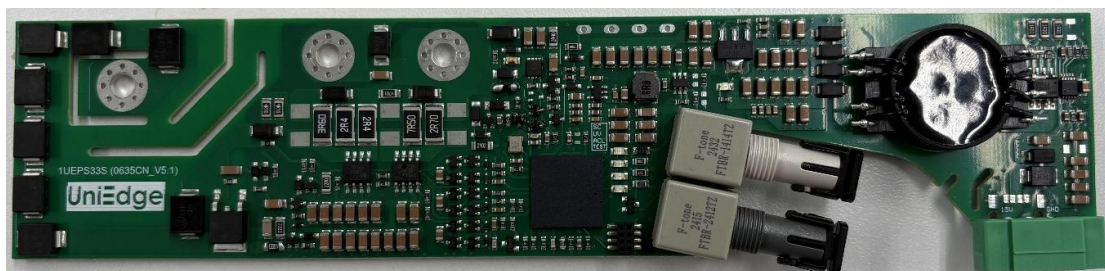


1UEP1070S217 数字驱动产品手册



北京联研国芯技术有限责任公司

使用步骤及注意事项

驱动器简单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无效。

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 IEC 60340-5-2 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）。

注意：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。另请分别检查对应控制信号和无控制信号时的输入电流。对于 Uniedge 的数字驱动器，给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。Uniedge 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。

目录

1 简介	4
2 系统框架图	5
3 驱动板机械尺寸图	5
4 引脚定义	6
4.1 驱动板引脚定义	6
4.1.1 J5 引脚定义	错误! 未定义书签。
4.1.2 J7 引脚定义	错误! 未定义书签。
5 状态指示灯说明	6
6 故障回报信号说明	7
6.1 正常工况下回报情况	7
6.2 故障工况下回报情况	7
6.3 欠压回报逻辑情况	7
7 驱动参数	8
7.1 最大额定值使用条件	8
7.2 电气特性	8
7.3 接口	8
8 主要功能说明	9
8.1 电源	9
8.2 短路保护	9
8.3 故障软关断	9
8.4 驱动器保护逻辑	10
8.5 高级数控有源钳位	11
9 门极电阻位置指示	12
10 订购信息	12
11 技术支持	13
12 法律免责声明	13
13 联系方式	13

1 简介

1UEP1070S217 数字驱动是针对 1700V/3300V IGBT IHM™及 HiPak™封装的高性能数字化驱动，适用于多种应用场景，性能优越具有如下特点：

