

ED-WP-CB 产品说明书

概述

ED-WP-CB 系列驱动核是 Firststack 针对 ANPC I 型三电平系统开发的高性能数字驱动核，驱动采用 CPLD 为数字控制核心，保护功能齐全，内置故障管理系统，实时将变流器的工作状态上传上位机，为失效变流器现场“大数据管理”提供支持。完美解决 ANPC I 型拓扑中“关断时序”以及“大换流回路关断尖峰”这两大难题，使得 ANPC 拓扑的可靠性可以媲美两电平，能让客户像两电平一样使用 ANPC I 型三电平。

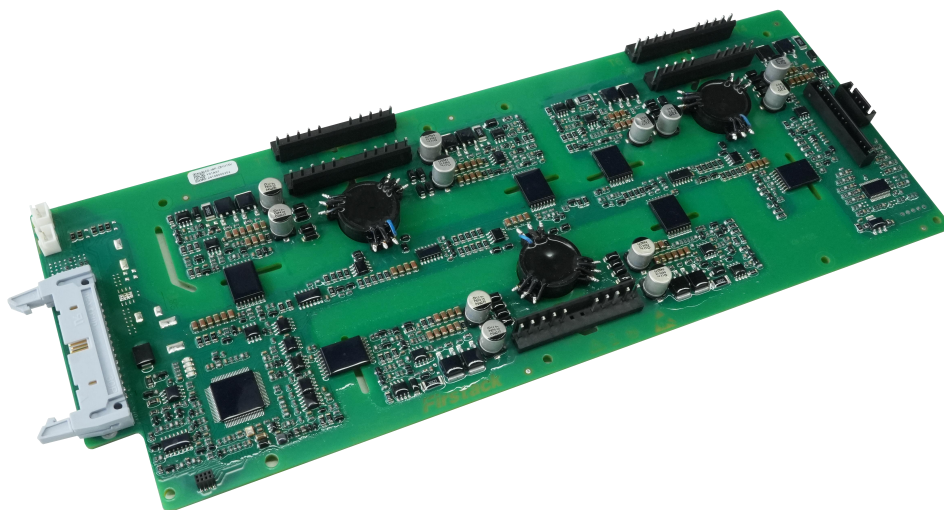


图 1 产品图片示意图

注 1: 图中混合电容有两种颜色，黑色和紫色。两者互为替代料，两种产品都可正常使用
注 2: 牛角可提供卧式和立式，默认卧式

核心优势:

- ✓ 单路输出 4W/最大峰值电流 108A
- ✓ 适用于最高 1700V 的 EconoDUAL™
- ✓ 短路保护（软关断） 欠压保护
- ✓ 故障时序保护
- ✓ NTC 检测

典型应用:

- ✓ 光伏逆变器
- ✓ 储能逆变器
- ✓ 中压交流传动
- ✓ 风电变流器

目录

概述	1
功能框架图	3
使用步骤及注意事项	4
机械尺寸图	5
引脚定义	6
状态指示灯说明	9
驱动参数	10
主要功能说明	13
◆ 短路保护	13
◆ 欠压保护	13
◆ 分级关断(预留)	14
◆ 窄脉冲抑制	14
◆ NTC 温度采样	14
◆ 故障编码返回(预留)	15
◆ 智能故障管理系统	16
订购信息	19
技术支持	19
法律免责声明	19
联系方式	19

