

APM146DF(含飞仕得数字 IGBT 驱动软件 V1.0)产品说明书

概述

APM146DF(含飞仕得数字 IGBT 驱动软件 V1.0)驱动是以 Firststack IGBT 驱动技术为基础，专门针对 T 型三电平 PrimePACK™封装、型号 DP900N1200TU104204 模块开发的即插即用型驱动。让客户缩短系统开发的周期，并保证驱动器能长期安全可靠的运行。

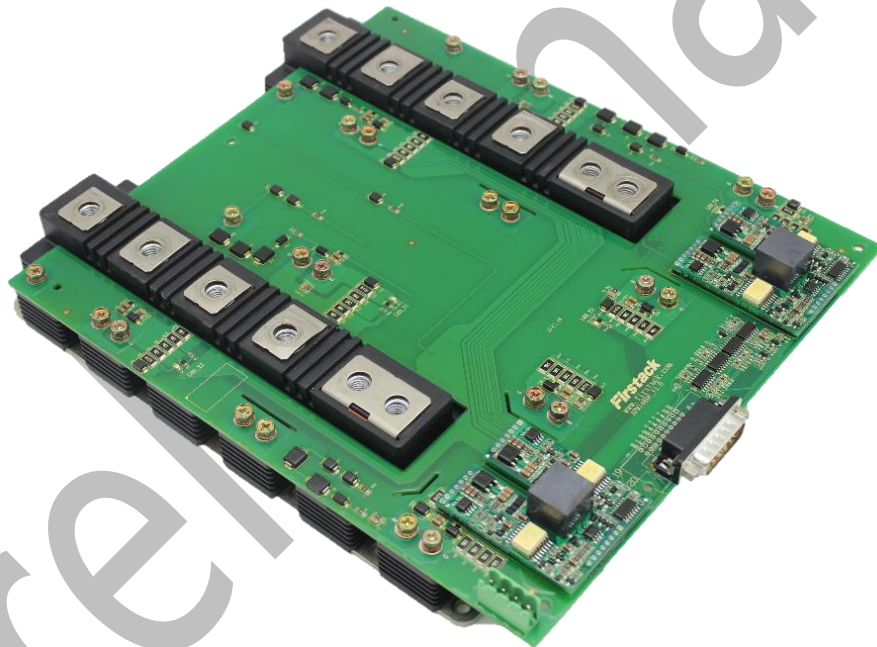


图 1 产品照片

目录

概述	1
系统框架图	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	7
驱动参数	9
主要功能说明	13
短路保护	13
欠压保护	13
软关断	14
脉冲异常	15
不会坏的驱动	15
门极电阻位置指示	16
订购信息	18
技术支持	18
法律免责声明	18
联系方式	18