集成度高

- 低功耗
- 光纤接口
- $\pm 110\text{A}$ 的极限电流驱动能力
- 可变门极阵列
- 栅极欠压保护
- 短路保护

保护特性

- 软关断
- 数控有源钳位保护
- 高隔离电压
- LED 故障显示
- 信息回报功能灵活
- 高抗电磁干扰能力

1UEP1070S217 数字驱动板卡，具有短路保护、欠压保护及高级数控有源钳位等功能，可有效保护 IGBT 器件，为客户提供全方位的 IGBT 精准保护。

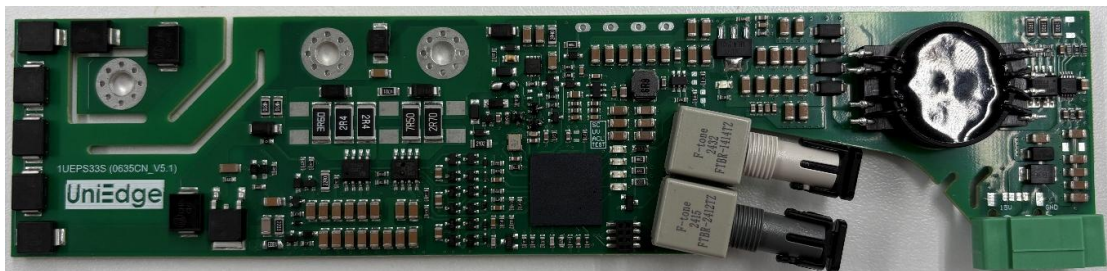


图 1- 1 产品实物图

2 系统框架图

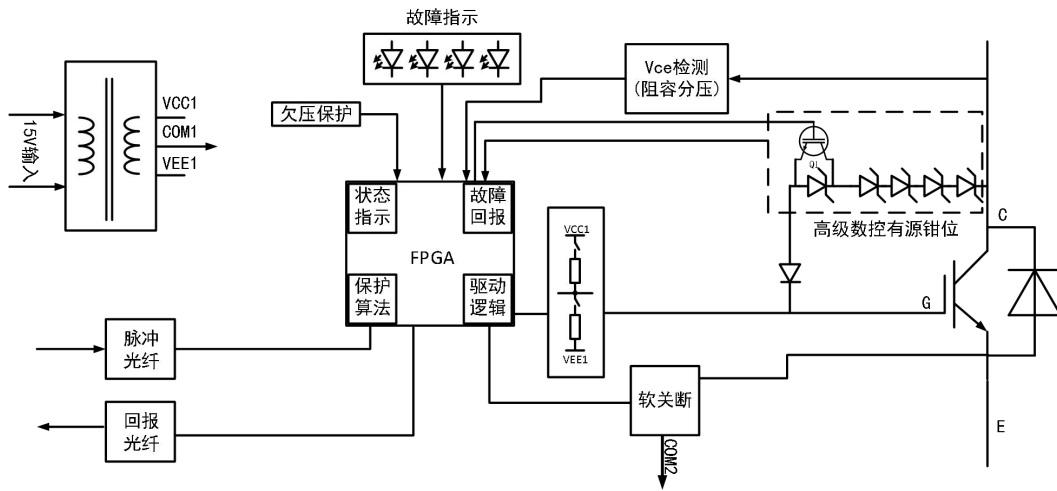


图 2- 1 系统框架图

该驱动器供电电压 15V，通过开关电源得到副边供电电源；PWM 信号通过光纤传输到副边，经过 FPGA 处理得到 IGBT 驱动信号。

当门极开通，则 IGBT 饱和导通，IGBT-CE 两端电压接近零伏，IGBT-CE 检测被复位；若发生短路故障，门极开通的过程中，IGBT 发生退饱和，IGBT-CE 两端电压接近母线电压，IGBT-CE 检测被置位，相应的软关断电路被启动来保护 IGBT 不被损坏，同时故障信号通过光纤传输至控制器；当没有 PWM 信号输入时，门极则一直处于负压关断状态。