功能框架图

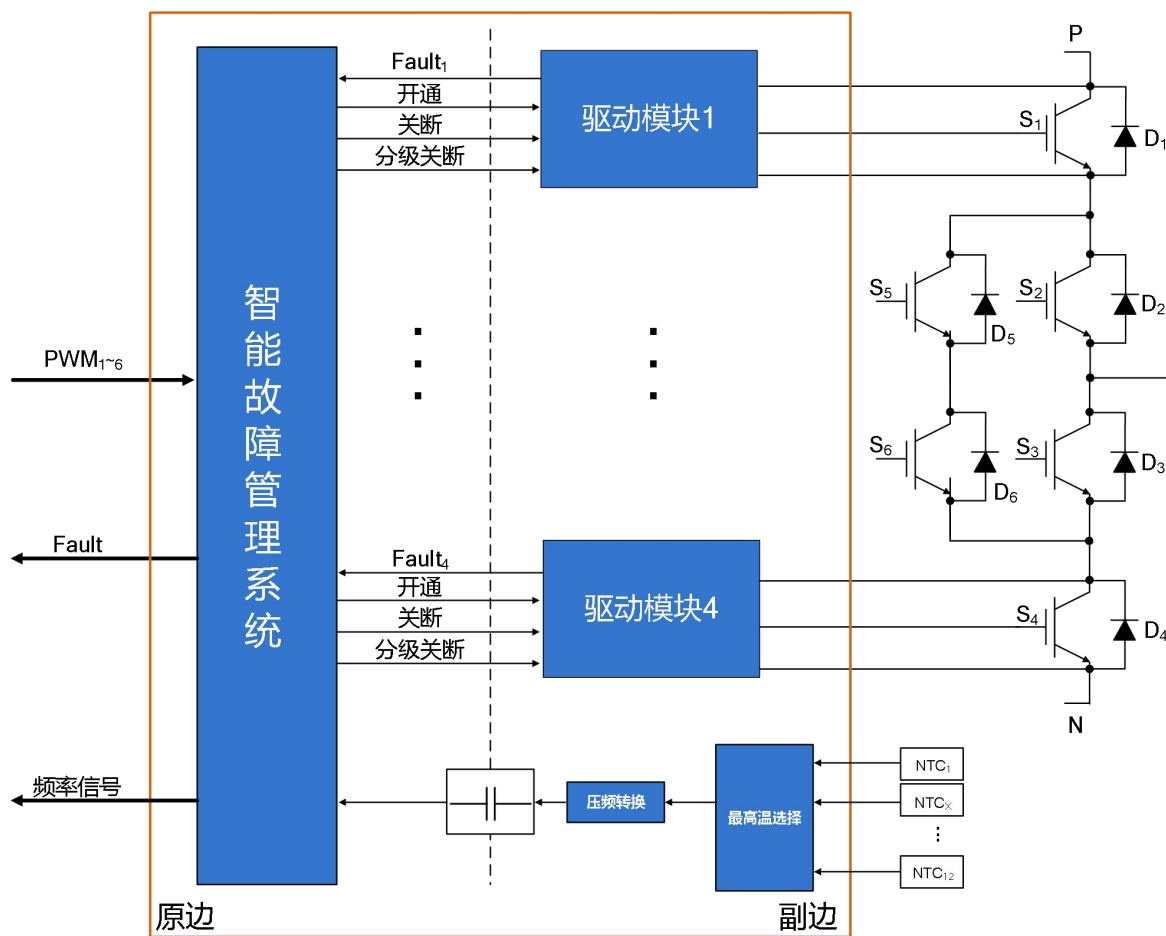


图2 功能框架图

使用步骤及注意事项

驱动器简便使用的相关步骤如下：

1. 选择合适的驱动器

使用驱动器时，应注意该驱动器适配的 IGBT 模块型号。对于非指定 IGBT 模块无效，使用不当可能会导致驱动和模块失效。

2. 将驱动器安装到 IGBT 模块上

对 IGBT 模块或驱动器的任何处理都应遵循国际标准 IEC 60747-1 第 IX 章或欧洲标准 EN 61340-5-1 要求的静电敏感器件保护的一般规范（即工作场所、工具等必须符合这些标准）。

如果忽视这些规范，IGBT 和驱动器都可能会损坏。



3. 将驱动器连接到控制单元

将驱动器接插件连接到控制单元，并为驱动器提供合适的供电电压

4. 检查驱动器功能

检查门极电压：对于关断状态，额定门极电压在相应的数据手册中给出，对于导通状态，该电压为 15V。另请分别检查对应控制信号和无控制信号时驱动器的输入电流。

这些测试应在安装前进行，因为安装后可能无法接触到门极端子。

5. 设置和测试功率单元

系统启动之前，建议用单脉冲或双脉冲测试方法分别检查每个 IGBT 模块。Firststack 特别建议用户要确保 IGBT 模块即使在最恶劣的条件下也不会超过 SOA 规定的工作范围，因为这强烈依赖于具体的变换器结构。

