

2SP0325V描述与应用手册

用于Mitsubishi的New Mega Power Dual IGBT模块的光纤接口驱动器解决方案，支持2电平、3电平和多电平拓扑

摘要

2SP0325V是配备通用光纤接口(AVAGO HFBR-x522ETZ)的双通道驱动器。

该驱动器是基于CONCEPT的SCALE™-2芯片组设计而成，能够安全可靠地驱动IGBT。

该驱动器适用于所有的New Mega Power Dual (New MPD) IGBT模块。该即插即用驱动器可实现装配后立即使用，用户无需为特定应用调试驱动器而投入精力。



图 1 2SP0325V用螺丝固定到New Mega Power Dual IGBT模块上

描述与应用手册

目录

系统概述.....	4
使用方法.....	5
1. 选择合适的驱动器.....	5
2. 将驱动器安装到IGBT模块上.....	5
3. 将驱动器连接到控制单元.....	5
4. 检查驱动器功能.....	5
5. 设置和测试功率单元.....	5
机械尺寸.....	6
连接器X2的管脚定义.....	8
连接器X2的推荐接口电路.....	8
X2接口的描述.....	8
概述.....	8
VCC端子.....	8
VDC端子.....	9
SO（原方电源状态输出）.....	9
光纤输入描述.....	9
光纤输出描述（状态反馈和跳变沿确认）.....	9
光纤的推荐接口电路.....	11
2SP0325V SCALE-2驱动器的工作原理.....	11
概述.....	11
电源及电气隔离.....	12
电源监控.....	12
V _{CE} 检测/短路保护.....	13
IGBT的动态行为.....	13
IGBT开通/二极管换流.....	13
IGBT关断.....	13
动态高级有源钳位(DA ² C).....	14
dv/dt反馈.....	15
低杂散电感结构要求.....	15
三电平和多电平拓扑.....	15
2SP0325V并联.....	16
参考文献.....	16

描述与应用手册

信息源：SCALE-2驱动器数据手册 16

特殊要求：定制SCALE-2驱动器 16

技术支持..... 16

质量..... 16

法律免责声明 17

订购信息..... 18

其他产品的信息 18

生产厂商..... 18

描述与应用手册

系统概述

2SP0325V是由CONCEPT开发的基于高度集成的SCALE-2芯片组的即插即用驱动器/1/。该芯片组是一套专用集成电路(ASIC)，它包含智能门极驱动器所需的大部分功能。SCALE-2驱动器芯片组是在成熟的SCALE™-1芯片组技术基础上的进一步开发/2/。

2SP0325V驱动器的基本框图如图 2所示。门极电阻和其他关键元件的值可在对应IGBT模块的驱动器的数据手册中找到/3/。

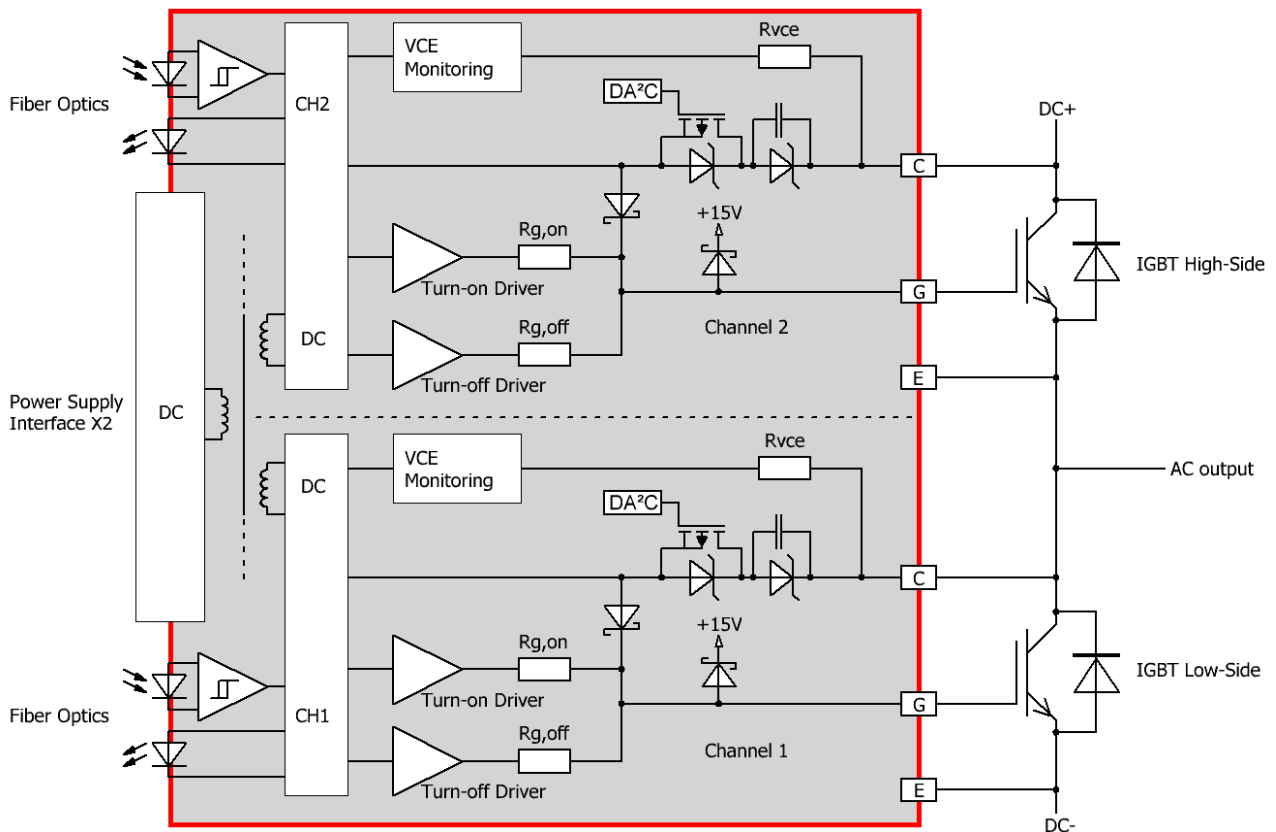


图 2 2SP0325V 驱动器的基本原理图

该驱动器包含最优化且可安全驱动IGBT模块所必需的所有元件及功能：将开关损耗降至最低的最小门极电阻、门极钳位、有源钳位二极管（关断时提供过压保护）、 V_{CE} 检测（短路保护）以及电气和光纤连接器。此外，它还包括用于设置 V_{CE} 检测的阈值电压和响应时间的元件。其即插即用功能意味着该驱动器安装后可立即使用，用户无需为特定应用调试驱动器而投入精力。