3 驱动板机械尺寸图

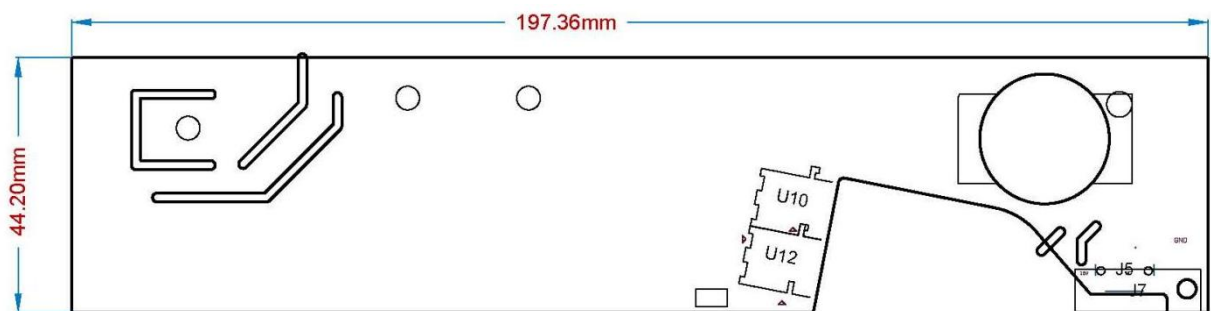


图 3- 1 产品机械尺寸图

4 引脚定义

4.1 驱动板供电端子引脚定义

表 4- 1 J7 引脚定义

引脚	命名	注释	引脚	命名	注释
1	GND	供电电源地	2	NC	悬空
3	V _{DC}	供电电源 15V			

5 状态指示灯说明

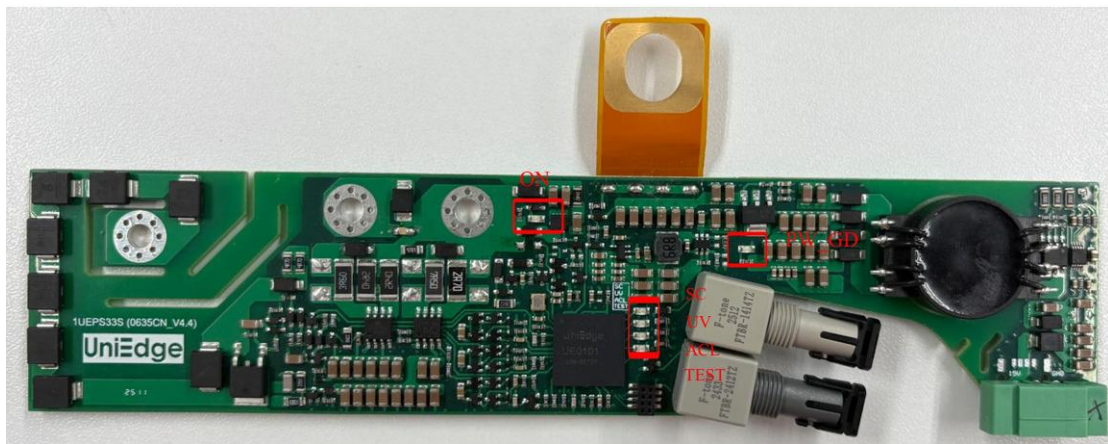


图 5- 1 状态指示灯

为了方便用户使用，Uniedge 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：

表 5- 1 状态指示灯说明

序号	位号()	名称	说明
1	PW_GD	15V 供电指示灯	副边供电正常亮，供电异常熄灭
2	ON	开通指示灯	IGBT 开通即亮，关断即灭
3	TEST	故障指示灯	无故障时常亮，有故障则熄灭
4	ACL	有源钳位指示灯	一次有源钳位动作即亮，重启熄灭
5	UV	欠压指示灯	一次欠压故障即常亮，重启熄灭
6	SC	短路指示灯	一次短路故障即常亮，重启熄灭