机械尺寸图

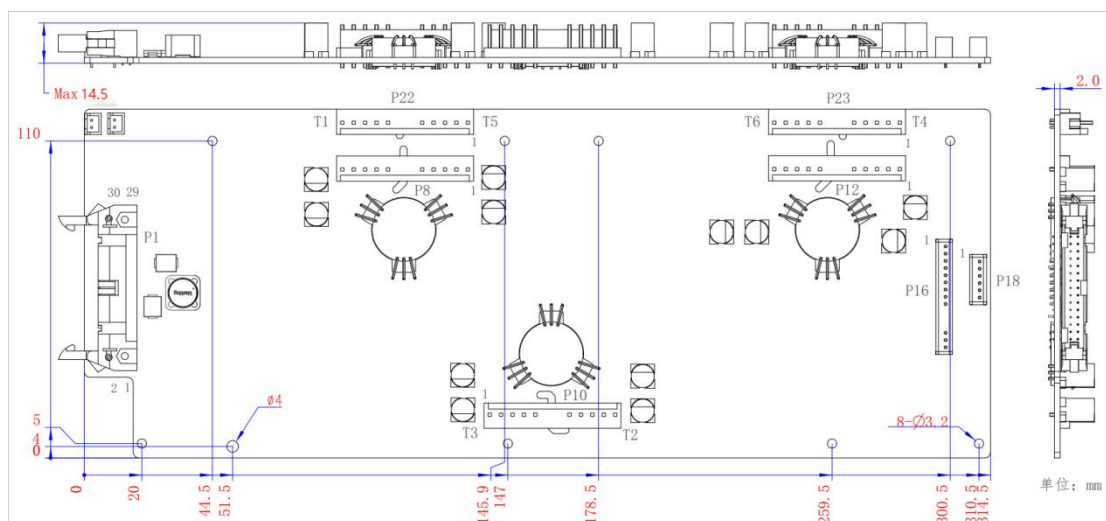


图 3 尺寸图

备注：1. 板厚公差±10%；

2. 其余尺寸公差参考 GB/T1804-m。

3. 图中所有安装孔必须作为固定使用，否则连接器插拔应力过大很可能造成驱动损坏。同时安装孔务必采用塑料螺柱或其他绝缘材料螺柱固定，否则有安规风险问题。

接插件厂家及型号

序号	位号	厂家	型号	推荐配套端子
1	P1	Nexttron	Z-230011830209	FC-30P
2	P8, P10, P12, P22, P23	WCON	WF3963-WSH12B02	WF3963-H12B01
3	P16	WCON	WF2501A-WSH15B02	WF2501A-H15B01
4	P18	WCON	WF2501A-WSH06B05	WF2501A-H06B01
5	P20, P21	JST	B2B-XH-A	XHP-2

引脚定义

15V 电源输入的 P1 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NC	Pin1 TO Pin20*	2	V _{DC}	+15V 电源
3	V _{DC}	+15V 电源	4	V _{DC}	+15V 电源
5	GND	原边参考地	6	SO	故障汇总
7	GND	原边参考地	8	GND	原边参考地
9	GND	原边参考地	10	IN1	T1 管 PWM 信号
11	GND	原边参考地	12	PT1-1	外部 PT1 pin1
13	PT1-2	外部 PT1 pin2	14	NC	悬空
15	GND	原边参考地	16	IN2	T2 管 PWM 信号
17	GND	原边参考地	18	PT2-1	外部 PT2 pin1
19	PT2-2	外部 PT2 pin2	20	NC	Pin1 TO Pin20*
21	GND	原边参考地	22	IN3	T3 管 PWM 信号
23	GND	原边参考地	24	IN4	T4 管 PWM 信号
25	GND	原边参考地	26	IN5	T5 管 PWM 信号
27	GND	原边参考地	28	IN6	T6 管 PWM 信号
29	GND	原边参考地	30	FOUT	频率输出

*P1 的 pin1 和 pin20 相连，可以进行断线检测，若不使用可以悬空

24V 电源输入的 P1 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NC	Pin1 TO Pin20*	2	V _{DC}	+24V 电源
3	V _{DC}	+24V 电源	4	V _{DC}	+24V 电源
5	GND	原边参考地	6	SO	故障汇总
7	GND	原边参考地	8	GND	原边参考地
9	GND	原边参考地	10	IN2	T2 管 PWM 信号
11	GND	原边参考地	12	FOUT	频率输出
13	GND	原边参考地	14	SO	故障汇总
15	GND	原边参考地	16	IN1	T1 管 PWM 信号
17	GND	原边参考地	18	GND	原边参考地
19	GND	原边参考地	20	NC	Pin1 TO Pin20*
21	GND	原边参考地	22	IN3	T3 管 PWM 信号
23	GND	原边参考地	24	IN4	T4 管 PWM 信号
25	GND	原边参考地	26	IN5	T5 管 PWM 信号
27	GND	原边参考地	28	IN6	T6 管 PWM 信号
29	PT1-1	外部 PT1 pin1	30	PT1-2	外部 PT1 pin2

P8, P22 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	Vcesat-T5	T5 检测信号	7	NC	该针拔除
2	15V-T5	T5_15V	8	Vcesat-T1	T1 检测信号
3	OFF-T5	T5 关断信号	9	15V-T1	T1_15V
4	ACOM-T5	T5 参考地	10	OFF-T1	T1 关断信号
5	ON-T5	T5 开通信号	11	ACOM-T1	T1 参考地
6	NC	该针拔除	12	ON-T1	T1 开通信号

P10 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	Vcesat-T3	T3 检测信号	7	NC	该针拔除
2	15V-T3	T3_15V	8	Vcesat-T2	T2 检测信号
3	OFF-T3	T3 关断信号	9	15V-T2	T2_15V
4	ACOM-T3	T3 参考地	10	OFF-T2	T2 关断信号
5	ON-T3	T3 开通信号	11	ACOM-T2	T2 参考地
6	NC	该针拔除	12	ON-T2	T2 开通信号

