

PM99 产品说明书

概述

Firststack 数字智能型 IGBT 驱动是为大功率、高电压 IGBT 专门开发的，具有功能强大，可靠性高等特点，适用于两电平变流器，其应用覆盖新能源、轨道交通、工业传动及智能电网等各个领域。

PM99 驱动产品是以 Firststack 数字智能型 IGBT 驱动为基础，针对 PrimePACK 模块开发的两并联即插即用一体化驱动器。



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.....	12
◆ 短路保护.....	12
◆ 欠压保护.....	12
◆ 软关断.....	13
◆ NTC 保护.....	14
◆ didt 保护.....	14
◆ 直流母线过压保护（机侧与网侧驱动使用）.....	15
◆ 窄脉冲抑制.....	16
◆ 上下管防直通.....	16
◆ 故障通信.....	16
门极电阻位置指示.....	19
订购信息.....	21
技术支持.....	21
法律免责声明.....	21
联系方式.....	21

系统框架图

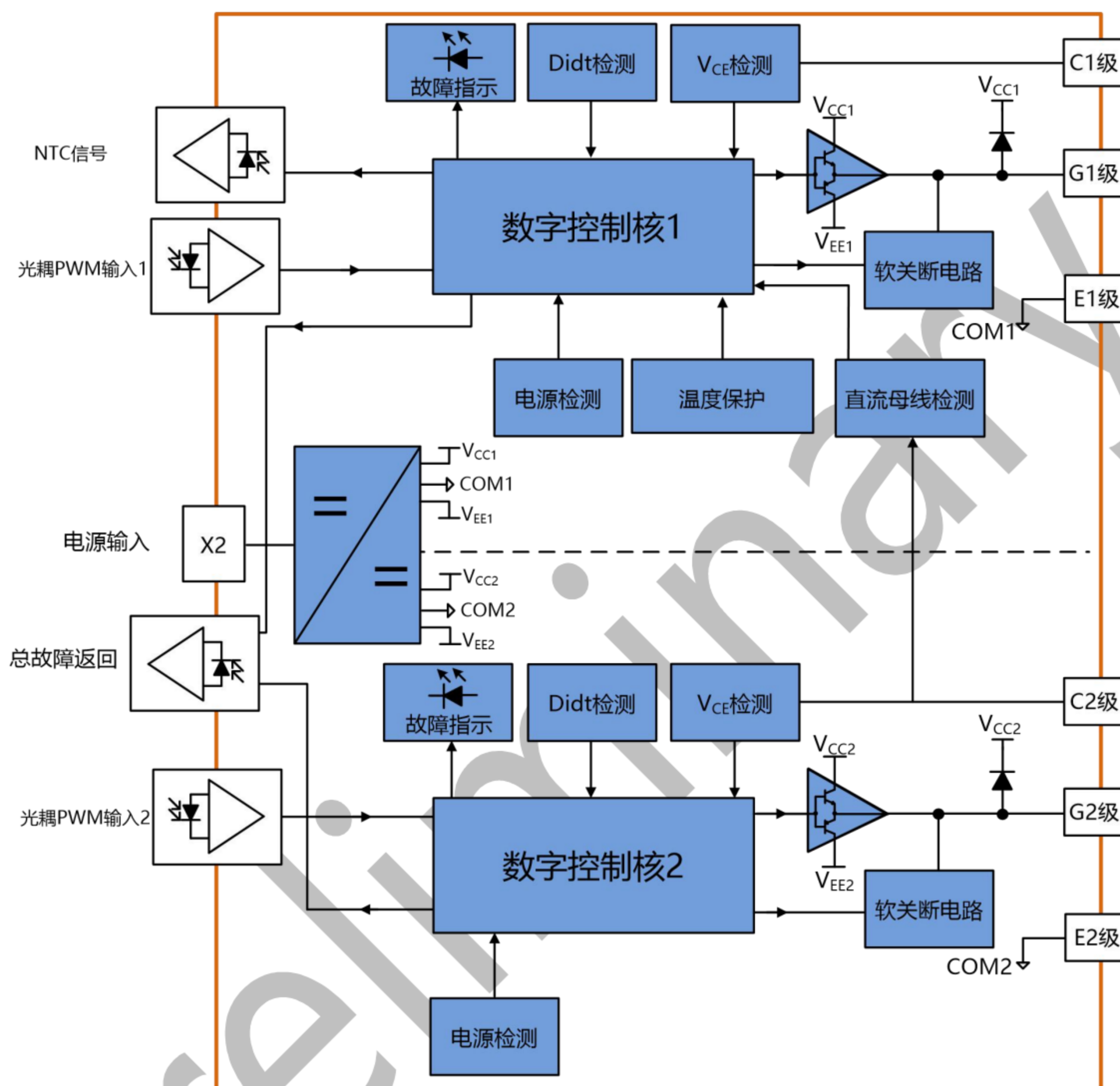


图 2 系统框架图

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 IEC60340-5-2 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)常亮。