系统框架图

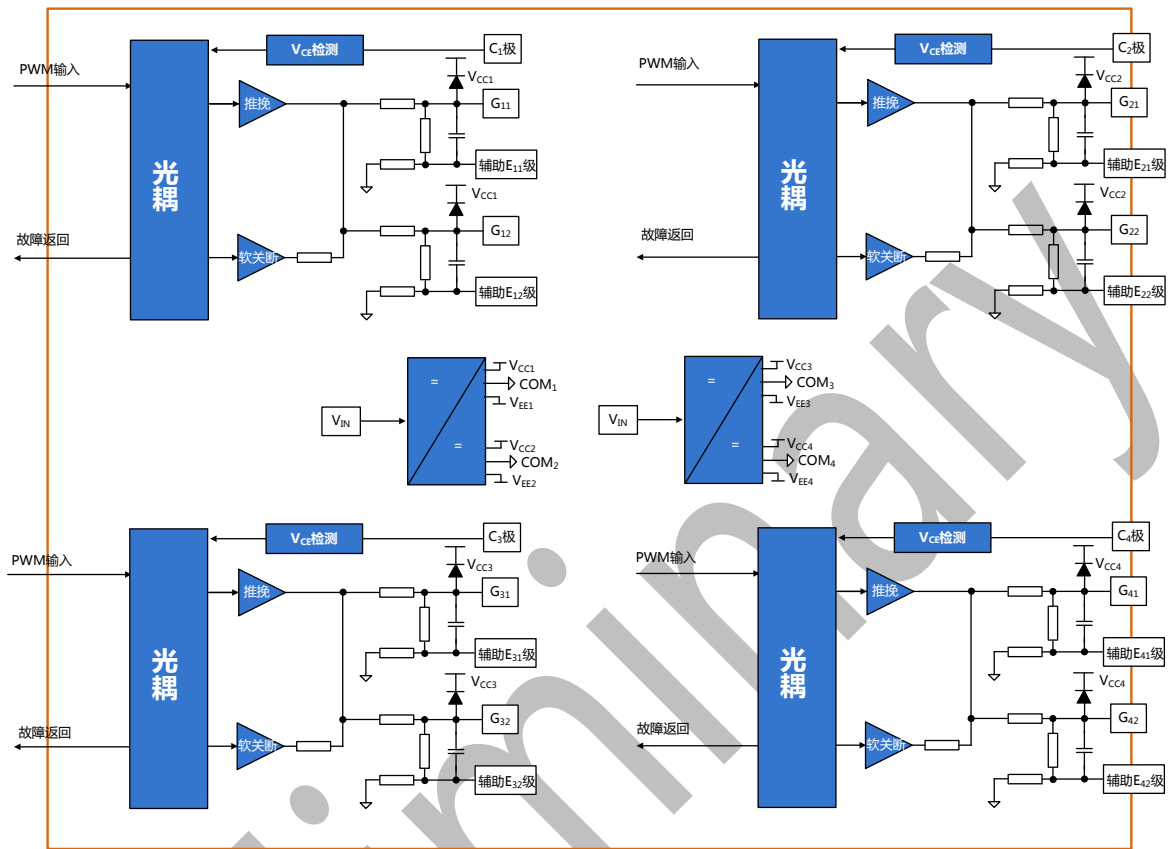


图 2 系统框架图

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 100015 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（光纤）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。另请分别检查对应有控制信号和无控制信号时驱动器的输入电流。对于 Firststack 的数字驱动器，驱动器提供合适的供电电压后，驱动状态指示灯 TEST(绿色)长亮。