P12, P23 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	Vcesat-T4	T4 检测信号	7	NC	该针拔除
2	15V-T4	T4_15V	8	Vcesat-T6	T6 检测信号
3	OFF-T4	T4 关断信号	9	15V-T6	T6_15V
4	ACOM-T4	T4 参考地	10	OFF-T6	T6 关断信号
5	ON-T4	T4 开通信号	11	ACOM-T6	T6 参考地
6	NC	该针拔除	12	ON-T6	T6 开通信号

P16 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	-15V-T4	T4 负压	9	NTC9	模块 9 温度信号
2	GND-T4	T4 地	10	NC	该针拔除
3	GND-T4	T4 地	11	NC	该针拔除
4	NTC1	模块 1 温度信号	12	NC	该针拔除
5	NTC3	模块 3 温度信号	13	NTC10	模块 10 温度信号
6	NTC4	模块 4 温度信号	14	NTC12	模块 12 温度信号
7	NTC6	模块 6 温度信号	15	GND-T4	T4 地
8	NTC7	模块 7 温度信号			

P18 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	15V-T4	T4 15V	4	NTC5	模块 5 温度信号
2	GND-T4	T4 地	5	NTC8	模块 8 温度信号
3	NTC2	模块 2 温度信号	6	NTC11	模块 11 温度信号

P20 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NTC1-1	外部 NTC1 pin1	2	NTC1-2	外部 NTC1 pin2

P21 引脚定义:

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NTC2-1	外部 NTC2 pin1	2	NTC2-2	外部 NTC2 pin2

*驱动采样 12 个模块的温度信号

*NTCx 为模块 x 的温度信号

*驱动可配置 24V 输入或 15V 输入, 客户可根据自身电源选择合适的输入电压

状态指示灯说明

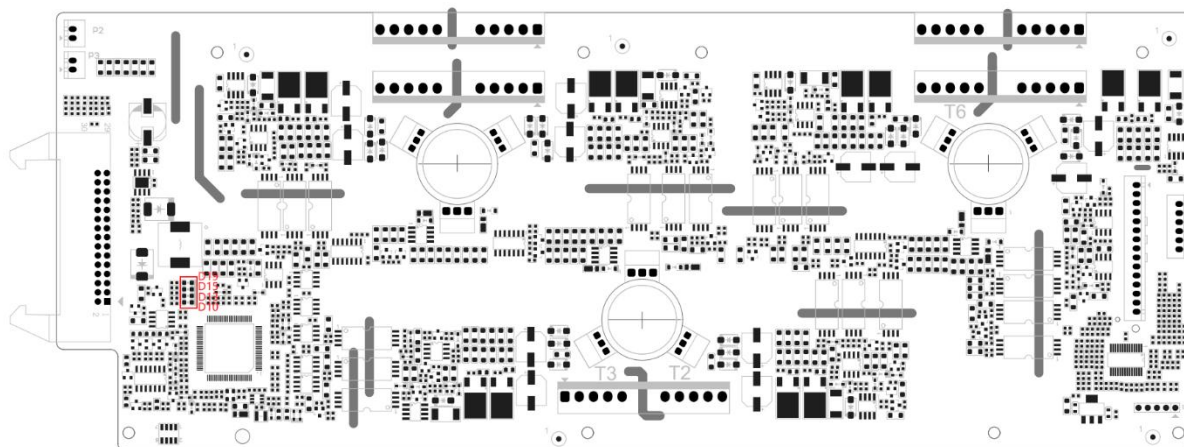


图 4 状态指示灯

为了方便客户使用，Firststack 驱动板上增加了若干状态指示 LED，便于客户了解驱动板及变流器工作状态，具体解释如下：

状态指示灯

序号	位号	丝印	注释	颜色
1	D19	UV	一次欠压触发即常亮，除非重启	红色
2	D15	TEST	原边供电正常，且无任何故障时亮，否则灭	绿色
3	D13	SC	一次短路触发即常亮，除非重启	红色
4	D10	OT	一次过温触发即常亮，除非重启（预留）	红色

驱动参数

绝对最大额定值

参数	备注	最小值	最大值	单位
V_{DC}	15V 电源输入		15.5	V
V_{DC}	24V 电源输入		25.5	V
输入输出逻辑电平	对地	0	15.5	V
故障返回口电流能力	故障状态下		500	mA
门极最大输出电流			108	A
单路输出功率	$T_A=85^{\circ}\text{C}$		4	W
测试电压 (50Hz/1min)	原边对副边	5700		V_{RMS}
	副边对副边	5700		V_{RMS}
共模抑制比 CMTI		± 100	± 250	kV/ μs
工作温度		-40	85	$^{\circ}\text{C}$
存储温度		-40	85	$^{\circ}\text{C}$

推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DC}	供电电压 15V		15		V
V_{DC}	供电电压 24V		24		V
IN_X	输入电平		15		V