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

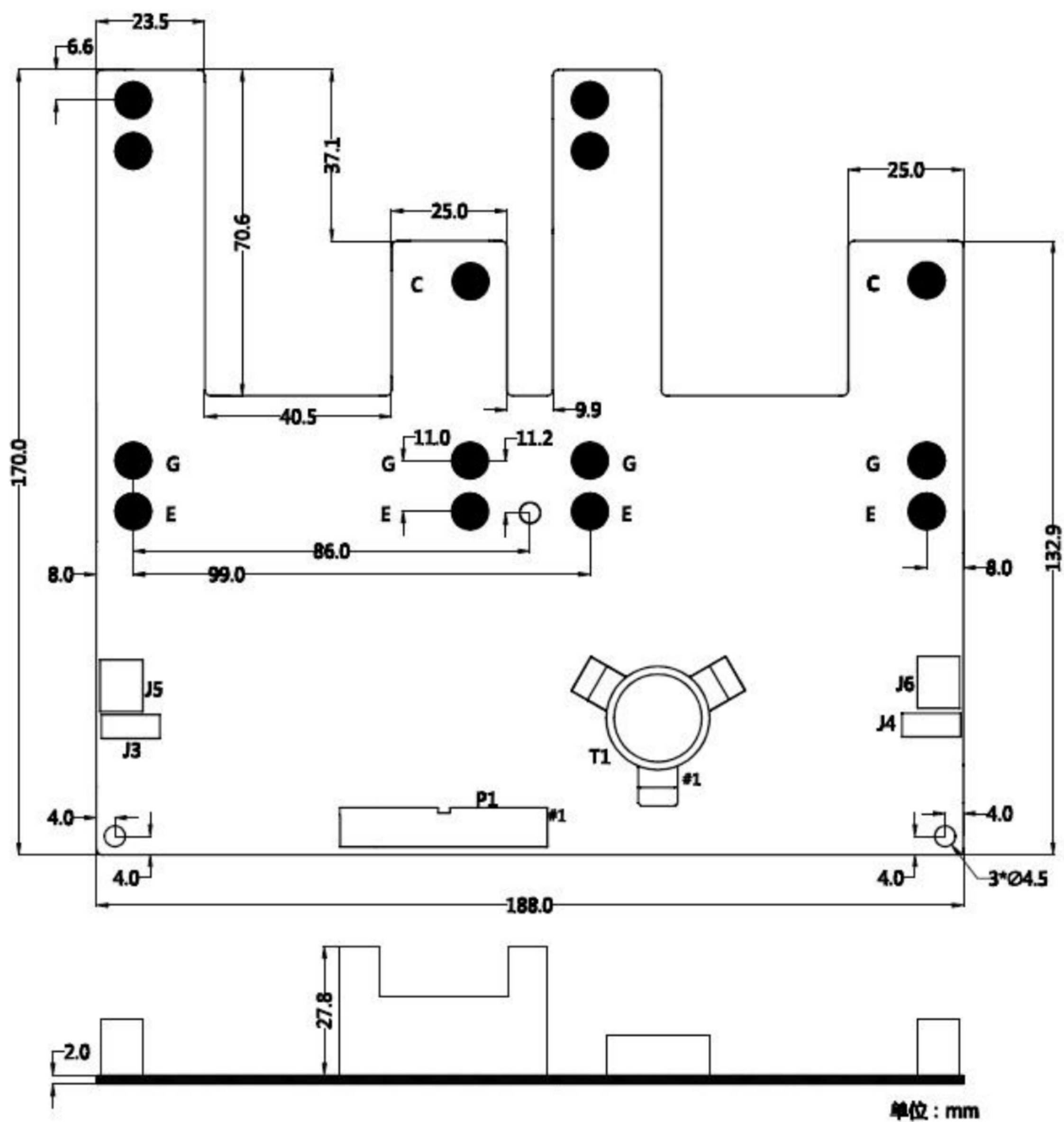


图3 尺寸图

备注: 1.板厚公差±10%;

2.其余尺寸公差参考 GB/T1804-m。

接插件厂家及型号

序号	标号	厂家	型号	推荐配套端子
1	P1	/	牛角座 10X2 / 2.54mm 180°	/

引脚定义

P1 引脚定义:

引脚	定义	备注	引脚	定义	备注
1	NC	无定义、和 Pin20 短接	2	VDC	+24V 供电
3	VDC	+24V 供电	4	VDC	+24V 供电
5	GND	参考地	6	FAULT	故障返回 (故障编码)
7	GND	参考地	8	GND	参考地
9	GND	参考地	10	BOT-IN	下管信号输入
11	GND	参考地	12	NTC	NTC 信号返回
13	GND	参考地	14	FAULT	故障返回 (故障编码)
15	GND	参考地	16	TOP-IN	上管信号输入
17	GND	参考地	18	GND	参考地
19	GND	参考地	20	NC	无定义、和 Pin1 短接

