着负载变化而变化），导通状态是+15V（开通电压值会随着负载变化而变化）。也可在指定工作频率并且不给输入信号的情况下，看驱动底座板所消耗的电流，确定驱动底座板无短路现象存在。

4.5 装配和测试

启动系统前，需确认驱动底座板、门极适配板以及 IGBT 模块安装是否正确，门极适配板门极输出是否正常。然后在准备的实际负载下启动，建议设备启动时由轻载到满载的过程慢慢调节测试。也可根据设备的实际应用情况结合自己的要求进行严格的测试。



注意：对高压的所有手动操作都有可能危及生命，必须遵守相关的安全规程。

5 机械尺寸

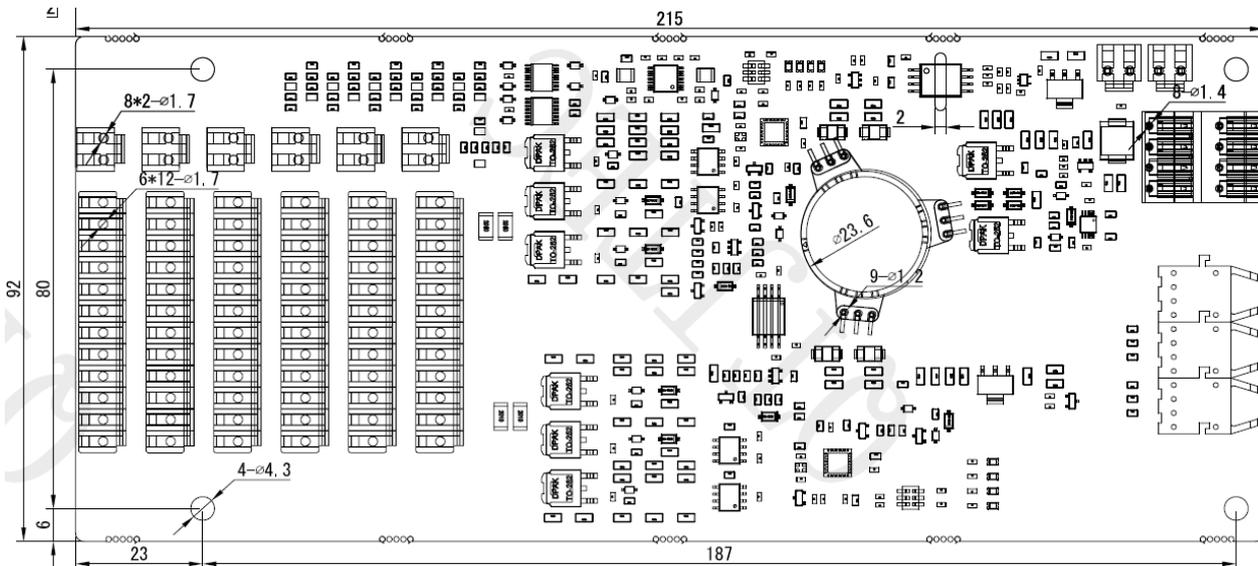


图 10 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板驱动底座板机械尺寸

驱动底座板外形尺寸为 215.0×92.0×2.0mm;



图 11 2AB0630V17-6ED-RN 驱动底座板驱动底座板高度尺寸

整体高度约为 24.7mm，板上最高器件原边连接端子高度为 22.7mm;

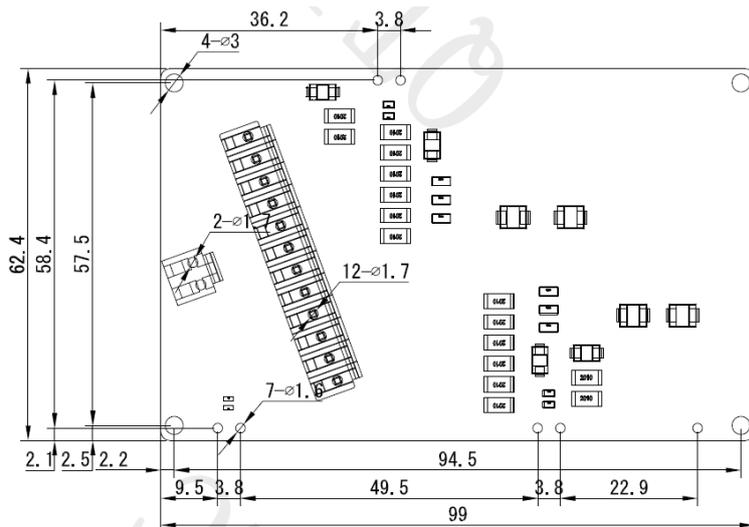


图 12 2MA-RN-ED3 门极适配板机械尺寸

门极适配板外形尺寸为 100.0×65.0×2.0mm;

整体高度约为 9.2mm，板上最高器件副边连接端子高度为 7.2mm;