电气特性

电源	备注	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流	15V 电压输入不带载, 注 1		0.47		A
电源电流	24V 电压输入不带载, 注 1		0.32		A
耦合电容	原副边, 注 2		12		pF
原边电源监测					
阈值			13		V
输入输出逻辑					
输入阻抗			10		k Ω
开通阈值	15V PWM 输入, 高开通		8.3		V
关断阈值	15V PWM 输入, 高开通		4.8		V
NTC 输出电平			15		V
SOx 输出电平	高正常, 低故障		15		V
短路保护					
V_{CE} 监测阈值			11.1		V
响应时间	T1、T4, 注 3		6.7		μs

	T2、T3, 注 3	8.0	μ s
	T5、T6, 注 3	8.2	μ s
阻断时间		90	ms
时间特性			
开通延时	T1、T4, 注 4	850	ns
	T2、T3, 注 4	850	ns
	T5、T6, 注 4	850	ns
关断延时	T1、T4, 注 5	850	ns
	T2、T3, 注 5	850	ns
	T5、T6, 注 5	850	ns
上升时间	T1、T4, 注 6	250	ns
	T2、T3, 注 6	650	ns
	T5、T6, 注 6	250	ns
下降时间	T1、T4, 注 7	500	ns
	T2、T3, 注 7	700	ns
	T5、T6, 注 7	500	ns
输出特性			
门极开通电压		15	V
门极关断电压		-15	V
电气绝缘			
爬电距离	原副边, 注 8	15	mm
电气间隙	原副边	14.5	mm
NTC 温度采集			
NTC 温度采集范围		-40	125℃
NTC 信号输出方式	*频率输出, 参看 NTC 采样功能说明		
故障输出			
故障信号指示时间	高正常, 低故障	40	ms
死区时间			
(T1&T3) (T2&T4) 死区时间	注 9	4	μ s
窄脉冲抑制			
窄脉冲滤除时间	注 10	400	ns

除非有特殊说明, 以上数据都是基于 25 $^{\circ}C$ 环温以及 $V_m=15V$ 环境下测试。

注解说明:

1. 电源电流: 在没有输入任何 PWM 信号, 但连接 IGBT 模块;
2. 耦合电容: 耦合电容值在表中所给值范围之内;
3. 响应时间: 短路保护响应时间指从发生故障到开始执行软关断;
4. 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;
5. 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;

6. 上升时间：从门极关断电压（-15V）的 10%至门极开通电压（+15V）的 90%的时间量；
7. 下降时间：从门极开通电压（+15V）的 90%至门极关断电压（-15V）的 10%时间量；
8. 爬电距离：参照 IEC61800-5-1-2007 ；
9. 死区时间：当控制板所设时间无死区或者小于 $4\mu s$ ，驱动板自身会有 $4\mu s$ 死区；当控制板所设时间大于 $4\mu s$ ，按照控制板时间执行；
10. 窄脉冲滤除时间：能滤掉的最大窄脉冲为 400ns，在实际可能会小于这个值。

主要功能说明

◆ 短路保护

驱动电路通过检测 IGBT 开通时的集电极电压 V_{CE} 来判断 IGBT 是否处于短路状态。

集电极电压通过高压二极管来检测。当 V_{CE} 电压超过设定阈值，驱动判定 IGBT 处于短路状态，同时将故障返回给上位机。驱动会根据先关外管再关内管的顺序关断 IGBT。

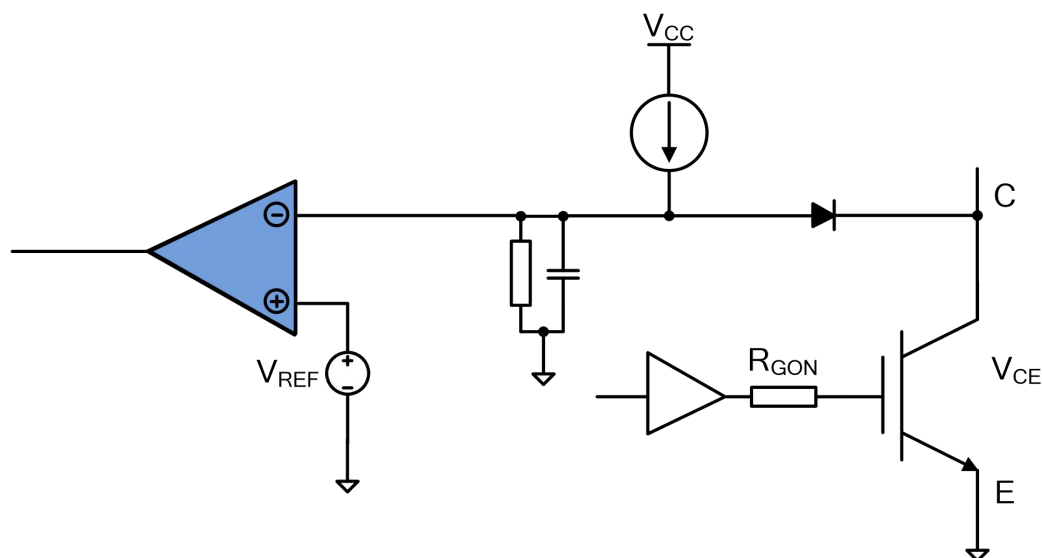


图 5 V_{CE} 退饱和检测电路

◆ 欠压保护

驱动板同时监测副边侧正负电源。当副边侧正电压或者负电压低于阈值电压时，驱动电路将判定发生了欠压故障，将反馈一个故障信号给上位机。驱动会根据先关外管再关内管的顺序关断 IGBT。