状态指示灯说明

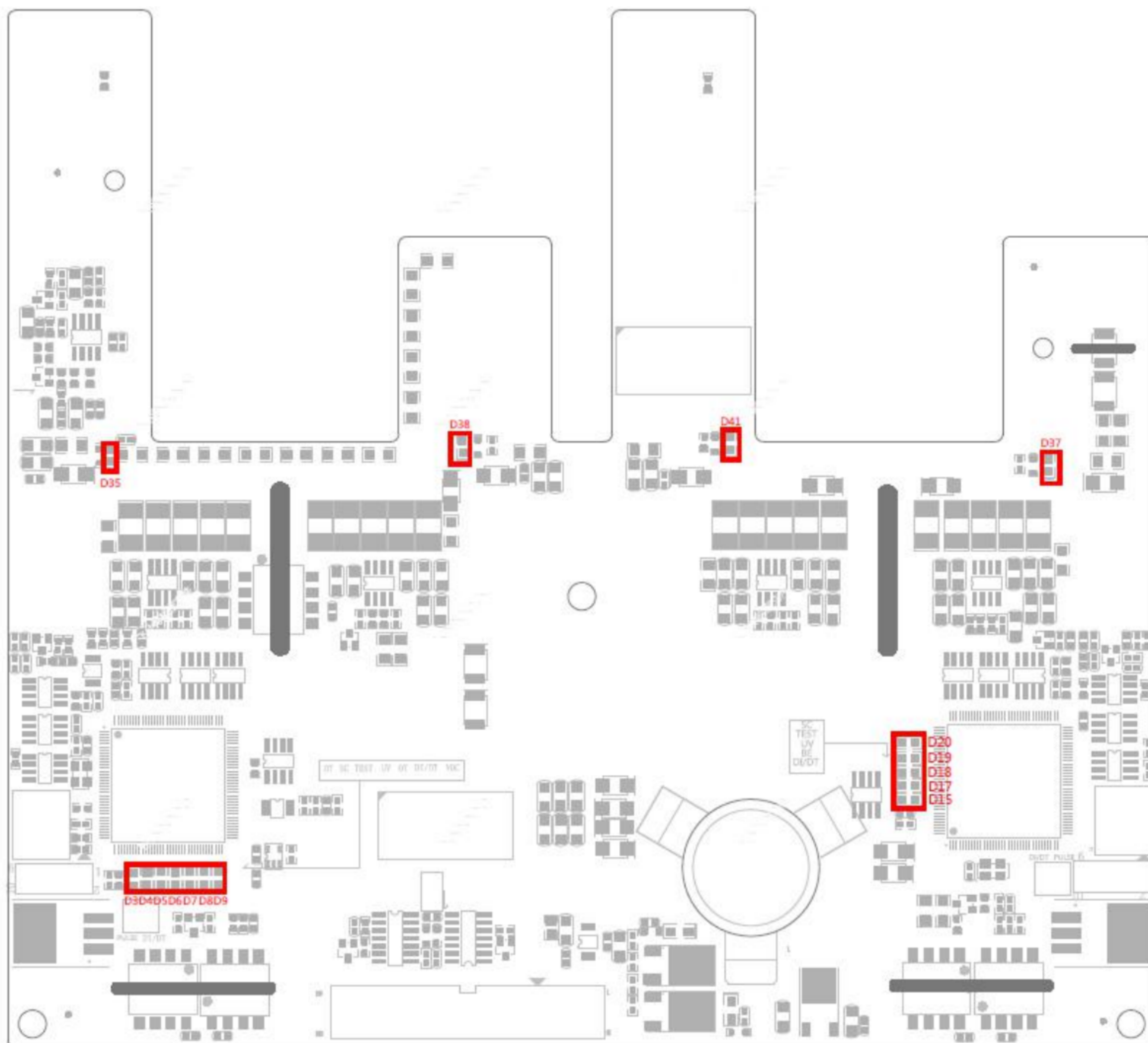


图 4 状态指示灯

状态指示灯

序号	位号	丝印	注释
1	D3	OT	PCB 过温保护指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
2	D4	SC	下管短路故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
3	D5	TEST	下管系统运行状态指示, 正常绿色常亮, 故障时闪烁, 故障消失恢复常亮
4	D6	UV	下管欠压故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
5	D7	OT	模块 NTC 过温故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
6	D8	DI/DT	下管 di/dt 检测到过流故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
7	D9	VDC	直流母线过压故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
8	D15	DI/DT	上管 di/dt 检测到过流故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
9	D17	BE	下管故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
10	D18	UV	上管欠压故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
11	D19	TEST	上管系统运行状态指示, 正常绿色常亮, 故障时闪烁, 故障消失恢复常亮
12	D20	SC	上管短路故障指示, 故障时红色灯常亮, 需重新上电复位, 无故障时灭
13	D35	/	左侧模块下管门极指示, 开通时绿色灯亮, 关断时灭
14	D37	/	右侧模块上管门极指示, 开通时绿色灯亮, 关断时灭
15	D38	/	左侧模块上管门极指示, 开通时绿色灯亮, 关断时灭
16	D41	/	右侧模块下管门极指示, 开通时绿色灯亮, 关断时灭

驱动参数

绝对最大额定值

参数	备注	最小	最大	单位
V_{DC}	对地		24.5	V
门极最大输出电流			38	A
单路输出功率	$T_A \leq 85^\circ\text{C}$		7	W
测试电压(50Hz/1min)	原边对副边	5000		V_{ACrms}
	副边对副边	4000		V_{ACrms}
工作温度		-40	70	$^\circ\text{C}$
存储温度		-40	85	$^\circ\text{C}$
环境温度 $\leq 25^\circ\text{C}$				

推荐工作条件

参数	备注	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DC}		23.5	24	24.5	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		0.31		A
耦合电容	原副边		8		pF
电源监测					
阈值			11.9		V
短路保护					
V_{CE} 监测阈值			12.8		V
响应时间	TOP, 注 2		9		us
	BOT, 注 2		9		us
软关断时间	TOP, 注 3		6		us
	BOT, 注 3		6		us
时间特性					
开通延时	TOP, 注 4		840		ns
	BOT, 注 4		840		ns
关断延时	TOP, 注 5		920		ns
	BOT, 注 5		920		ns
上升时间	TOP, 注 6		20		ns
	BOT, 注 6		20		ns
下降时间	TOP, 注 7		15		ns
	BOT, 注 7		15		ns
故障保持时间			5		ms

输出特性

门极开通电压	15	V
门极关断电压	-15	V
门极静态阻抗	2	kΩ

电气绝缘

爬电距离	原副边, 注 8	10	mm
	副副边, 注 8	9	mm
电气间隙	原副边, 注 8	9	mm
	副副边, 注 8	9	mm

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. 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;
3. 软关断时间: 零伏电压 (0V) 关断持续时间;
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. 安规距离: 参照 IEC61800-5-1-2007, 满足海拔 2km 以下, 污染等级 2 的基本绝缘要求。

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，驱动将启动软关断，将 IGBT 缓慢的关断，同时将故障返回给上位机。