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

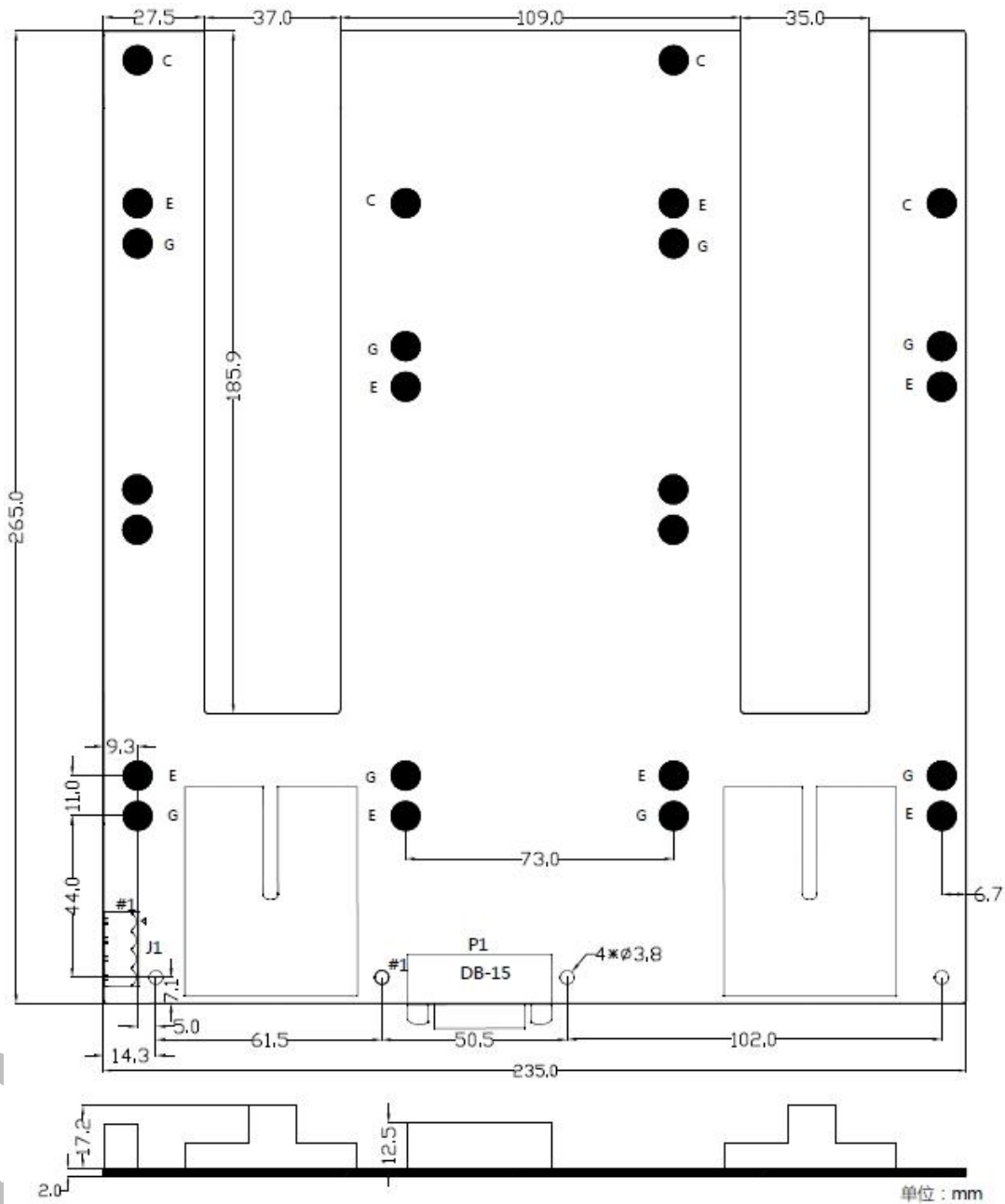


图 3 尺寸图

接插件厂家及型号

序号	标号	厂家	型号	推荐配套端子
1	P1	WE	618015231221	618015227221
2	J1	Phoenix	MSTBV 2.5/4-G-5.08	MSTB 2,5/ 4-ST-5,08

引脚定义

P1 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	V _{IN}	+15V 电源	2	V _{IN}	+15V 电源
3	IN1	T1 管 PWM 信号	4	IN2	T2 管 PWM 信号
5	SO	故障汇总	6	IN3	T3 管 PWM 信号
7	IN4	T4 管 PWM 信号	8	V _{IN}	+15V 电源
9	GND	原边参考地	10	GND	原边参考地
11	GND	原边参考地	12	GND	原边参考地
13	GND	原边参考地	14	GND	原边参考地
15	GND	原边参考地			

J1 引脚定义：

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	NTC1-L	左管 IGBT 模块 NTC 端子 1	2	NTC2-L	左管 IGBT 模块 NTC 端子 2
3	NTC1-R	右管 IGBT 模块 NTC 端子 1	4	NTC2-R	右管 IGBT 模块 NTC 端子 2