对于 IGBT 桥臂，Firstack 智能驱动强烈建议不要让桥臂中的任一个 IGBT 工作在欠压状态。由于 C_{CG} 的存在，当桥臂中的某个 IGBT 开通时，其带来的高 dv/dt 可通过 C_{CG} 耦合到另一个 IGBT，导致另一个 IGBT 微导通。同时，较低的门极电压，将增大 IGBT 的开关损耗。

◆ 分级关断(预留)

在一些大杂散电感的应用场合中，比如 ANPC I 型三电平的大换流回路，IGBT 每次关断都会面临关断尖峰过高的风险。由于 TVS 热容的限制，有源钳位技术并不适用于这些场合，这时分级关断技术就能起到很大的作用。通过在关断过程中使用不同的关断电阻，来优化整个关断过程，达到抑制关断尖峰的作用。

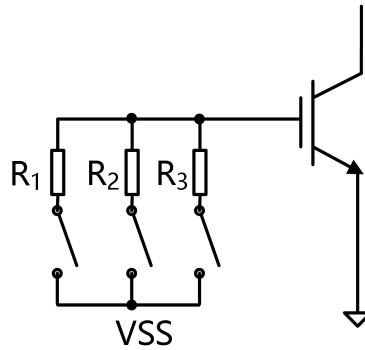


图 6 分级关断原理图

◆ 窄脉冲抑制

在很多应用的场合，模组可能会遇到窄脉冲的情况，IGBT 每次窄脉冲关断都会面临关断尖峰过高的风险。我们通过检测输入信号的时间，时间小于 400ns 时，会直接将该信号滤除，需要根据实际测试情况验证。

◆ NTC 温度采样

随着模块封装技术的进步，越来越多的模块内部开始集成温度传感器，NTC 就是其中的一种方式，像 PrimePACK™、EconoDUAL™ 等模块，内部就集成了 NTC。

Firstack 智能驱动集成了温度监测电路，通过压频转换电路，将温度信号转换为频率信号，同时通过隔离器件将频率信号告知上位机。

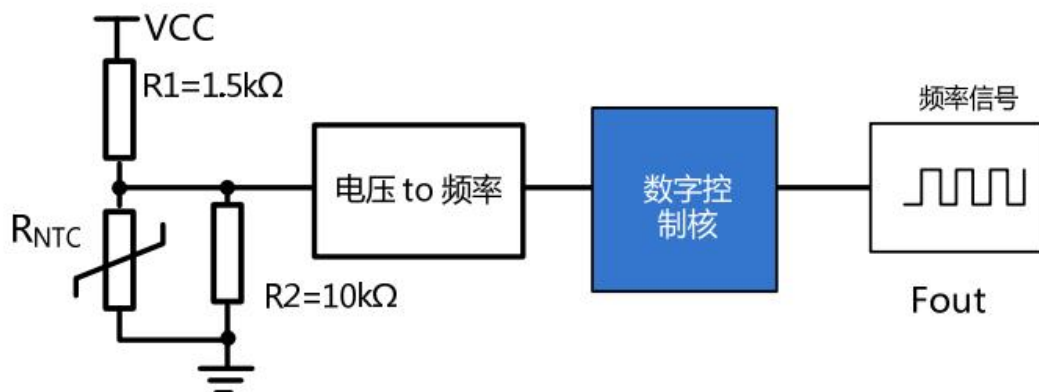


图 7 温度监测原理图

驱动核将 12 路 IGBT 中温度最高的 NTC，通过频率信号输出给主控。输出频率与 NTC 电阻对应关系如下：

$$F_{out} = \left(0.1 + \frac{8 * R_{ntc}}{15 + 11.5 * R_{ntc}} \right) * 32.768$$

*注：F_{out}，单位为 kHz；R_{ntc}，单位为 kΩ。

◆ 故障编码返回（预留）

随着新能源大规模并网越来越普遍，对于变流器可靠性的要求也越来越高。现场运行时故障发生的种类和频次的统计，以及严重失效后的原因分析，也变得越来越重要。

传统的驱动设计，在发生故障时，仅仅告知上位机，发生了故障，变得越来越不能满足客户的需求。为了给用户提供更多的故障信息，在原有 0/1 的基础上，我们增加了故障通信功能，将故障类别以及故障发生的时序，通过编码的方式，告知上位机。