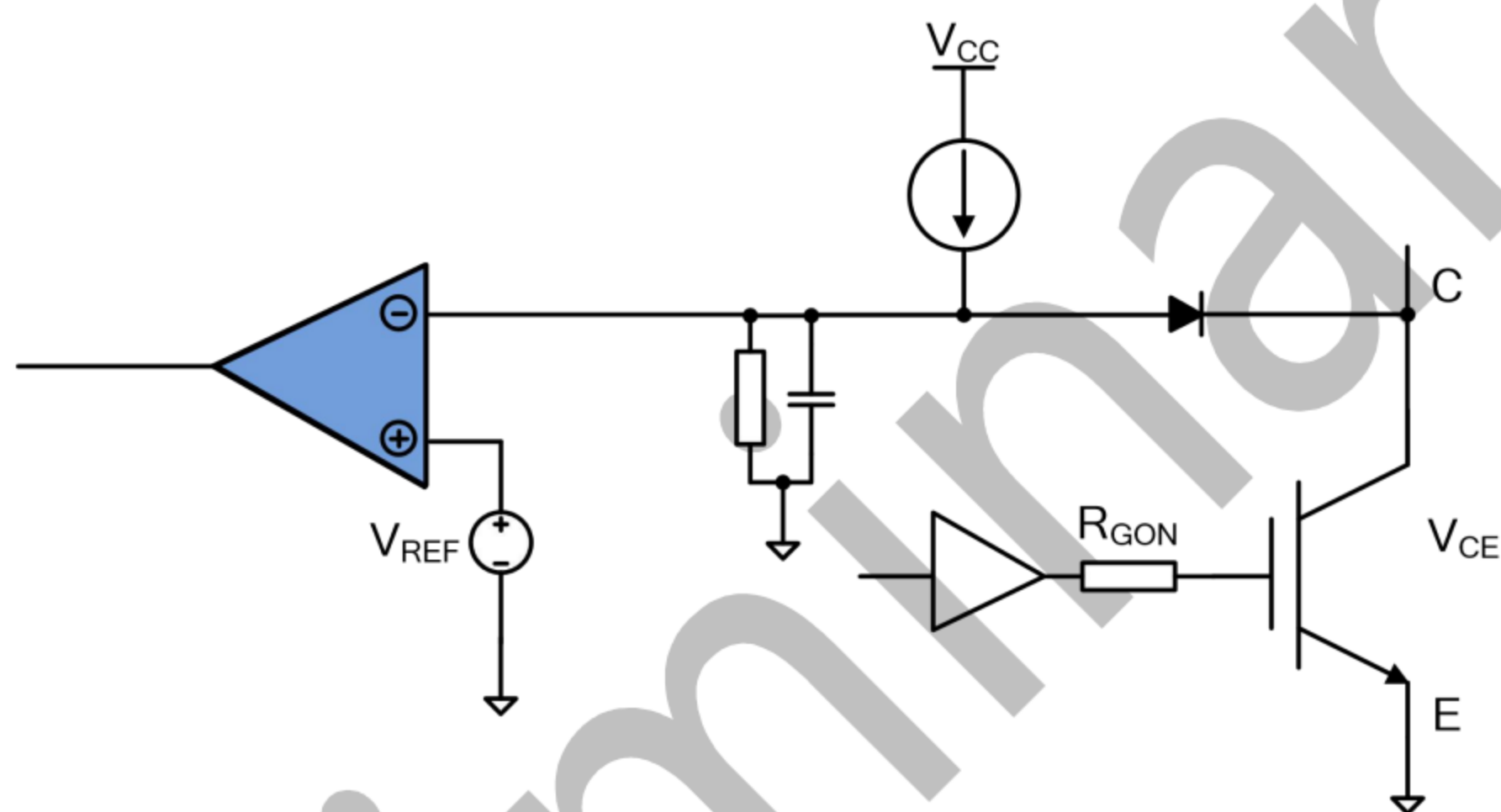


图 5 V_{CE} 退饱和检测电路

◆ 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_{GC} 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 10 μ s 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。

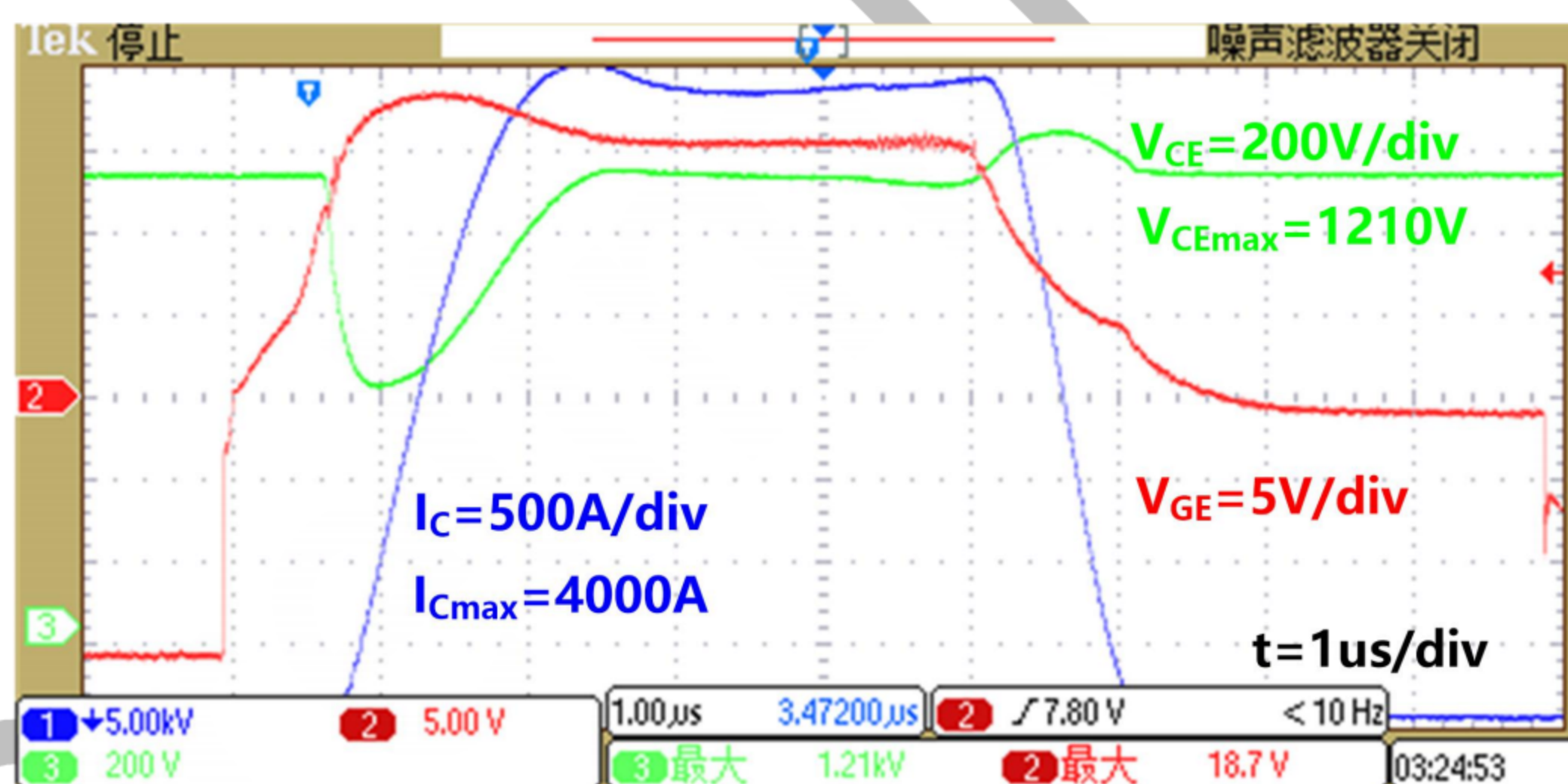


图 6 FF1000R17IE4 在 1100V 下的短路波形

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。

◆ NTC 保护

PrimePACK™ 模块中，内置了负温度系数的热敏电阻 NTC，当 IGBT 芯片温度上升时，其电阻值下降。驱动电路板通过监测热敏电阻 NTC 的阻值，来判断芯片的温度，并将 NTC 的阻值转换成对应的频率信号传递给控制系统，见 NTC 信号时序图。在驱动电路板中，温度保护电路由副边侧供电，与原边（控制端）隔离，且隔离等级满足 EN50178，故可满足安规要求。功率系统 IGBT 模块的正常工作温度范围设定在-20℃~90℃(±5℃)，超过这个范围，驱动将进入温度故障保护。 NTC 信号时序图如图所示：