描述与应用手册

使用方法

下面的步骤介绍了在功率变换器中使用2SP0325V驱动器的简便方法：

1. 选择合适的驱动器

应用2SP0325V驱动器时，请注意它们只适配于特定类型的IGBT模块。

因此，驱动器型号中包括所匹配的IGBT模块的型号（请参阅“订购信息”）。

这些驱动器对于非指定类型的IGBT模块无效。使用不当可能会导致失效。

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。

驱动器可以用螺丝安装到IGBT模块上。

3. 将驱动器连接到控制单元

将驱动器插头X2连接到控制单元，并为驱动器提供+15V的电压。连接光纤发送器和接收器。

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/3/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。CONCEPT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出SOA规定的工作范围，因为这强烈依赖于具体的变换器结构。

描述与应用手册

即使仅测试单个IGBT，也必须为系统内其余门极驱动器提供电源，确保所有其他IGBT的门极工作在负压关断状态。这在测试IGBT的开关行为时特别重要。

此时也可验证短路行为。

然后，系统可在实际负载条件下启动。同时可以评估整个系统装置的热量分布情况。

系统必须在指定温度范围和负载条件下重新验证。



注意：所有高压操作都有危及生命的风险。

必须遵守相应的安全法规！

机械尺寸

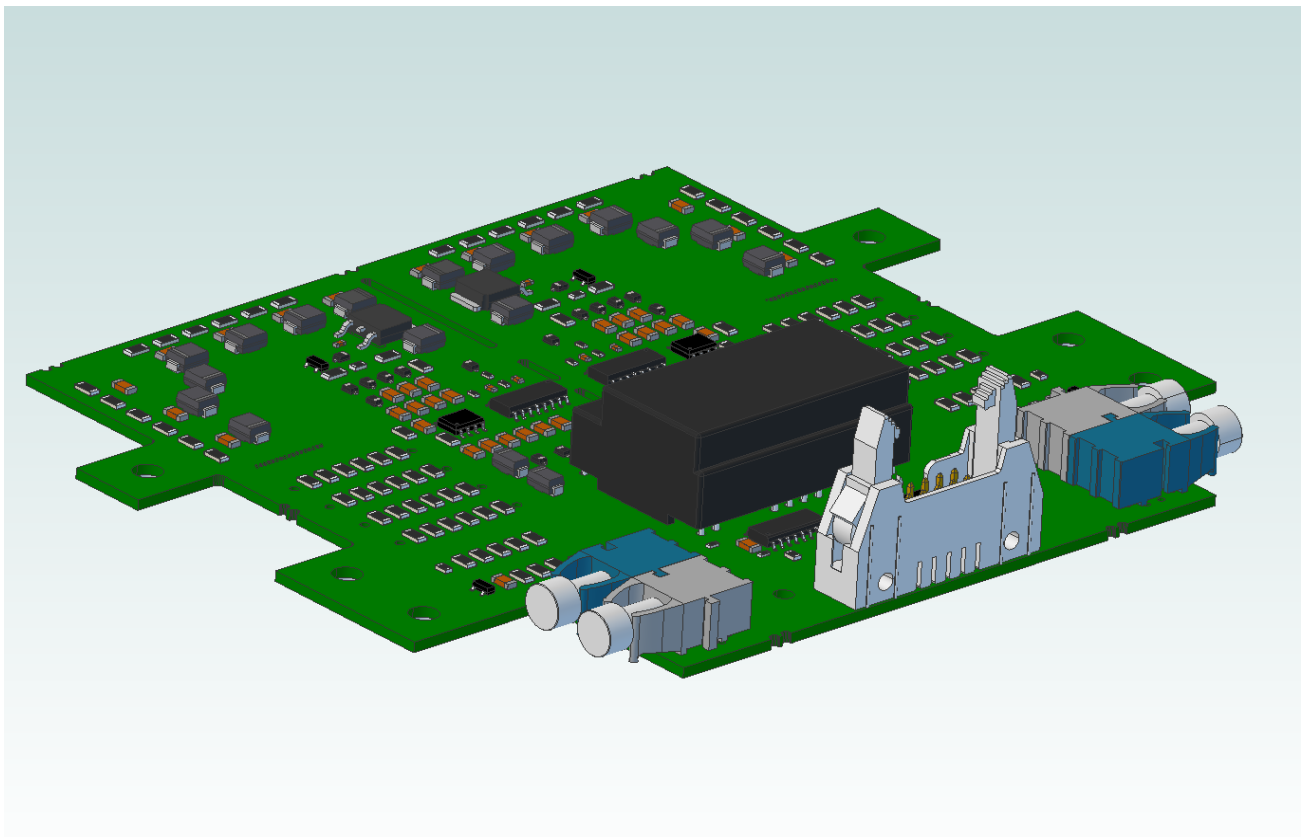
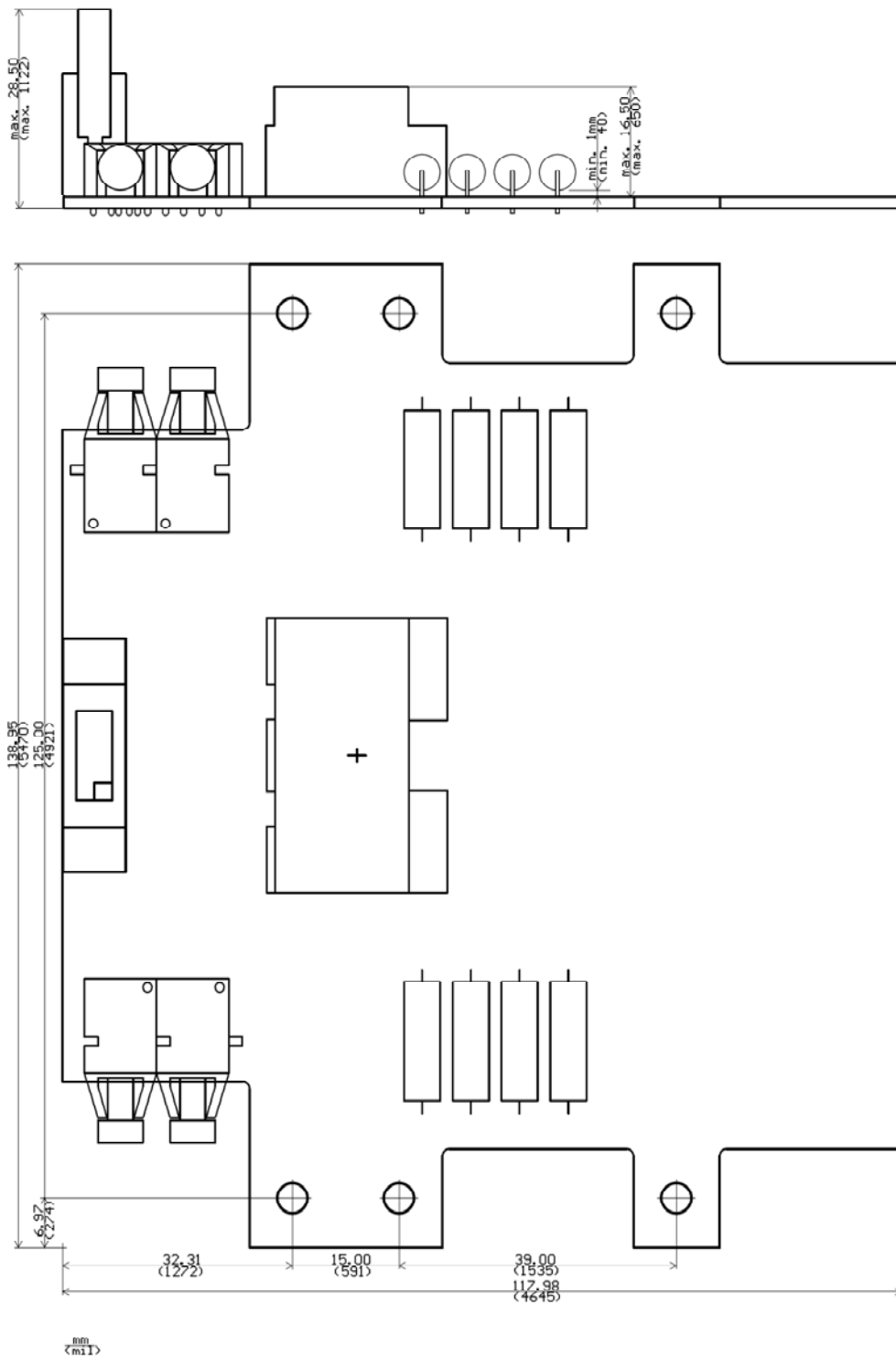