6 故障回报信号说明

6.1 正常工况下回报情况

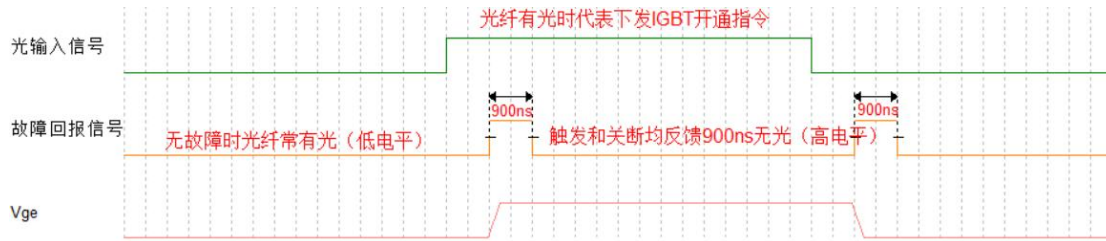


图 6- 1 正常工况下回报信号

6.2 故障工况下回报情况

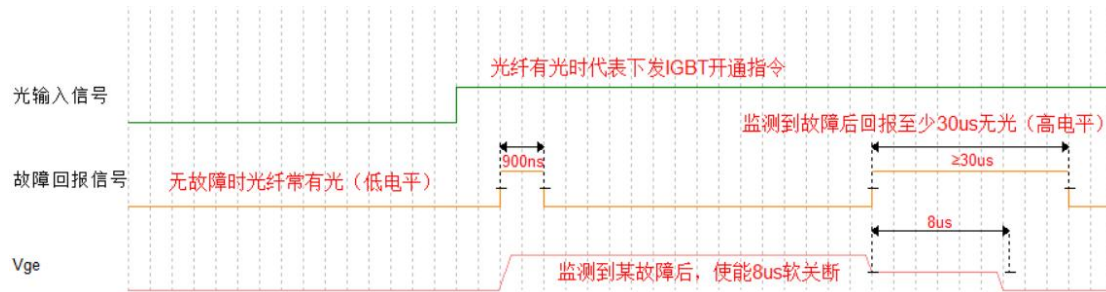


图 6- 2 故障工况下回报信号

6.3 欠压回报逻辑情况

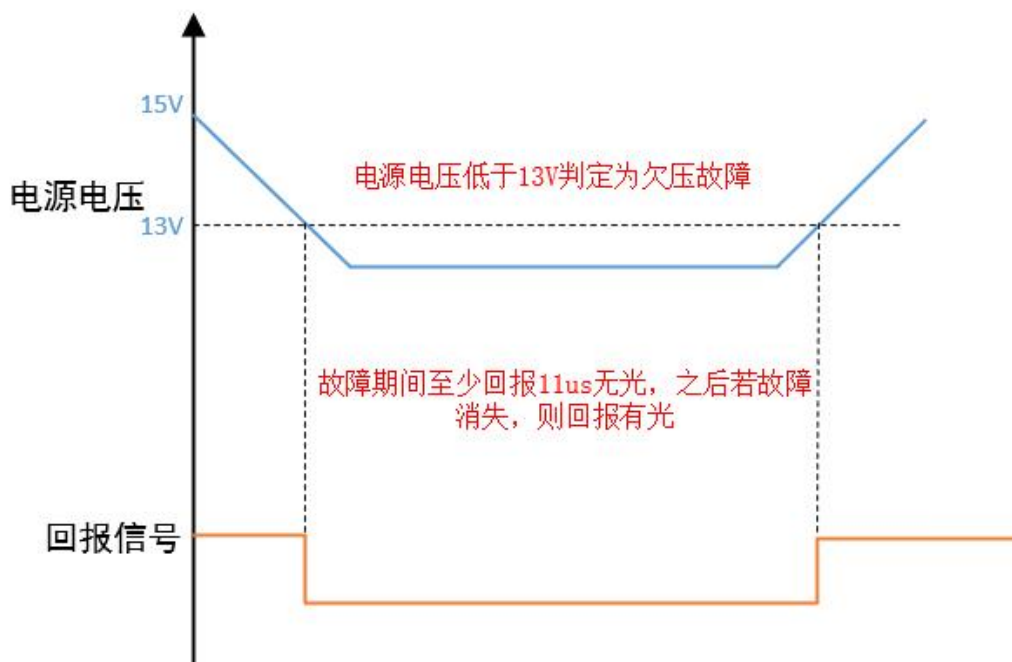


图 6- 3 欠压故障回报信号

7 驱动参数

7.1 最大额定值使用条件

参数	最小值	最大值	单位	备注
输入	14.5	15.5	V	
门极输出电流		110	A	
单驱动输出功率		10	W	
工作温度	-40	+85	°C	
存储温度	-40	+85	°C	

7.2 电气特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
V _{ce}		1700		V	
隔离电压 (VAC RMS 50Hz/1min)	6			kV	
耦合电容		8	10	pF	
供电电压	+ 14.5	+15	+15.5	V	
静态功耗		0.95		W	
门极开通电压		15		V	
门极关断电压		-9		V	
最大开关频率		1		kHz	
输出峰值电流		110		A	
软关断时间		8		us	
开通延时时间		1008		ns	V _{CC} =1100V, I _C =3600A
关断延迟时间		1764		ns	V _{CC} =1100V, I _C =3600A
供电欠压检测		12.3		V	
V _{CE} 检测阈值		107		V	
驱动输入、故障回报 光纤		660		nm	
工作环境温度	- 40		85	°C	
储存温度	- 40		85	°C	