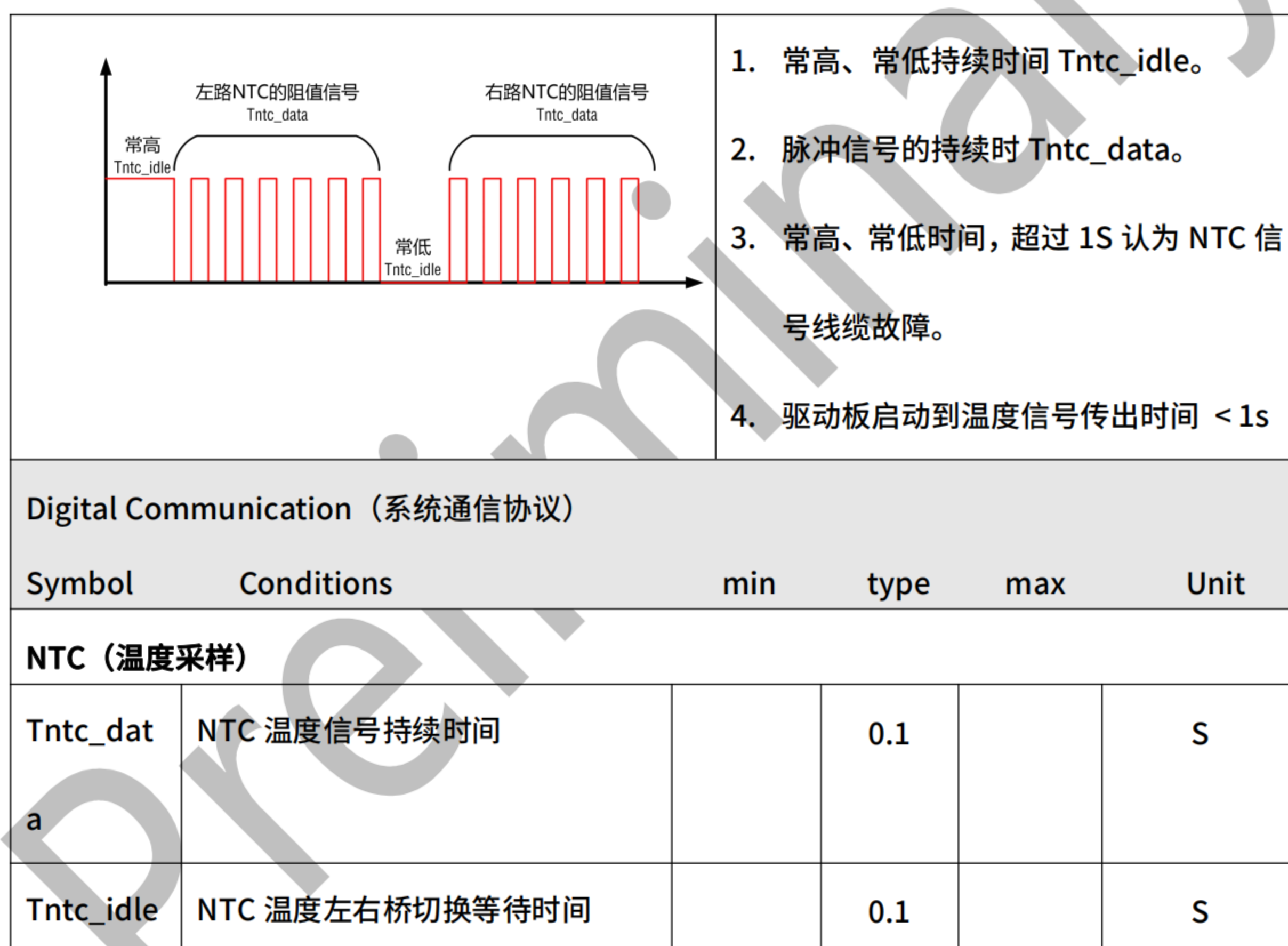


图 7 NTC 信号时序图

◆ didt 保护

对于 PrimePACK™ 模块，驱动电路板通过监测功率 E 和辅助 E 之间的电位差，来判断流过 IGBT 的电流变化率（didt），从而判断 IGBT 是否处于一种过流状态。当流过 IGBT 的电流的 didt 超过 250A/us（典型值），驱动将进入 didt 保护。