图3 2SP0325V的3D图

描述与应用手册



驱动器上的连接器： FCI提供的71918-110LF， 推荐的电缆连接器： FCI提供的71600-010LF

推荐的双绞的平板电缆： 3M™提供的1700/10或2100/10

图 4 2SP0325V机械图

描述与应用手册

连接器X2的管脚定义

管脚	定义	功能	管脚	定义	功能
1	VDC	用于DC-DC电源的+15V	2	GND	接地端
3	VDC	用于DC-DC电源的+15V	4	GND	接地端
5	SO	状态输出（原方电源）	6	GND	接地端
7	VCC	用于原方电子元件的+15V电源	8	GND	接地端
9	VCC	用于原方电子元件的+15V电源	10	GND	接地端

连接器X2的推荐接口电路

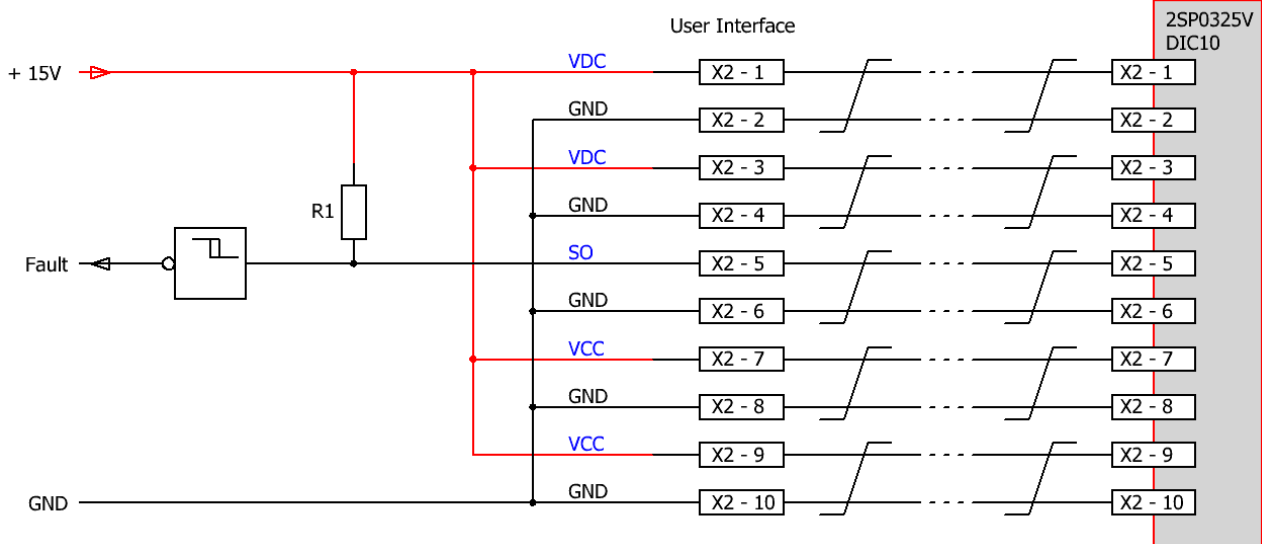


图5 2SP0325V用户接口推荐电路

X2接口的描述

概述

驱动器配有一个10针接口连接器。所有偶数管脚都用作GND连接端。奇数管脚1、3、7和9用于+15V电源。管脚5用作监控电源电压VCC的状态输出。

建议使用10针双绞的平板电缆。然后，管脚5与其各自的GND线双绞。所有GND管脚在2SP0325V上都连接到一起，并应连接到控制板侧。这种配置方法产生的电感很低，同时抗扰性很强。