状态指示灯说明

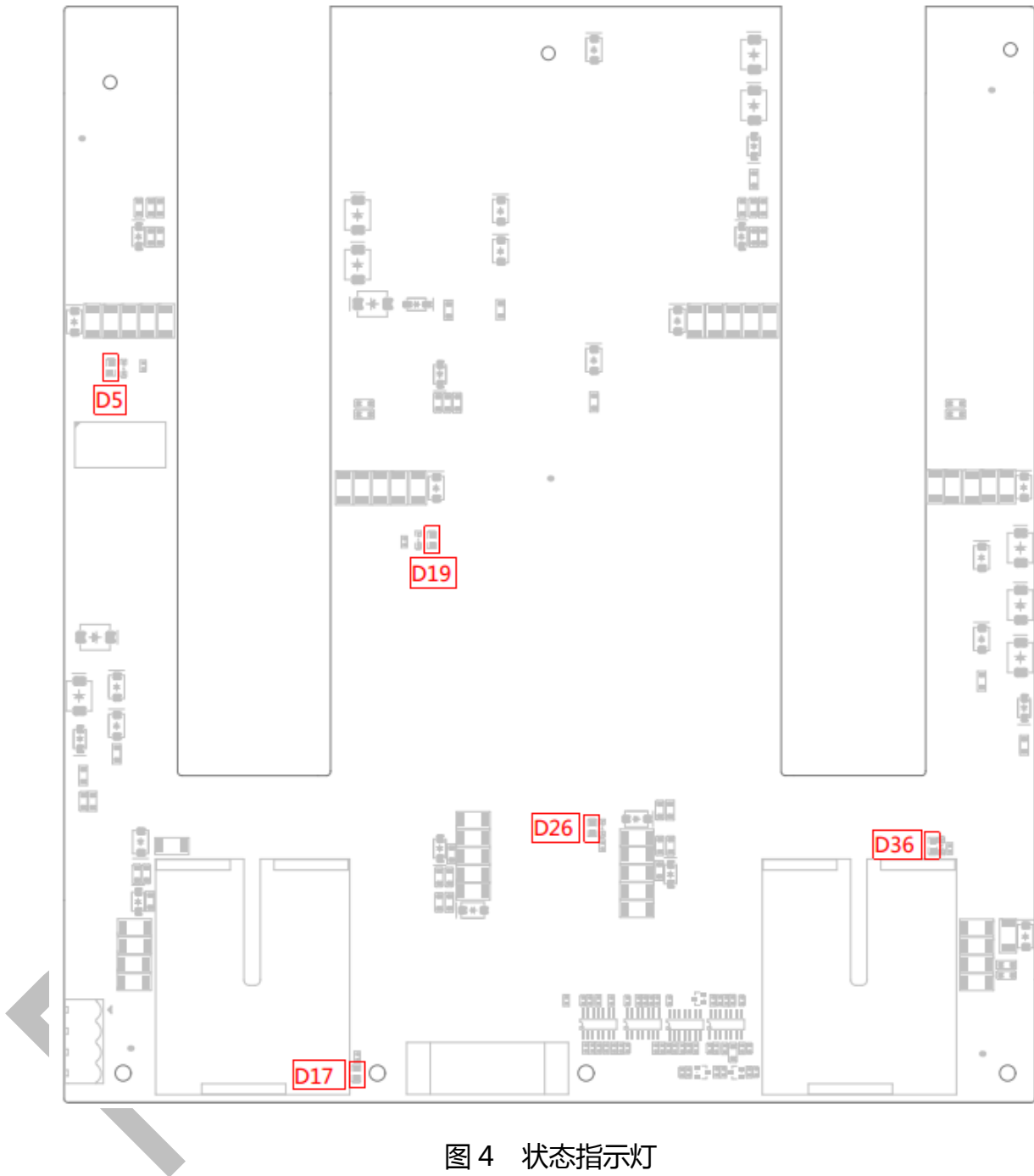


图 4 状态指示灯

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
1	D17	TEST	电源供电, 灯亮
2	D19	GE-T1	T1 管 GE 信号指示灯, 开通时亮, 否则灭
3	D5	GE-T2	T2 管 GE 信号指示灯, 开通时亮, 否则灭
4	D26	GE-T3	T3 管 GE 信号指示灯, 开通时亮, 否则灭
5	D36	GE-T4	T4 管 GE 信号指示灯, 开通时亮, 否则灭

驱动参数

绝对最大额定值

参数	备注	最小	最大	单位
V_{IN}	对地(GND)		15.5	V
输入输出逻辑电平	对地(GND)		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	I_{peak}		27	A
单路输出功率	环境温度 85°C		4	W
测试电压(50Hz V_{AC} /1min)	原副边		4	kV _{RMS}
	副副边		4	kV _{RMS}
dv/dt			50	kV/us
工作温度		-40	85	°C
存储温度		-40	85	°C

推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}			15		V
PWM			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	不带载, 注 1		0.33		A
耦合电容	原副边, 注 2		12.5		pF