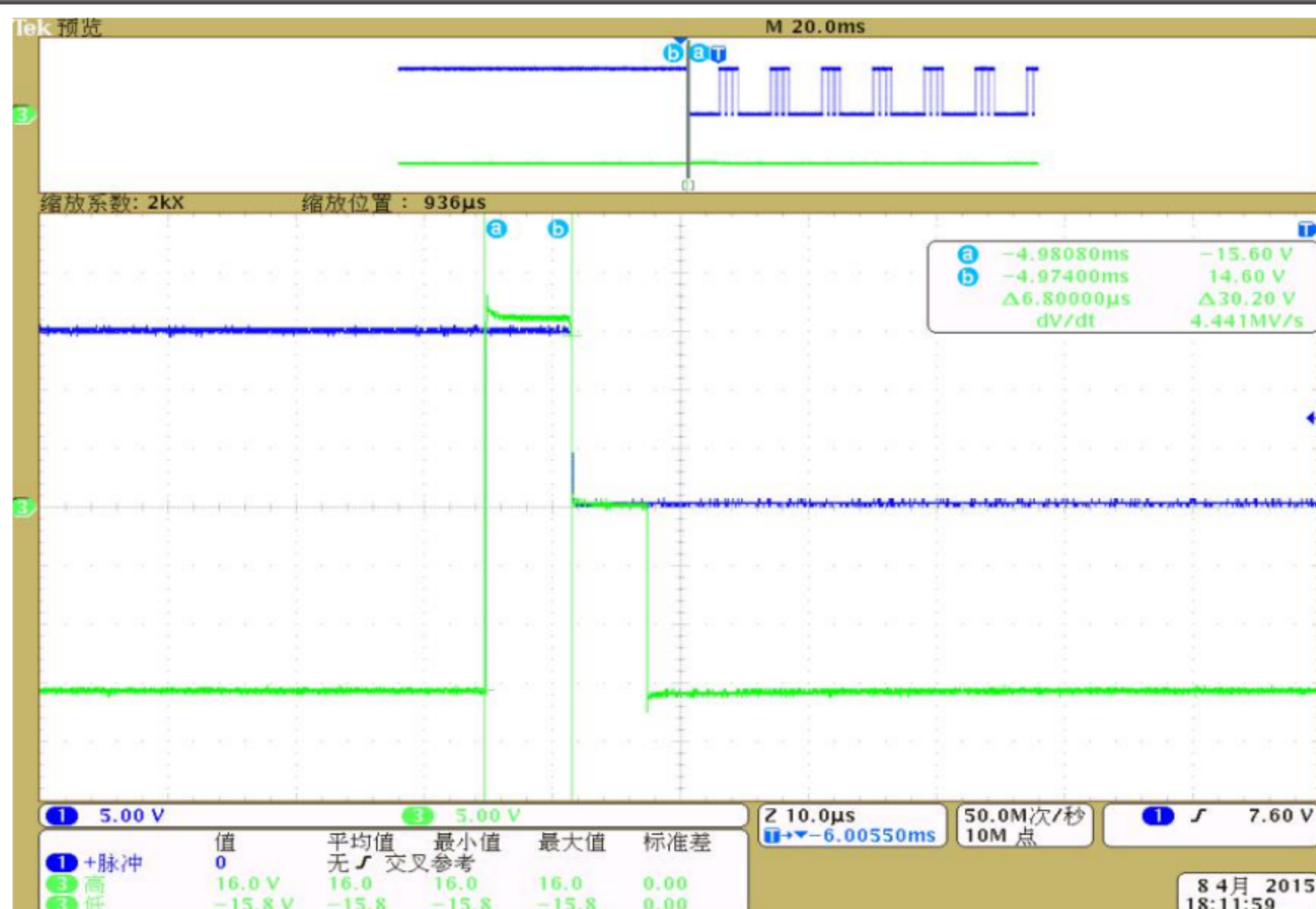


图 8 di/dt 保护（蓝色为 Fault，绿色为 GE）

◆ 直流母线过压保护（机侧与网侧驱动使用）

为了防止直流母线电压过高的情况下，IGBT 进行开关动作，此时关断尖峰会很大，会超过 IGBT 安全工作区，导致 IGBT 损坏，为此在驱动上增加了直流母线过压保护功能。当驱动检测到直流母线电压超过 1350v 时，驱动将报直流母线过压故障，并在 50us 后封脉冲。

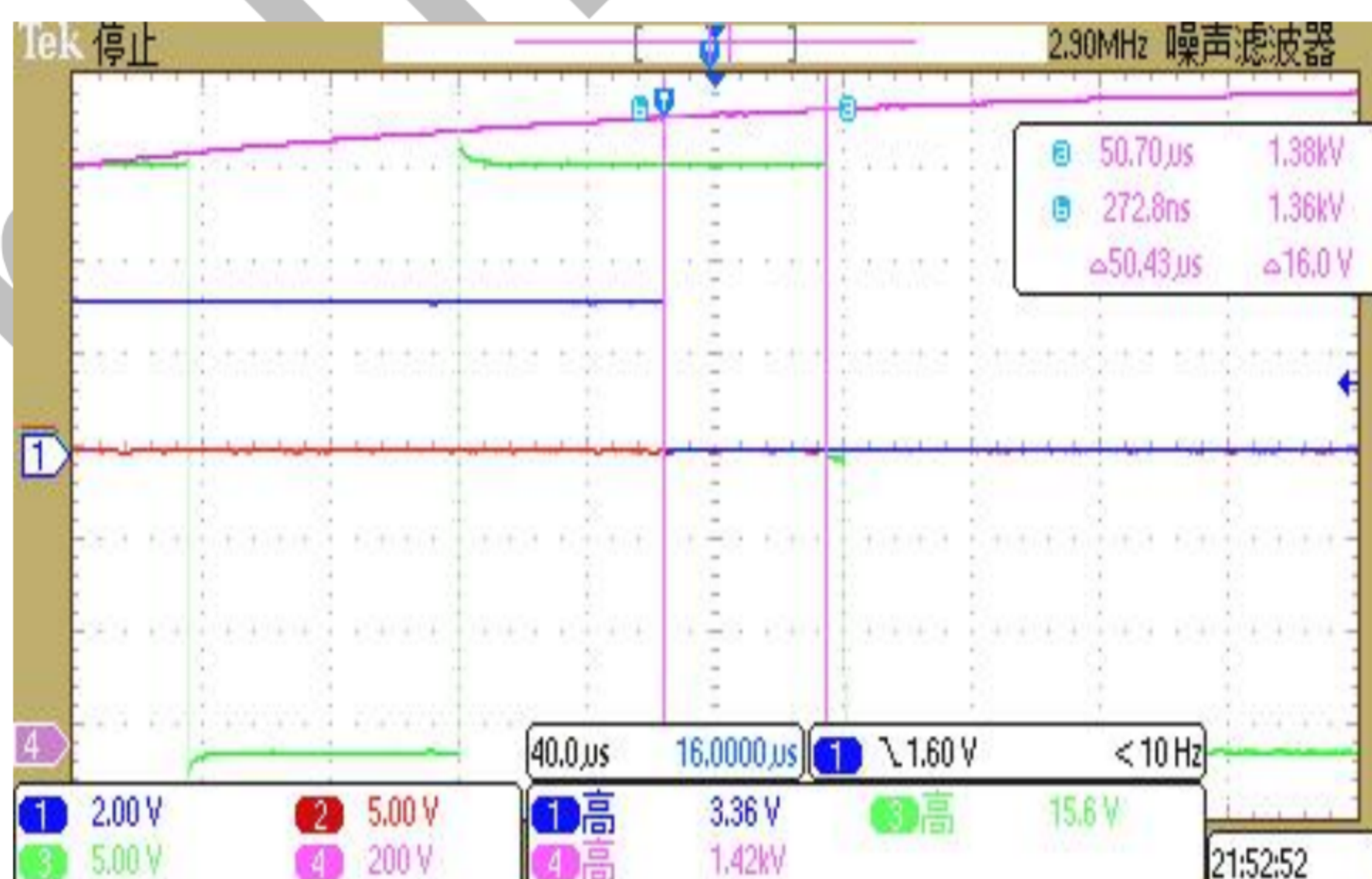


图 9 直流母线过压保护

（紫色：母线电压信号；蓝色：检测信号；绿色： V_{GE} ）

◆ 窄脉冲抑制

为了防止上位机故障（控制板死机、驱动信号异常等等），驱动 PWM 信号出现窄脉冲和异常脉冲，为此在驱动上增加了窄脉冲抑制功能。当驱动检测输入脉冲宽度小于 400ns 或者两个脉冲的周期 $T < 50\mu s$ 时驱动判定处于最小脉冲周期状态，此时 FSD 将进入软关断状态，将 IGBT 缓慢的关断，同时封锁 IGBT，并将故障返回上位机。