VCC端子

该驱动器在接口处有两个VCC端子，用于向原方电子元件供电。

描述与应用手册

VDC端子

驱动器在接口处有两个VDC端子，用于向DC-DC电源供电。

由于驱动器的总功率为 $2 \times 2W = 4W$ ，因此从+15V电源获得的最大输入电流大约为0.5A（包括VDC和VCC）。

所有VCC和VDC端子必须连接到单个+15V电源。驱动器在启动时可以自己限制启动冲击电流，而不需要为VDC的电压源增加外部限流电路。VDC和VCC端子仅在测试时分成独立的管脚。

SO (原方电源状态输出)

如果未检测到VCC电源欠压，则输出SO为高阻抗。当该端子悬空时，将会有有一个500 μ A的内部电流源将其电压拉到大约4V。如果检测到VCC电源欠压，状态输出端SO被拉到低电平（连接到GND）。

在故障状态下，流过SO的电流值不能超过数据手册/3/中规定的最大值。

请注意，SO输出在电源欠压故障消失后自动复位。

如果不使用，SO输出可保留为开路。

光纤输入描述

这些是驱动信号输入端。应当注意，2SP0325V没有半桥模式。

光纤输出描述 (状态反馈和跳变沿确认)

在正常工作期间（即驱动器通过额定电压供电，无任何故障），状态反馈通过光纤接口“亮灯”指示。故障通过“灭灯”指示。

控制信号的每个跳变沿都由驱动器反馈短脉冲（灭灯大约600ns[导通]或750ns[关断]）来确认。这可以通过主控制器观察到，因此这种方法可以方便、连续地监控系统中所有的驱动器和光纤。图 6所示为正常工作条件下的门极驱动器控制信号和响应信号。

描述与应用手册

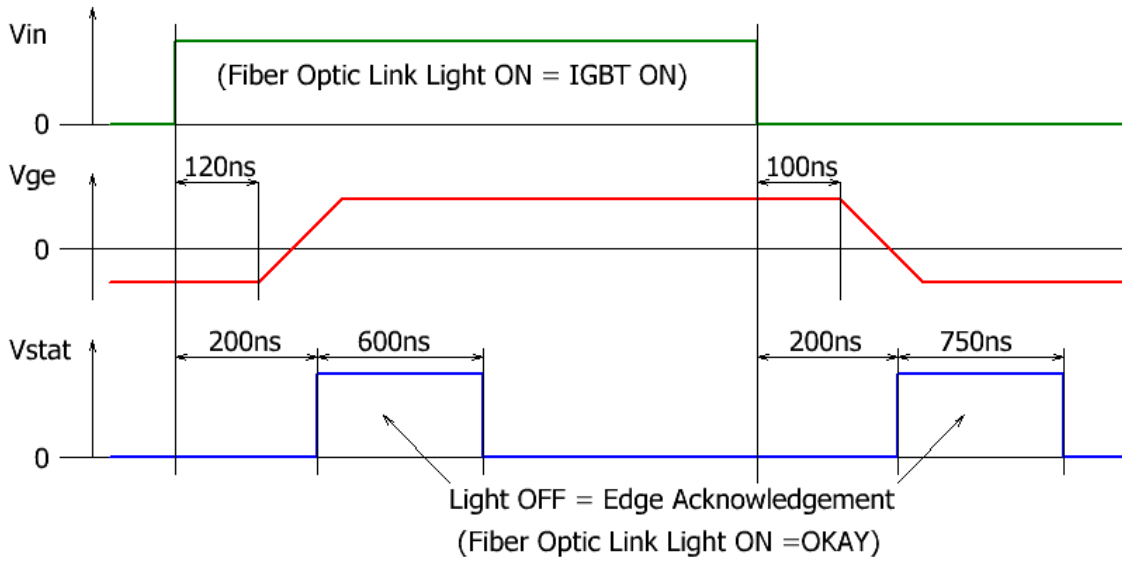


图 6 正常工作中的驱动器行为和状态反馈

图 7 所示为发生短路故障时的驱动器响应。故障状态在经过响应时间后传输到状态反馈端。反馈光纤在阻断时间内（大约 $8\mu s$ ）处于“灭灯”状态，阻断时间结束后，故障状态被清除。在响应时间结束后再过大约 $100ns$ ，驱动器将 IGBT 关闭。故障状态结束后，向相应的光纤通道输入一个上升沿脉冲，IGBT 将重新开通。