电源监测

阈值			12		V
----	--	--	----	--	---

输入输出逻辑

输入阻抗			8.2		kΩ
开通阈值	注 3	6.3	9.4		V
关断阈值	注 4	4.8			V
SOx 输出电位			15		V

短路保护

V _{CE} 监测阈值			8		V
响应时间	注 5	6.5	7.5		us
阻断时间			1		ms

时间特性

	T1, 注 6		360		ns
	T2, 注 6		330		ns
开通延时	T3, 注 6		330		ns
	T4, 注 6		340		ns

关断延时	T1, 注 7	300	ns
	T2, 注 7	280	ns
	T3, 注 7	270	ns
	T4, 注 7	300	ns
上升时间	T1, 注 8	120	ns
	T2, 注 8	80	ns
	T3, 注 8	80	ns
	T4, 注 8	110	ns
下降时间	T1, 注 9	100	ns
	T2, 注 9	170	ns
	T3, 注 9	160	ns
	T4, 注 9	100	ns
故障保持时间		40	ns
电气绝缘			
爬电距离	原副边, 注 10	10	mm
	副副边, 注 10	10	mm
电气间隙	原副边	10	mm
	副副边	10	mm

除非有特殊说明, 所有的数据都是基于 +25°C 环温以及 $V_{IN}=15V$ 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. 开通阈值：开通时电平翻转时刻的输入电压值；
4. 关断阈值：关断时电平翻转时刻的输入电压值；
5. 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；
6. 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；
7. 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；
8. 上升时间：从门极关断电压 (-10V) 的 10%至门极开通电压 (+15V)的 90%的时间量；
9. 下降时间：从门极开通电压 (+15V) 的 90%至门极关断电压 (-10V)的 10%时间量；
10. 爬电距离：IEC61800-5-1-2007

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。但是驱动不会自行关断 IGBT，而是将 IGBT 保持于开通状态，由上位机来统一关断。

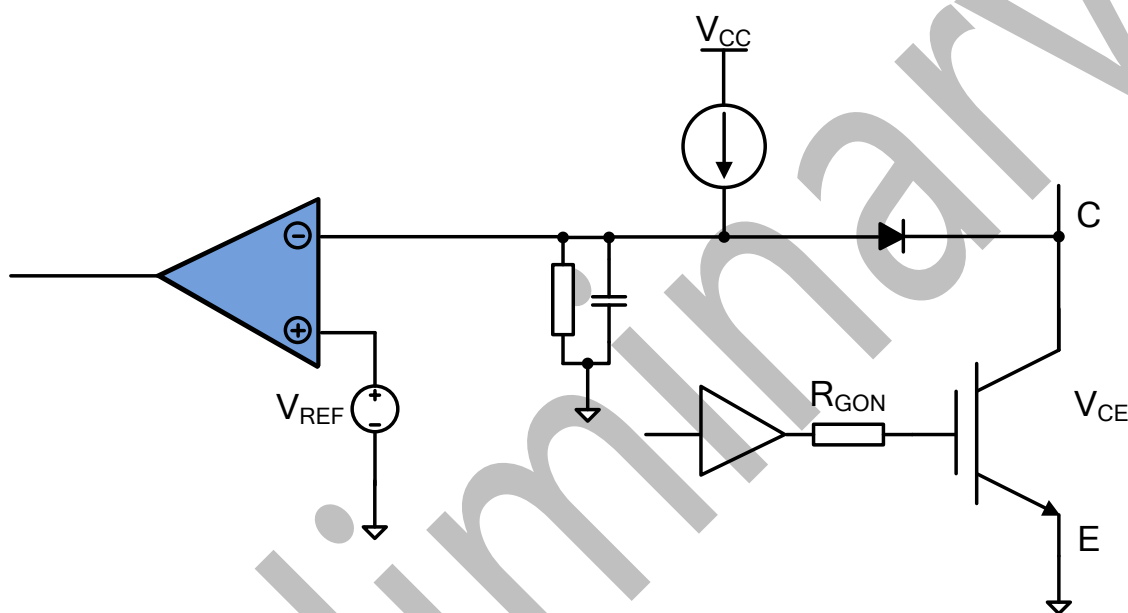


图 5 V_{CE} 退饱和检测电路

◆ 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，驱动电路将自动封锁 IGBT，同时反馈一个故障信号给上位机。当故障消除后，再经过阻断时间 (block time)，原边的故障口会自动复位。