7.3 接口

位号	描述	型号	配套端子	备注
U9	光纤输入接口	FTBR-2412TZ		北亿纤通
U14	光纤输出接口	FTBR-1414TZ		北亿纤通
J7	电源接口	691325310003	691364300003	Würth Electronics

8 主要功能说明

8.1 电源

1UEP1070S217 采用隔离 DC/DC 开关电源，可以分别为副边的驱动器提供开关和关断的+15V/-9V 电源。1UEP1070S217 只需要原边+15V 供电。

8.2 短路保护

在正常工作情况下，IGBT 工作在饱和状态。这意味着集电极与发射极之间的电压已降至饱和值 V_{CEsat} 。然而，如果负载 IC 增加至额定值的四倍一样，IGBT 将退出饱和，即集-射极电压升高，最终达到直流母线电压 V_{DC} 。

当短路时，集-射极电压迅速升高且超过正常的饱和值 U_{CEsat} ， U_{CEsat} 退饱和监控就是利用这个原理检测短路故障。如果 U_{CEsat} 测量电路检测到 U_{CEsat} 超过了先前设定的参考电压，测量电路认为产生了故障，就会采取软关断方式将 IGBT 缓慢关断，并发送故障信号给上位机控制器。

8.3 故障软关断

IGBT 内部存在 3 个寄生电容 C_{GE} ， C_{CE} ， C_{CG} 。IGBT 开通和关断的过程，就是对门极电容 C_{GE} 充电和放电的过程。驱动器通过调节对门极电容 C_{GE} 充电和放电的速度就可以控制 IGBT 开通和关断的速度。

IGBT 发生短路时，IGBT 工作在线性区，流过的最大电流是额定值的数倍乃至十几倍，且与门极电压 V_{GE} 有较大关系，因此限制住 IGBT 的门极电压就能限制 IGBT 的短路电流。IGBT 承受短路的时间也与门极电压 V_{GE} 存在一定的关系。门极电压越高，IGBT 短路电流越大，如果母线电压值一定，则单位时间内门极电压越高的 IGBT 产生的功耗就越大，IGBT 能够承受的短路时间就越短。

当驱动器检测到 IGBT 发生短路后不能立即关断 IGBT。因为如果 IGBT 发生软短路，此时电流还处在上升阶段，直接关断 IGBT 会使门极电压迅速下降，为了满足电流要求，IGBT 的集射极电压 V_{CE} 会被迫迅速上升并超过母线电压，且极有可能会超过 IGBT 耐压值而导致 IGBT 损坏。因此，如果使用硬关断策略保护 IGBT，驱动器检测到短路后需要等待一定时间，直到 IGBT 退饱和使得 V_{CE} 稳定在母线电压值后方可关断 IGBT。IGBT 关断时，因为母线上存在杂散电感，IGBT 电流减小会在杂散电感上产生一个感应电压： $V_k=L_s*di/dt$ 。此电压与母线

电压叠加在一起加在 IGBT 模块上。如果电流下降过快，产生的关断尖峰电压就非常高，若不采取保护措施，其足以击穿 IGBT 模块。

为了保护处于短路状态的 IGBT 模块，可通过慢降栅极电压的软关断策略。其核心思想是缓慢降低 IGBT 短路时的门极电压。在检测到 IGBT 发生短路后，缓慢地减小 IGBT 的门极电压 V_{GE} ，则 IGBT 集射极电压 V_{CE} 被迫上升的速率会比直接关断 IGBT 的小得多且能够保证 V_{CE} 只会小幅度超过母线电压，最后稳定在母线电压值。随着门极电压的缓慢减小，IGBT 短路电流也会缓慢地减小，杂散电感上感应的电压会非常小。如果能将门极电压缓慢地减小到 IGBT 开通阈值电压之下，IGBT 的电流会缓慢减小到 0，IGBT 完全关断。当驱动器检测到 IGBT 发生短路后，可以立即执行软关断动作，缓慢减小 IGBT 门极电压而不需要等待 V_{CE} 稳定在母线电压。软关断持续足够长的时间，在软关断过程中 IGBT 电流完全下降到 0，即 IGBT 完全关断。这样既能保证 IGBT 的短路时间不超过允许范围，又能减小 IGBT 短路电流和短路功耗，并且大大减小关断尖峰电压。大功率 IGBT 模块驱动器一般选择 +15V/-15（-9）V 作为开通/关断电压，通过调节门极电阻 R_G 控制 IGBT 模块的开通和关断速度。