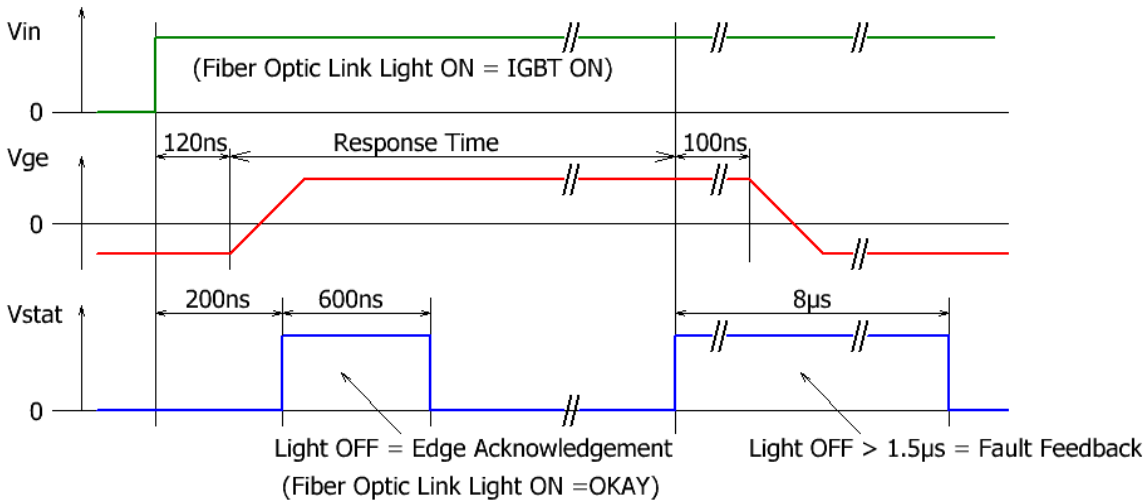


图 7 短路条件下的驱动器行为和状态反馈

如果发生副方电源欠压故障，驱动器的响应基本上与图 7 中相同。只要相应的驱动器通道仍然存在电源欠压，故障状态就会保持有效，并且封锁驱动器脉冲。

注意：在上电过程中，状态反馈也将显示故障状况，直到电源欠压消失。

光纤的推荐接口电路

图 8中给出光纤接口的推荐电路。

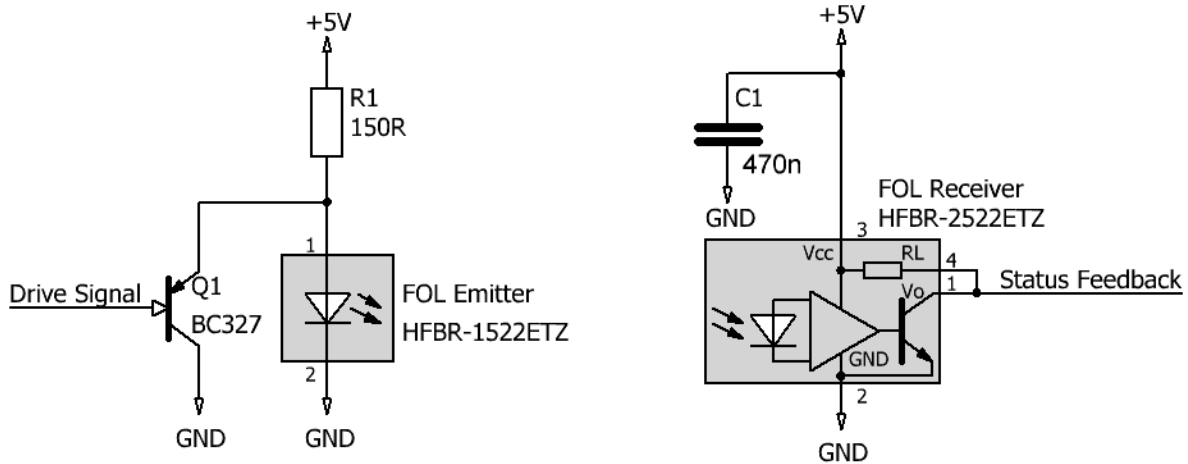


图 8 光纤接口的推荐电路

2SP0325V SCALE-2 驱动器的工作原理

概述

2SP0325V系列即插即用型双通道驱动器，适配于Mitsubishi生产的New MPD IGBT模块。SCALE-2驱动器家族中配有光纤接口的所有驱动器都配有常规的保护功能，例如用于短路保护的 V_{CE} 检测、电源欠压保护以及状态反馈。

2SP0325V SCALE-2驱动器的出色特性包括：外形紧凑、安装简单——直接安装到IGBT模块上、动态高级有源钳位(DA²C)功能、传输延迟时间极短、为降低关断时过高 dv/dt 的 dv/dt 反馈（请参阅第15页的“ dv/dt 反馈”）。有源钳位设计（带 dv/dt 反馈）用于限制IGBT在关断瞬间产生的过高电压。这种功能在高直流母线电压、大电流或短路的情况下关断IGBT时特别有效。