对于 IGBT 桥臂，Firststack 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_{GC} 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。

◆ 软关断

当发生短路直通时，IGBT 会迅速退饱和，其两端的电压 V_{CE} 会达到直流母线电压；而流过 IGBT 的电流 I_c ，会达到额定电流的 4 倍甚至更多，取决于 IGBT 的类型及门极电压。这时，IGBT 所消耗的功率，会瞬时达到兆瓦级。如果不能在很短的时间内减小短路电流，IGBT 会因为芯片过热而烧毁。然而，如果短路时的关断速度像正常关断一样快，会产生很大的 di/dt ，由于寄生电感的存在，该 di/dt 会在 IGBT 两端带来很大的电压尖峰，使得 IGBT 过压击穿。

为了解决短路时巨大的关断尖峰，Firststack 智能驱动电路引入了软关断技术。在 IGBT 发生短路直通时，在保证短路时间不超过 10us 的前提下，通过缓慢的降低门极电压 V_{GE} ，既保证了 IGBT 芯片不会因为过温烧毁，也有效降低了 di/dt ，避免了关断时的电压尖峰，保证了 IGBT 的安全。

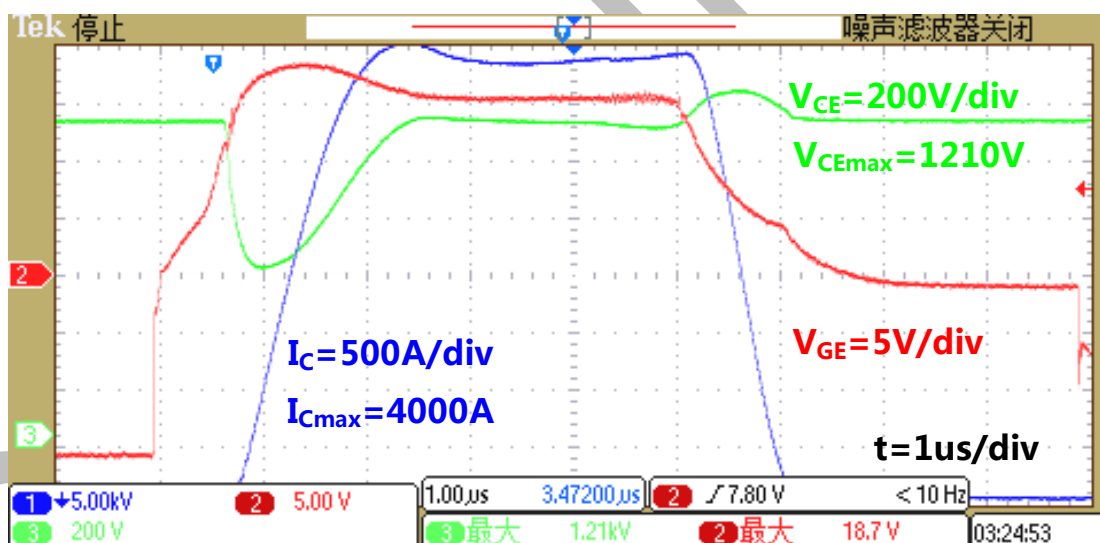


图 6 FF1000R17IE4 在 1100V 下的短路波形

图 6 显示的是由 Firststack IGBT 驱动电路控制的 1700V/1000A IGBT (FF1000R17IE4) 在直流母线为 1100V 时的短路波形。短路电流峰值 4000A (4 倍于额定电流)，在软关断的作用下， I_c 缓慢下降， V_{CE} 几乎没有任何的过冲，有效安全的关闭了 IGBT。

◆ 脉冲异常

在变流器运行时，当上位机工作异常，或者传输线受到干扰时，有可能使得原本互补的上下管的控制指令出现同高的现象。在桥臂结构中，同高的控制指令将同时开通上下管，引起模块退饱和，产生大量的热，严重时损坏模块。