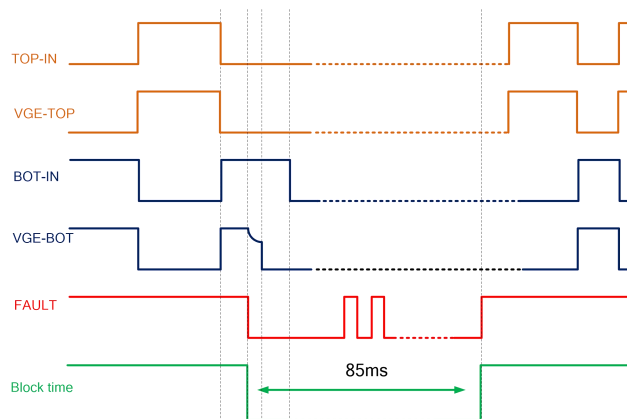


图 8 故障通信原理图

具体的故障代码如下所示：

Symbol	Conditions	Min	Type	Max	Unit
Fault（故障信号）					
TfaultBlank	FAULT 信号故障指示时间		5		ms
Fault Bit（故障字信息） note: 0 - 15 故障字如故障空缺，保持默认高电平 ‘1’					
0	管 1（上管）短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
1	管 1（上管）电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
2	管 2（下管）短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		

3	管 2（下管）电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
4	管 3 短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
5	管 3 电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
6	管 4 短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
7	管 4 电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
8	管 5 短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
9	管 5 电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
10	管 6 短路故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
11	管 6 电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
12（预留）	上管门极监测；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
13（预留）	下管门极监测；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
14（预留）	过温故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
15	窄脉冲；1 代表正常；0 代表故障		Bool		

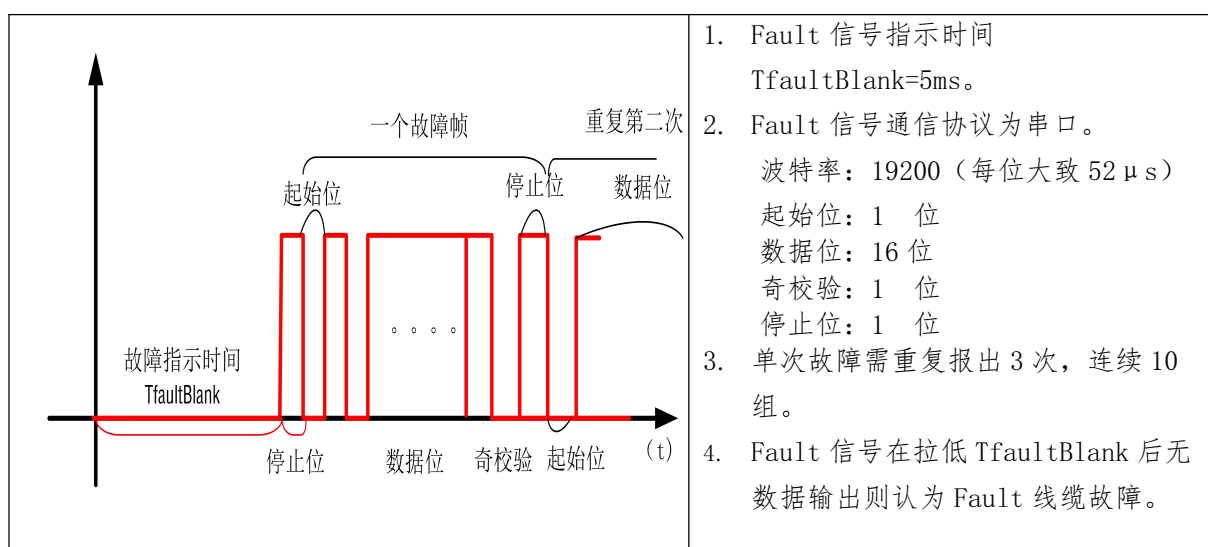


图 9 故障通信时序图

◆ 智能故障管理系统

在 ANPC I 型三电平中，直流母线电压 $V_{DC-LINK}$ 高于任意一个 IGBT 的耐压值，因此不论是正常工作或故障情况下，都必须保证外管 $S_4(S_1)$ 先于内管 $S_3(S_2)$ 关断，否则 $S_3(S_2)$ 将因为独自承受全部的直流母线电压 $V_{DC-LINK}$ 而损坏。