描述与应用手册

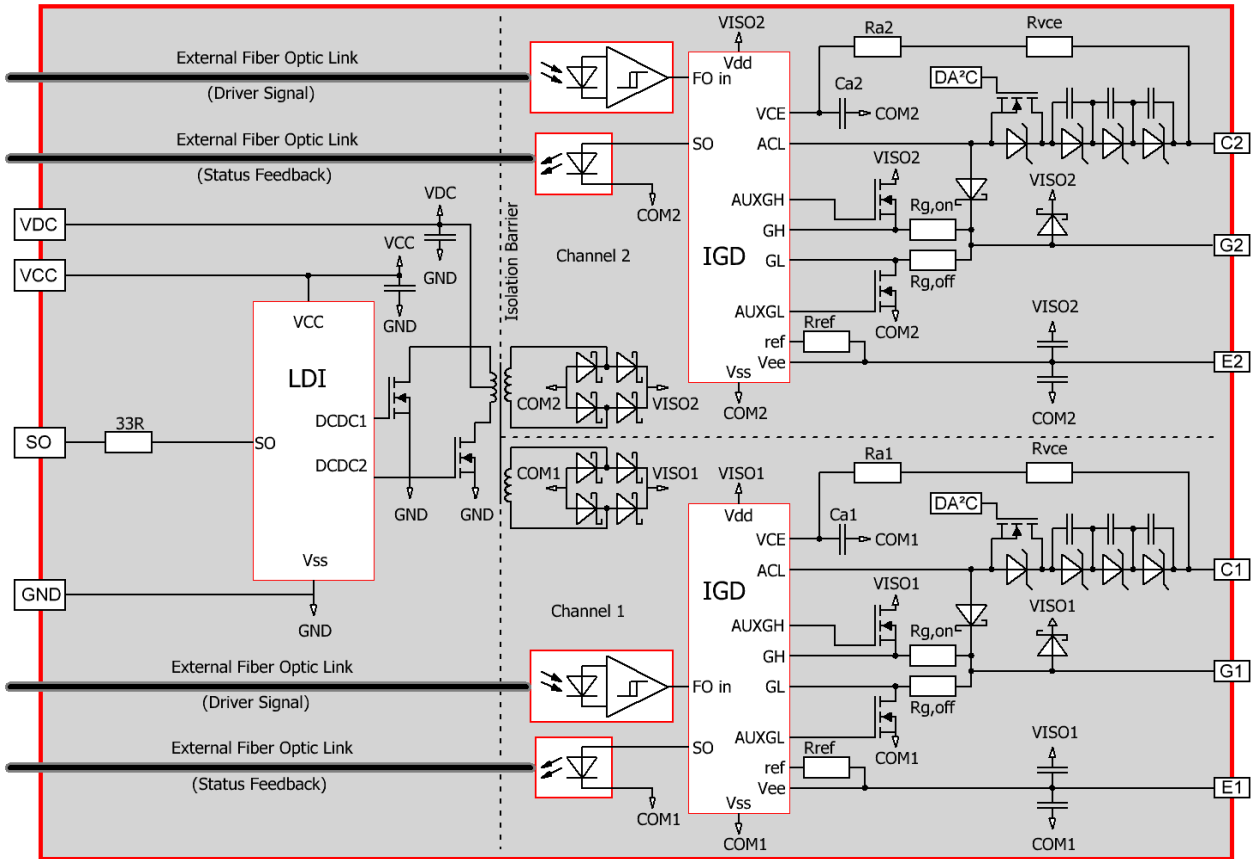


图 9 2SP0325V SCALE-2 驱动器内部框图

电源及电气隔离

这款驱动器配有DC-DC电源，可实现电源和门极驱动电路的电气隔离。变压器符合EN 50178的安全隔离标准，原方与任何一个副方都可达到II级防护等级（请参阅数据手册/3/）。

请注意，驱动器的供电需要稳定的电源电压。

电源监控

驱动器的原方及两个副方驱动器通道都有本地欠压检测电路。

在发生原方电源欠压时，故障传送到输出端SO。但是，IGBT不会关断（通道未阻断）。

在副方电源发生欠压时，对应的IGBT将在负门极电压的驱动下保持关断状态（驱动器对应通道被封锁），故障信号被同时传送到光纤输出反馈端。

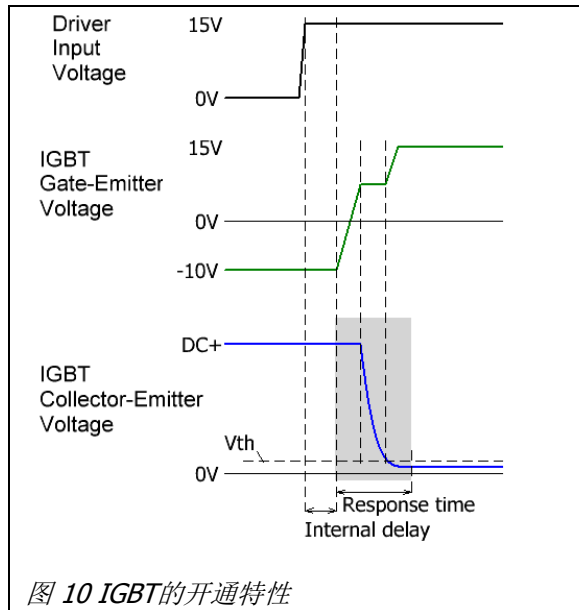
即使在电源电压过低的情况下，该驱动器也可在IGBT门极与发射极之间形成低阻抗回路。

在半桥电路中，建议不要在驱动器供电电压较低的情况下操作IGBT。否则，过高的V_{CE}变化率可导致IGBT出现误导通。

描述与应用手册

V_{CE}检测/短路保护

图 9所示为2SP0325V SCALE-2中配置的基本V_{CE}检测电路。IGBT集电极-发射极电压通过电阻网络测得。



在导通状态下经过响应时间后再检测V_{CE}（请参考图 10），以判断短路状况。如果此电压高于预设的阈值V_{th}，驱动器将会判断为IGBT短路，并立即将故障信号发送到光纤状态反馈端。然后关断相应的IGBT。故障反馈在经过延迟后自动复位以清除故障状态。故障状态消失后，下一个上升沿即可重新开通IGBT。

请注意，当直流母线的电压低于大约600V (CM2500DY-24S) 或800V (CM1800DY-34S)时，响应时间会延长。请参阅相关的驱动器数据手册以了解短路响应时间的参数/3/。

注：退饱和检测功能仅用于短路保护，无法提供过流保护。但是，过流检测的时间优先级较低，可在具体应用中设定。

IGBT的动态行为

IGBT模块的动态行为取决于其类型，因为这不仅涉及模块内部的IGBT芯片和二极管芯片的特性，还跟模块结构以及内部门极电阻和电感的分布情况有关。请注意，来自同一制造商的不同型号的IGBT模块也需要进行专门的适配。

因此，CONCEPT提供针对特定IGBT模块的SCALE-2即插即用驱动器。**这些驱动器不得用于非指定类型的IGBT模块。**

IGBT开通/二极管换流

当驱动器输入高电平信号时，门极驱动器开通相应的IGBT。驱动器包含与相应IGBT模块匹配的门极电阻。

适配后的驱动器，可以在功率单元杂散电感相对较低的情况下使开关损耗降到最低。建议在装配之后测试系统的换流行为。

IGBT关断

当相应的输入信号下降到低电平时，对应的IGBT关断。门极电阻由CONCEPT确定，不得改动。

快速关断IGBT可能会导致过压，该电压尖峰会随着直流母线电压或负载电流的升高而升高。关断过压值可通过下面的公式近似计算：

$$V_{tr} = -L_s * di/dt$$

此处，V_{tr}表示关断过压，L_s表示杂散电感。

描述与应用手册

大多数驱动器无法在过载或短路的情况下抑制关断过压。但是，这对于大功率或高压IGBT极为重要。为了解决这个问题，SCALE-2即插即用型驱动器提供了动态高级有源钳位功能(DA²C)。