为了解决这一问题，驱动器集成了 PWM 互锁功能，当发现上下管两路的 PWM 指令同时为高时，驱动将自动忽略高的指令，但不会返回故障信息。

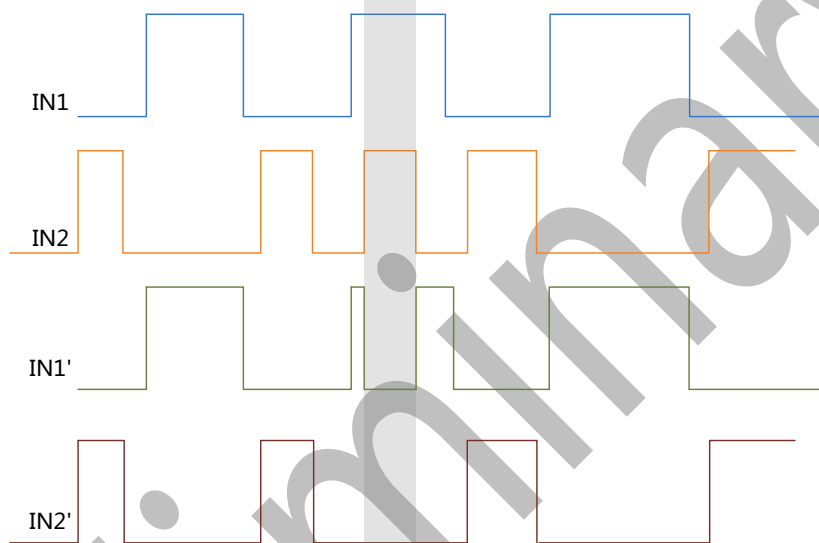


图 9 PWM 互锁时序图

◆ 不会坏的驱动

驱动器内置的 DC/DC，由于需要尽可能的降低原副边的耦合电容 C_{PS} ，一般都采用开环形式，因此很难集成过流保护等功能，这也导致了驱动内置 DC/DC 的抗过载能力非常差。在统计驱动失效时，几乎所有的驱动失效都与 DC/DC 失效相关。