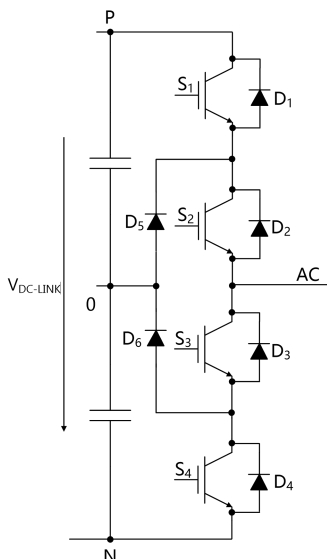


图 10 ANPC I 型三电平拓扑

在传统的 I 型三电平驱动设计时，一般是通过上位机来保证正确的关断时序，比如当 S_3 发生短路故障时，驱动板先将 S_3 的故障信号告知上位机，再由上位机来统一协调关断时序，由此也就存在如下几个风险：

1、短路保护时间超出 IGBT 最大承受时间： S_3 自身短路检测时间一般在 $8\mu s$ 左右，再加上故障通信时间、上位机滤波时间、以及 S_4 的关断时间（高压大功率模块关断时间普遍较长，在 $4\sim 6\mu s$ ），整个保护时间将超出 $10\mu s$ ，也就超出了 IGBT 的短路安全工作范围

2、保护依赖于上位机：从单点失效分析来看，当上位机失效时，保护无法正常完成，存在安全隐患

另外一个风险是，传统的驱动 I_c 乃至绝大部分即插即用驱动器，在发生欠压故障时，往往是直接关断 IGBT，不适用于 ANPC I 型三电平方案，造成极大的安全隐患。

基于以上的分析，Firstack 推出了专门针对 ANPC I 型三电平的驱动解决方案：通过在原边集成 Firstack 特有的“智能故障管理系统”，可以确保任何工况下的正确关断时序。

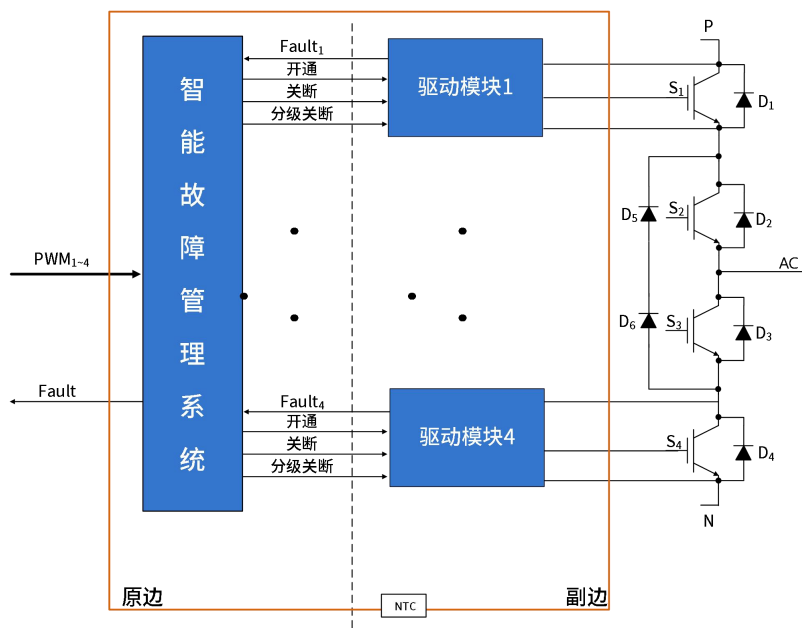


图 11 智能故障管理系统

智能故障管理系统将实时监测所有四路 PWM 信号与所有四路 IGBT 状态，再通过 Firstack 独有的控制算法，给出最优的操作指令。当整机在连续运行中，发生如下故障时，可以确保安全：

- 1：PWM 指令故障：当上位机受到干扰发出错误指令，或 PWM 传输路径受到干扰，在驱动侧出现错误指令
- 2：接插件脱落：在整机运行中，接插件由于振动等因素，出现脱落，造成 PWM 指令状态不受控
- 3：驱动供电异常：在整机运行中，因为供电端出现故障，引起驱动供电异常
- 4：短路/欠压故障

订购信息

ED-WP-CBXXXXXX 可以支持多个厂家不同型号的 IGBT 模块，如有购买需求，请联系工作人员，我们将提供最符合您需求的驱动。

技术支持

Firststack 专业的团队会为您提供业务咨询、技术支持、产品选型、价格与交货周期等相关信息，保证在 48 小时内针对您的问题给予答复。

法律免责声明

本说明书对产品做了详细介绍，但不能承诺提供具体的参数对于产品的交付、性能或适用性。本文不提供任何明示或暗示的担保或保证。

Firststack 保留随时修改技术数据及产品规格，且不提前通知的权利。适用 Firststack 的一般交付条款和条件。

联系方式

电话：+86-571 8817 2737

传真：+86-571 8817 3973

邮编：310000

网址：www.firststack.com

邮箱：sales01@firststack.com

地址：杭州市上城区同协路 1279 号西子智慧产业园 5 号楼 4-5 楼