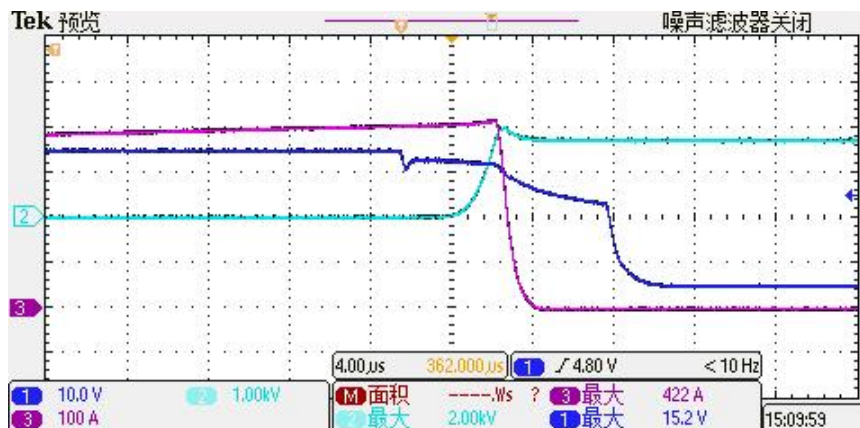


图 8- 1 IGBT 过流关断波形

IGBT 发生退饱和故障时，软关断波形如图 8-1，关断电流 4kA，关断时间 10µs，电压超调 220V。数字驱动拥有多级软关断功能，软件灵活变换关断电阻，选择适合该故障下的关断特性曲线，实现多级软关断。故障时，软关断可以关断更高的短路电流，并防止 IGBT 振荡，限制集电极过压。

8.4 驱动器保护逻辑

IGBT 驱动是实现 IGBT 器件正常开通、关断，以及 IGBT 器件在各种异常

工况下可靠保护的电路。它是控制系统和功率器件 IGBT 之间链接的纽带，因此驱动器除需要对 IGBT 各种故障进行监测并保护外，还需对上一层控制系统的命令进行监测，当上层控制系统受到干扰发出异常脉冲时，驱动器也需可靠的关断 IGBT 防止 IGBT 损坏。

对于 IGBT 的和上层控制器可能会发生以下故障：短路故障；门级欠压故障；数控有源钳位故障等。智能驱动可以通过不同的检测电路识别到 IGBT 发生的故障类型，然后通过不同的软关断算法，通过查表法在纳秒级切换不同门级电阻实现 IGBT 的可靠关断。通过不同的软管断算法，既可以保证 IGBT 在正常开通或关断时对损耗的要求，又可以满足 IGBT 在短路、过流等故障对电压尖峰抑制的需求。

8.5 高级数控有源钳位

动态有源钳位是一种利用 TVS 在设定击穿动作电压阈值条件下，通过击穿漏电流对门极进行充电，充电电流导致 IGBT 进入线性工作区，避免在过载甚至短路条件下，IGBT 发生 CE 间过压击穿。

常规的动态有源钳位电路仅通过 TVS，在集电极引入反馈回到连接到 IGBT 的发射极。UniEdge 开发了高级数控有源钳位技术：当动态有源钳位因感知过压阈值发生击穿动作后，驱动器的负压关断电路被关闭，这样做的目的是提升动态有源钳位电路的效率，减少 TVS 向门极注入漏电流的损失。其中部分的 TVS 管在 IGBT 导通器件是和其他 TVS 同时承受母线电压。当 IGBT 由开通转为关断时，这部分 TVS 会通过可编程逻辑控制芯片将其旁路，时间通常为 10-20us，确保 IGBT 在关断的暂态过程中，集射极电压尖峰在安全工作区域内。延时过后，被旁路 TVS 会被再次释放，与其他 TVS 一起承受母线电压，这样可以确保 IGBT 在断态条件下可以承受更高的母线电压。