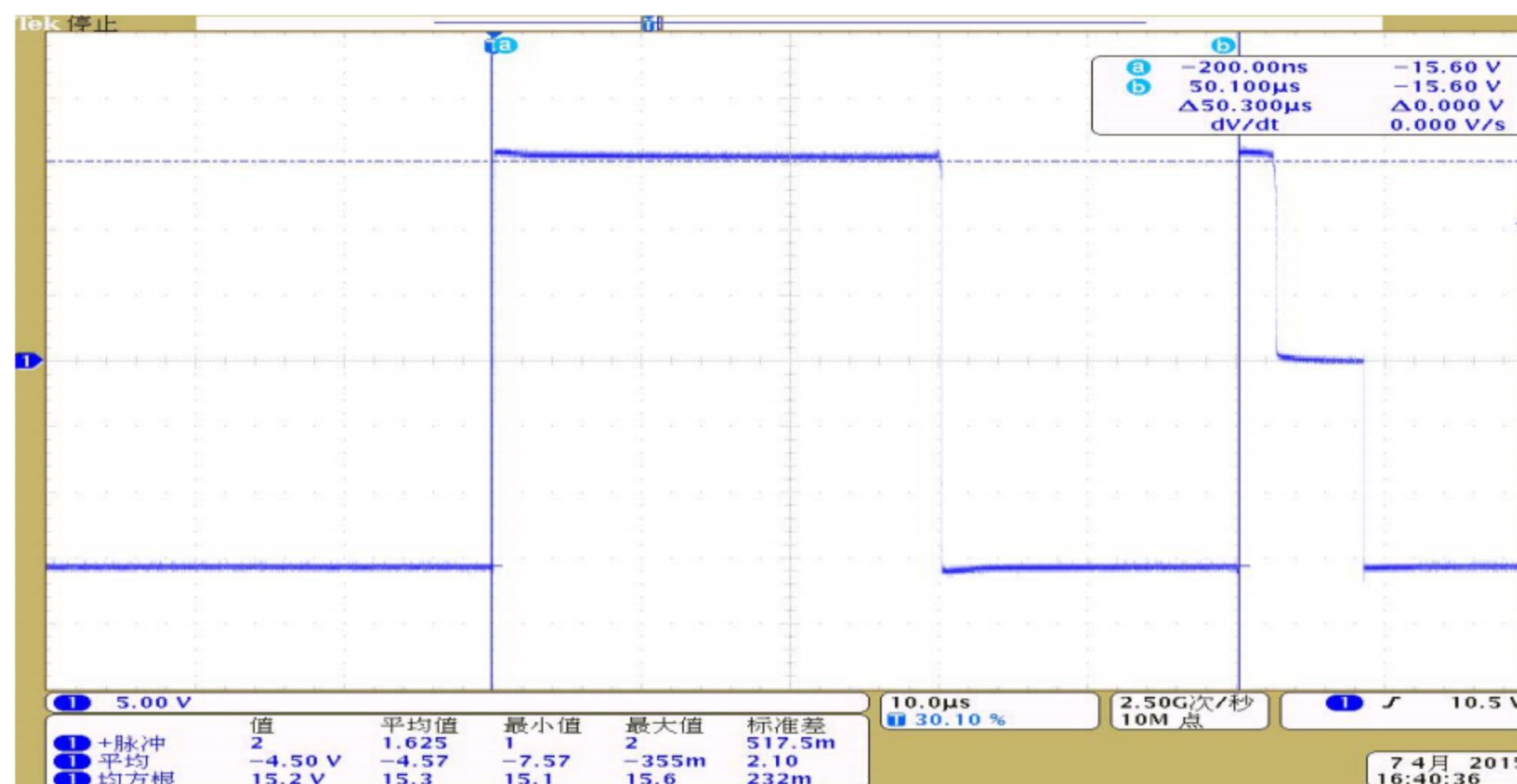


图 10 两个脉冲周期 $T < 50\mu s$

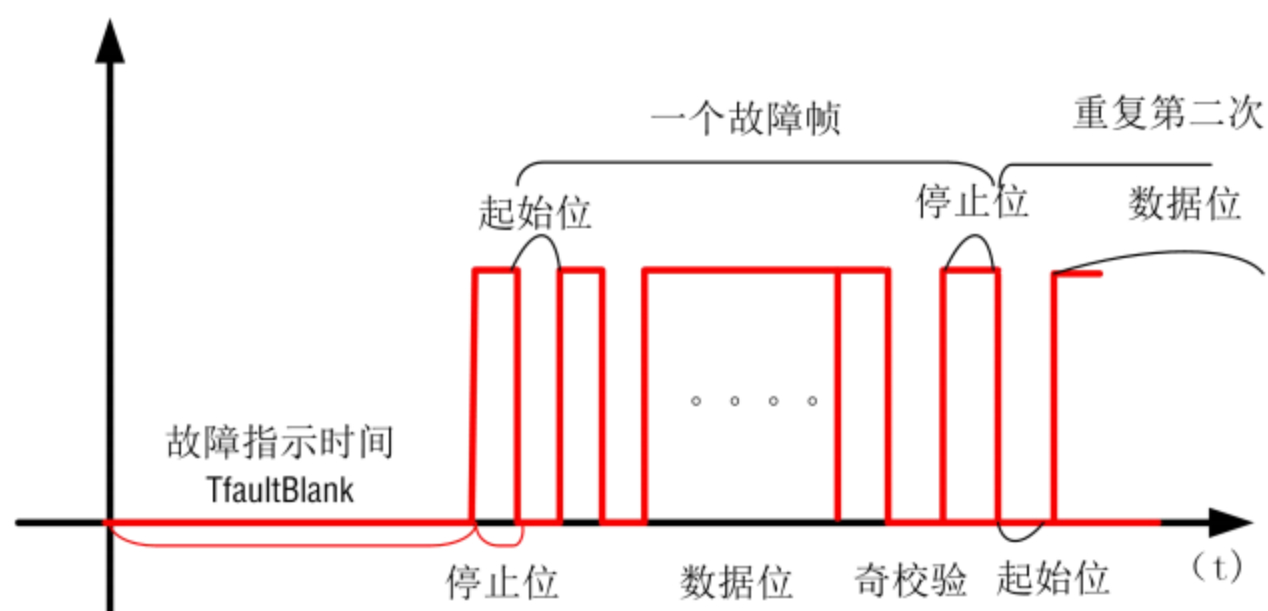
(蓝色: V_{GE} 波形)

◆ 上下管防直通

当上位机指令混乱时，驱动电路板收到的上下管 PWM 指令信号有可能使上下管同时开通，为了防止这种情况的发生，驱动电路板对收到的 PWM 信号进行了逻辑运算，使得上下管不会同时开通，从而避免上下管直通情况的发生。