此外，2SP0325V驱动器系列具有dv/dt反馈功能，可降低关断时过高的dv/dt。动态高级有源钳位和dv/dt反馈如下所述。

动态高级有源钳位(DA²C)

有源钳位技术的功能是，在集电极-发射极电压超过预设的阈值时将IGBT部分地打开，从而令IGBT的集电极-发射极电压得到抑制，此时IGBT在线性区内工作。/4/中介绍有源钳位的基本电路。

基本有源钳位电路是将IGBT的集电极电位通过瞬态电压抑制二极管(TVS)反馈到IGBT门极的单反馈电路。2SP0325V SCALE-2驱动器支持CONCEPT的动态高级有源钳位(DA²C)，基于以下原理：

- 当有源钳位电路动作时，驱动器的推动级的关断MOSFET将会被线性关断，以增加有源钳位功能的效率，并且降低TVS上的损耗。这种称为“高级有源钳位”的特性主要集成在副方ASIC中。
- 在原本开关状态下所需要的TVS的基础上，再串联几个TVS。这些额外的TVS从IGBT导通开始，到驱动器发出关断指令后的15-20us内，都处于短路状态，以降低有源钳位的门槛值，确保高效的有源钳位。经过此15-20us延迟后，这些加装的TVS被激活，驱动器的有源钳位的门槛值被提高，这样可以允许直流母线电压在IGBT关断期间（例如，紧急关机后）上升到更高的值。这种特性与高级有源钳位一起被称为“动态高级有源钳位(DA²C)”。请注意，直流母线电压超出正常水平的长度应限制在较短的时间内（< 60秒）。

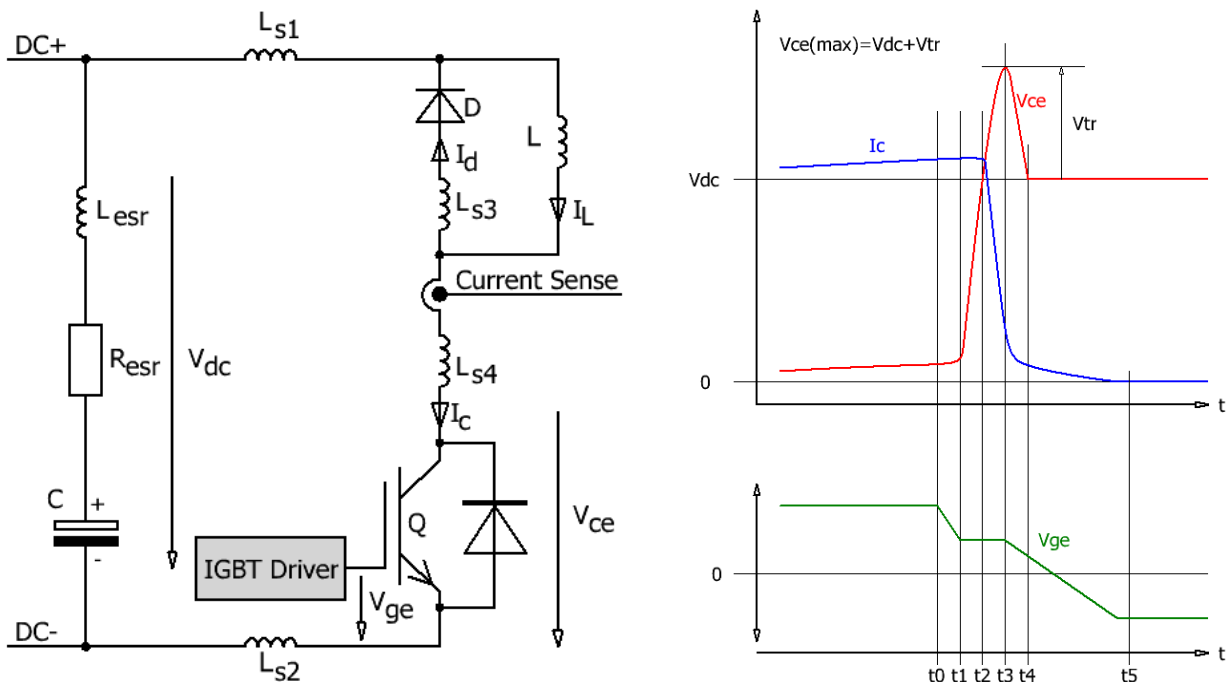


图 11 测试电路（左）和典型开关行为（右）

图 11说明：

- t0 = 关断过程开始
- t1 = 关断时间起点
- t2 = 集电极电流下降时间起点
- t3 = 集电极-发射极最高电压
- t4 = IGBT截止，拖尾电流起点
- t5 = 拖尾电流终点

描述与应用手册

与其他驱动方法相比，使用有源钳位功能，可以配置较小的驱动电阻，以提高IGBT模块的开关速度，减少开关损耗，从而提高IGBT模块在正常工作期间的利用率。在故障关断时产生的过压也可通过有源钳位来抑制。