图 8- 2 FZ1500R33HE3 在母线电压 1600V，集电极电流 1200A 条件下数控有源钳位动作情况

9 门极电阻位置指示

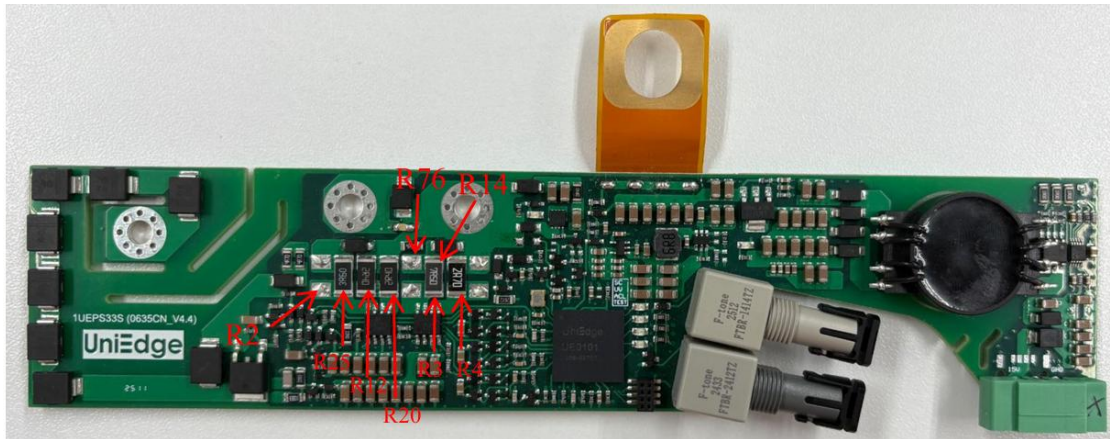


图 9- 1 门极电阻位置指示图

表 9- 1 门极电阻计算公式

栅极电阻	R_{GON}	$R_{GOFF1} (-9V)$	$R_{GOFF2}(0V)$	$R_{GSOFTOFF}(0V)$
G	$R3//R4$	$R12//R20$	$R2//R25$	$R76//R14$

表 9- 2 门极阻值表

IGBT 型号	R_{GON}	$R_{GOFF1} (-9V)$	$R_{GOFF2}(0V)$	C_{GE}
IGBT1700V3600ASDT4H (银茂微)	2.7Ω	1.2Ω	3.6Ω	100nF

10 订购信息

1UEP1070S217 支持目前市面上主流 IGBT 厂家的 IHM™/StakPak™ 封装的多个型号的 IGBT 应用。当您在选购我方驱动器时，请在现有驱动器的后面添

加完整的 IGBT 型号，以便我们能够按照具体的型号提供符合您要求的驱动产品及技术。

表 10- 1 产品订购型号说明

驱动型号	PWM 输入	备注
1UEP1070S217_XXX	光纤输入	尾缀为 IGBT 型号

11 技术支持

UniEdge 的技术团队会为您提供专业的技术支持，包括产品应用选型，技术相关业务支持，产品订货周期、价格等消息。我们承诺，针对您的疑问，在 24 小时内给予及时的回复。

12 法律免责声明

本产品手册介绍了 IGBT 驱动器的性能及具体参数，但并不承诺展示的具体参数对于交付产品的适用性。

UniEdge 团队保留随时修改该产品手册的权利，并且不需要提前通知。该权利适用于 UniEdge 的通用条款。

13 联系方式

电话：010-66601771

邮箱：putnam.chi@uniedge.me

地址：北京市昌平区未来科学城绿地中央广场 15 号楼 2 单元 1106 北京联研国芯技术有限责任公司