◆ 故障通信

当驱动电路板检测到故障时候，通过对故障进行编码，通过识别故障时序和系统通信协议可以提取相应的故障信息，为控制系统排除故障提供详细的信息，实现大数据的应用，故障代码说明如图 11 所示。当有多个故障发生时，先将首发故障的故障编码发送给上位机，之后再发送所有的故障编码。



1. Fault 信号指示时间

$T_{\text{faultBlank}}$

2. Fault 信号通信协议为串口。波特率：19200

波特率：19200

空闲位：1 位

起始位：1 位

数据位：16 位

奇校验：1 位

停止位：1 位

3. 单次故障需重复报出 3 次。

4. Fault 信号在拉低 $T_{\text{faultBlank}}$

后无数据输出则认为 Fault 线缆故障。

Digital Communication (系统通信协议)

Symbol Conditions min type max

Unit

Fault (故障信号)

$T_{\text{faultBlank}}$	FAULT 信号故障指示时间		5		mS
-------------------------	----------------	--	---	--	----

Fault Bit (故障字信息) note: 13 - 15 故障字保持默认高电平 '1'

0	上管 VCE: 1 代表正常; 0 代表故障		Bool		
1	上管 di/dt; 1 代表正常; 0 代表故障		Bool		

2	上管供电电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
3	上管最小脉冲；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
4	下管 VCE：1 代表正常；0 代表故障		Bool		
5	下管 di/dt；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
6	下管管供电电源欠压；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
7	下管最小脉冲；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
8	左管高温故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
9	左管低温故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
10	右管高温故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
11	右管低温故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
12	Chopper 被动启动发生；1 代表正常；0 代表动作		Bool		
13	母线过压故障；1 代表正常；0 代表故障		Bool		
14	驱动板过温保护；1 代表正常；0 代表故障		Bool		

图 11 故障代码时序图

门极电阻位置指示

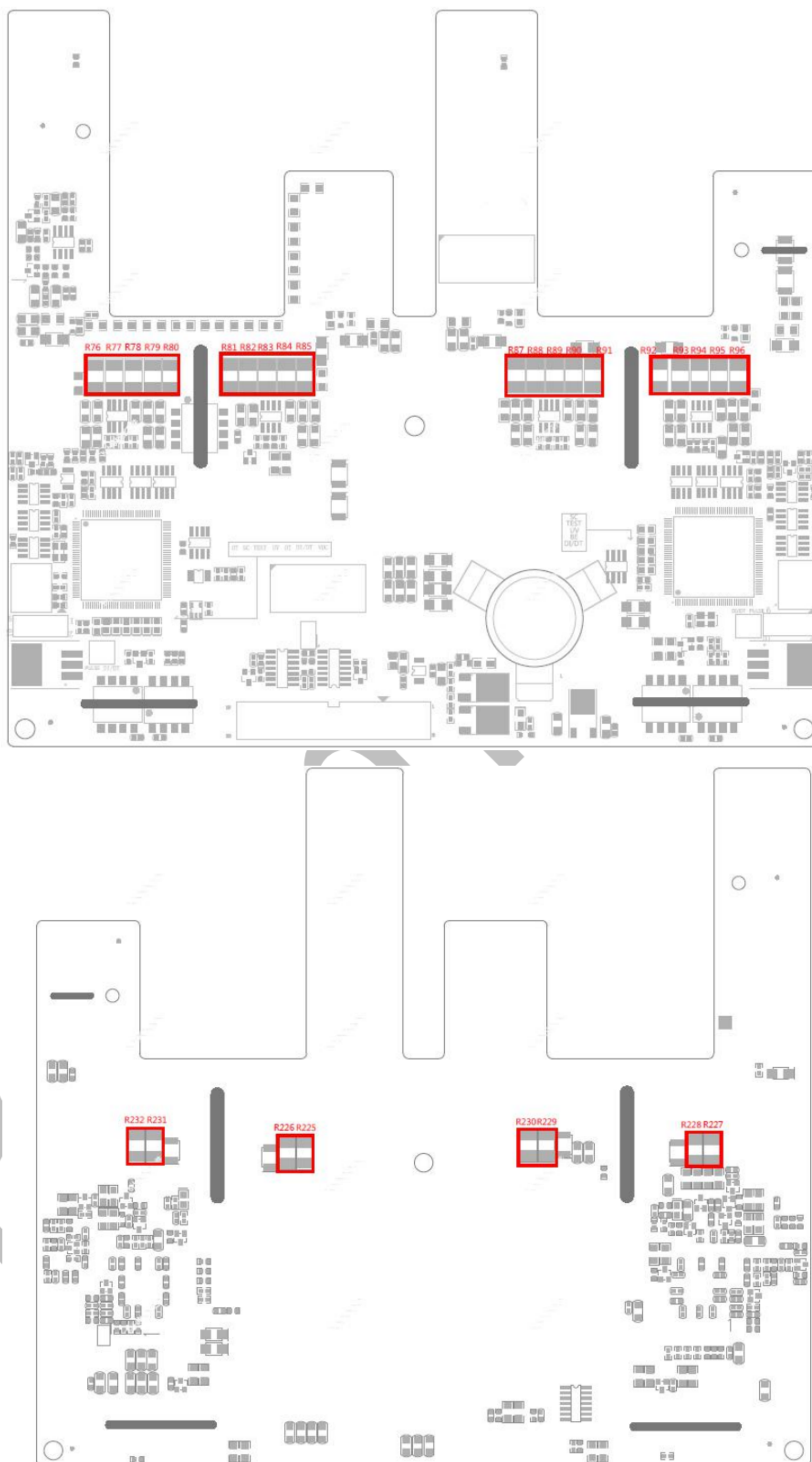


图 12 门极电阻位置指示图

门极电阻计算公式

	R_{GON}	R_{GOFF}	R_E	R_{SSD}
上管 1	R84//R85	R82//R83	R229//R230	R81
下管 1	R78//R79	R76//R77	R227//R228	R80
上管 2	R95//R96	R93//R94	R231//R232	R92
下管 2	R89//R90	R87//R88	R225//226	R91

常用模块的门极阻值表

IGBT 型号	R_{GON}	R_{GOFF}	R_E
FF650R17IE4	2.38 Ω	4.286 Ω	0.235 Ω
FF1000R17IE4	1.5 Ω	3.75 Ω	0.235 Ω
FF1400R17IP4	0.75 Ω	1.8 Ω	0.235 Ω

订购信息

PM99 可以支持多个厂家不同型号的 PrimePACK™ 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。

变更信息

2021-6-6 更新产品图片；

2021-7-19 更新公司地址

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：310011

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