开关操作时和IGBT关断状态下的最大直流母线电压约束，可在相应IGBT模块的驱动器的数据手册中找到/3/。

图12所示为使用2SP0325V驱动器控制CM2500DY-24S IGBT模块的典型关断过程。

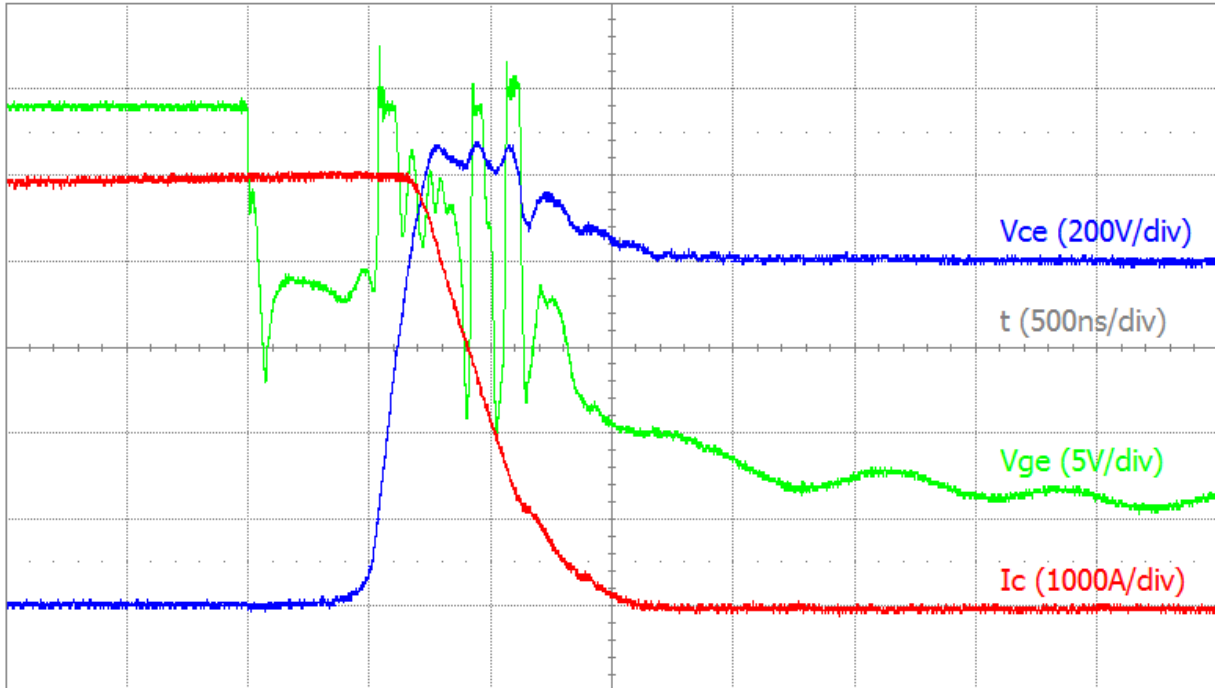


图12 直流母线电压为800V、集电极电流为5000A（额定集电极电流的两倍）时的CM2500DY-24S (2500A/1200V) IGBT模块关断行为

dv/dt反馈

2SP0325V驱动器系列配备有dv/dt反馈，可在IGBT关断期间降低过高的dv/dt。这一特性用于进一步降低关断过压。

低杂散电感结构要求

不能因为具备有源钳位功能而忽略功率单元的杂散电感。出于多种原因考虑，在使用2SP0325V即插即用驱动器时仍然需要将直流母线杂散电感降至大约15nH...30nH。

直流母线杂散电感即使轻微的增加，都有可能需要降低直流母线电压、集电极电流和/或开关频率。CONCEPT强烈建议用户要确保IGBT模块即使在最恶劣的条件下也不会超出SOA规定的工作范围，因为这强烈依赖于具体的变换器结构。

三电平和多电平拓扑

如果要将2SP0325V用于三电平或者多电平拓扑，请参考应用指南AN-0901 /5/。

描述与应用手册

2SP0325V并联

2SP0325V驱动器直接并联需要足够的解耦输出电感来补偿时间公差。

参考文献

- /1/ Paper: Smart Power Chip Tuning, Bodo's Power Systems, May 2007
- /2/ "Description and Application Manual for SCALE™ Drivers", CONCEPT
- /3/ Data sheets SCALE™-2 plug-and-play driver 2SP0325x2xx-xxx, CONCEPT
- /4/ Paper: Advantages of Advanced Active Clamping, Power Electronics Europe, Nov/Dec 2009
- /5/ Application Note AN-0901: Methodology for Controlling Multi-Level Converter Topologies with SCALE™-2 IGBT Drivers, CONCEPT

注：本应用指南可从以下网址获得：www.igbt-driver.com/go/app-note，论文请见www.IGBT-Driver.com/go/paper

信息源：SCALE-2驱动器数据手册

对于几乎所有的应用需求，CONCEPT都能为功率MOSFET和IGBT提供最齐全的门极驱动器选择。我们的网站是最大的门极驱动电路网站，包含所有数据手册、应用指南和手册、技术信息以及支持部分：www.IGBT-Driver.com

特殊要求：定制SCALE-2驱动器

如果您在我们的交付范围中未找到自己需要的IGBT驱动器，请直接联系CONCEPT或您的CONCEPT销售合作伙伴。CONCEPT在MOSFET和IGBT的智能门极驱动器的研发和生产领域拥有超过25年的经验，并且我们已经有了大批客户定制的解决方案。

技术支持

CONCEPT为您提供专家级的帮助：

www.IGBT-Driver.com/go/support

质量

为客户提供高质量的产品是CT-Concept Technologie GmbH的核心使命之一。我们的质量管理体系覆盖产品开发、生产直至交付的所有阶段。SCALE-2系列驱动器的生产符合ISO9001:2000质量标准。

描述与应用手册

法律免责声明

本数据手册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。

CT-Concept Technologie GmbH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CT-Concept Technologie GmbH的一般交付条款和条件。

描述与应用手册

订购信息

请参阅www.IGBT-Driver.com/go/2SP0325上的最新列表

驱动器命名规则请参考：www.IGBT-Driver.com/go/nomenclature

适用CT-Concept Technologie GmbH的一般交付条款和条件。

其他产品的信息**对于针对其他高压或大功率IGBT模块进行过修改的驱动器**

链接：www.IGBT-Driver.com/go/plug-and-play

对于其他驱动器、评估系统产品文档和应用支持

请点击：www.IGBT-Driver.com

生产厂商

CT-Concept Technologie GmbH
Power Integrations旗下子公司
Johann-Renfer-Strasse 15
2504 Biel-Bienne
Switzerland (瑞士)

电话 +41 - 32 - 344 47 47

传真 +41 - 32 - 344 47 40

电子邮件 Info@IGBT-Driver.com

网站 www.IGBT-Driver.com

中文技术支持：
瑞士CT-Concept Technologie Ltd. 深圳代表处

400电话： +86 - 400 - 0755- 669

技术支持邮件： Support.China@IGBT-Driver.com

© 2012...2013 CT-Concept Technologie GmbH - Switzerland.

我们保留在不作预先通知的情况下作任何技术改动的权利。

版权所有。

2014-03-17 2.0版