为了提高驱动的可靠性，Firststack 智能驱动提出了“不会坏的驱动器”的概念，在保持开环的前提下，驱动器可以承受 GE 短路。

当发生过载时，驱动板将封锁 PWM 信号，同时向上位机回报故障信号，当过载切除后，驱动板恢复正常状态。

门极电阻位置指示

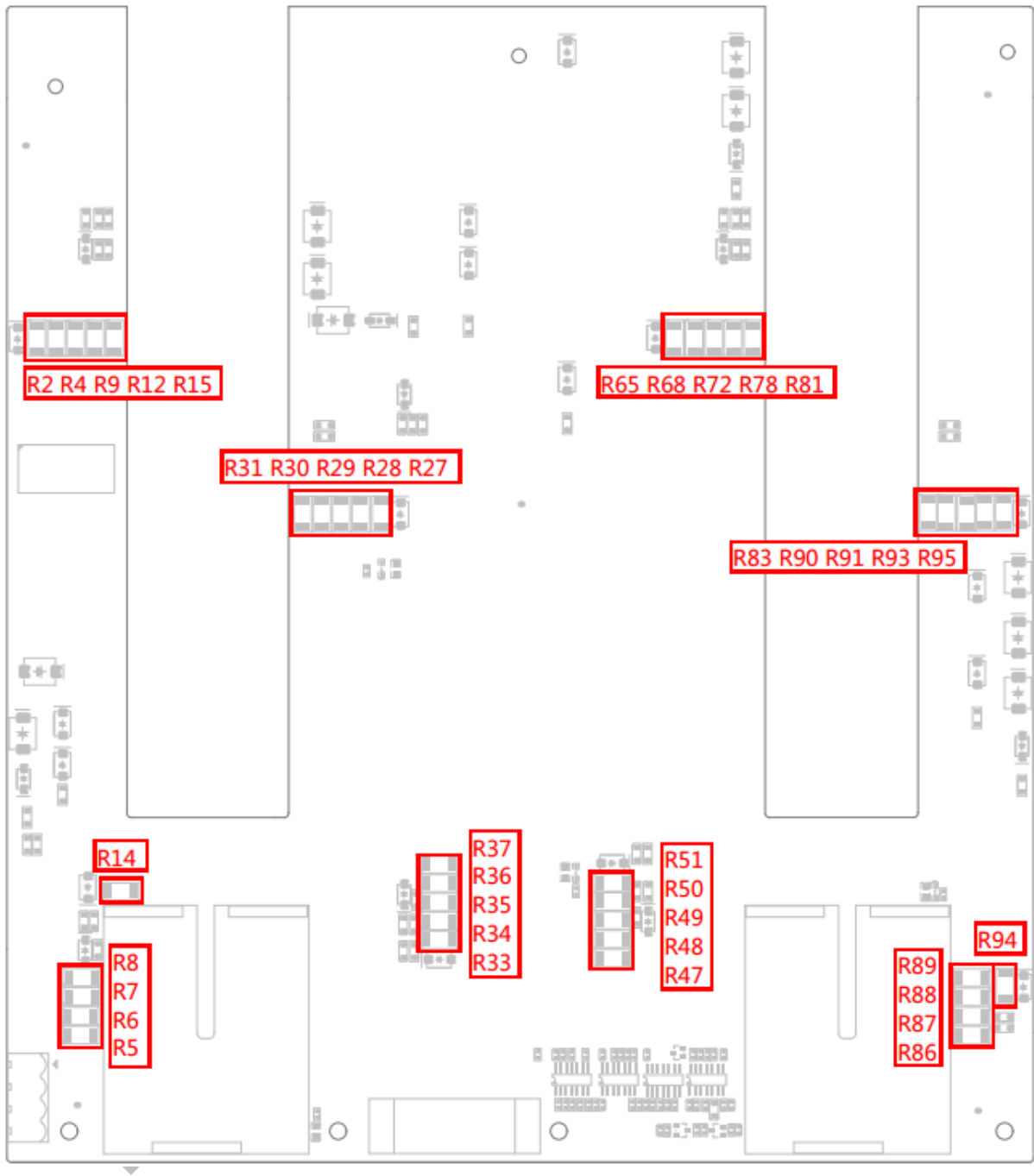


图 11 门极电阻位置指示图

门极电阻计算公式

	R_{GON}	R_{GOFF}	R_E	C_{GE}
T1-M1	R28//R29	R30//R31	R27	C10
T1-M2	R91//R93	R83//R90	R95	C36
T2-M1	R12//R15	R4//R9	R2	C6
T2-M2	R78//R81	R68//R72	R65	C35
T3-M1	R7//R8	R5//R6	R14	C1
T3-M2	R49//R50	R47//R48	R51	C21
T4-M1	R34//R35	R36//R37	R33	C13
T4-M2	R88//R89	R86//R87	R94	C37

常用模块的门极阻值表

IGBT 型号	R_{GON}	R_{GOFF}	R_E	TVS	
DP900N1200TU104204	T1、T4-M1	3.1Ω	4.55Ω	0.47Ω	1100V
	T1、T4-M2	3.1Ω	4.55Ω	0.47Ω	1100V
	T2、T3-M1	4.55Ω	4.55Ω	0.47Ω	600V
	T2、T3-M2	4.55Ω	4.55Ω	0.47Ω	600V

订购信息

APM146DF(含飞仕得数字 IGBT 驱动软件 V1.0)可以支持多个厂家不同型号的 PrimePACK™ 模块，在选购时，请在驱动型号后面，添加模块型号，以便我们提供最符合您需求的驱动。

选购时，请提供具体的驱动型号，格式如下：APM146DF-xxx，xxx 表示具体的模块型号，如 APM146DF-DF1000R17IE4D-B2。

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。

24 小时技术服务热线：4001-577-522

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：310011

网址：www.firststack.com

销售：sales01@firststack.com

地址：杭州市拱墅区北部软件园祥兴路 100 号

