

## 2SP0320V和2SP0320S 描述与应用手册

用于PrimePACK™ IGBT模块的光纤接口驱动器解决方案，支持2电平、3电平和多电平拓扑及并联应用

### 摘要

2SP0320V和2SP0320S是配有光纤接口的双通道驱动器：

- 2SP0320V配备通用光纤接口(AVAGO HFBR-x522)
- 2SP0320S配备ST光纤接口(AVAGO HFBR-x412Z)

该驱动器基于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PrimePACK™ 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 2SP0320V用螺丝固定到PrimePACK™ IGBT模块上

PrimePACK是Infineon Technologies AG, Munich的商标

## 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.....	7
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.....	8
SO (原方电源状态输出).....	8
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.....	10
2SP0320V 和 2SP0320S SCALE-2 驱动器的工作原理.....	11
概述.....	11
电源及电气隔离.....	11
电源监控.....	12
V <sub>ce</sub> 检测/短路保护.....	12
IGBT 的动态行为.....	13
IGBT 开通/二极管换流.....	13
IGBT 关断.....	13
高级有源钳位.....	13
2SP0320V 和 2SP0320S 并联.....	15
三电平和多电平拓扑.....	15
dV/dt 反馈.....	15
低杂散电感结构要求.....	15
牵引或类似应用的更高要求.....	16
参考文献.....	16

信息源: <b>SCALE-2</b> 驱动器数据手册.....	17
特殊要求: 定制 <b>SCALE-2</b> 驱动器 .....	17
技术支持.....	17
质量.....	17
法律免责声明 .....	17
订购信息.....	17
其他产品的信息 .....	17
生产厂商.....	18

## 描述与应用手册

## 系统概述

2SP0320V和2SP0320S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芯片组技术/2/基础上的进一步开发。

图2中显示2SP0320V和2SP0320S驱动器的基本框图。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/。

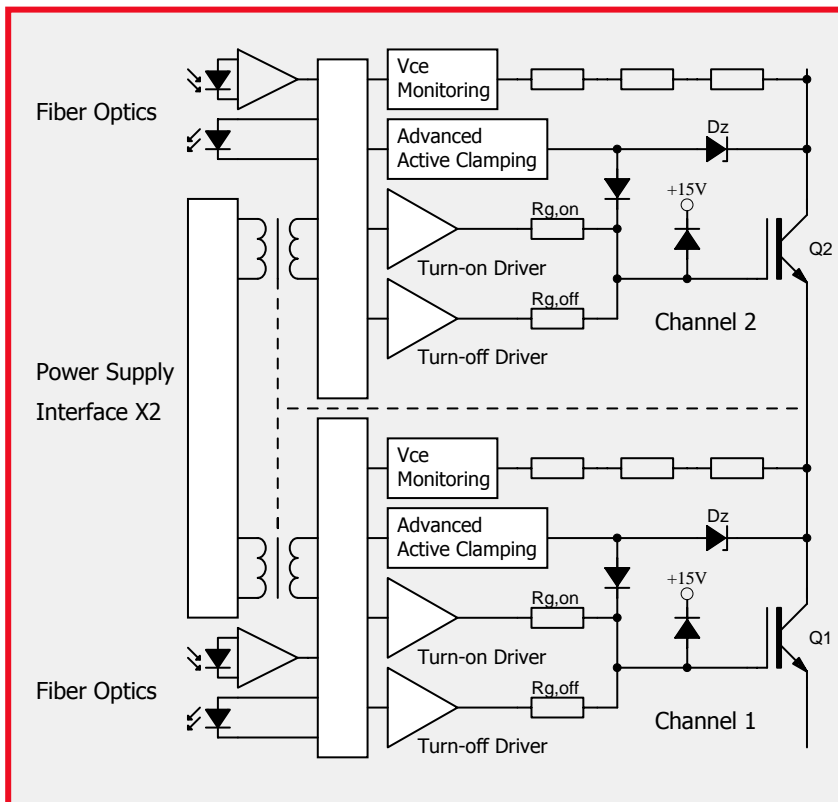


图2 2SP0320V和2SP0320S驱动器的基本原理图

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）、Vce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Vce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。

## 使用方法

下面的步骤介绍在功率变换器中使用2SP0320V和2SP0320S驱动器的简便方法:

### 1. 选择合适的驱动器

应用2SP0320V或2SP0320S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。

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。

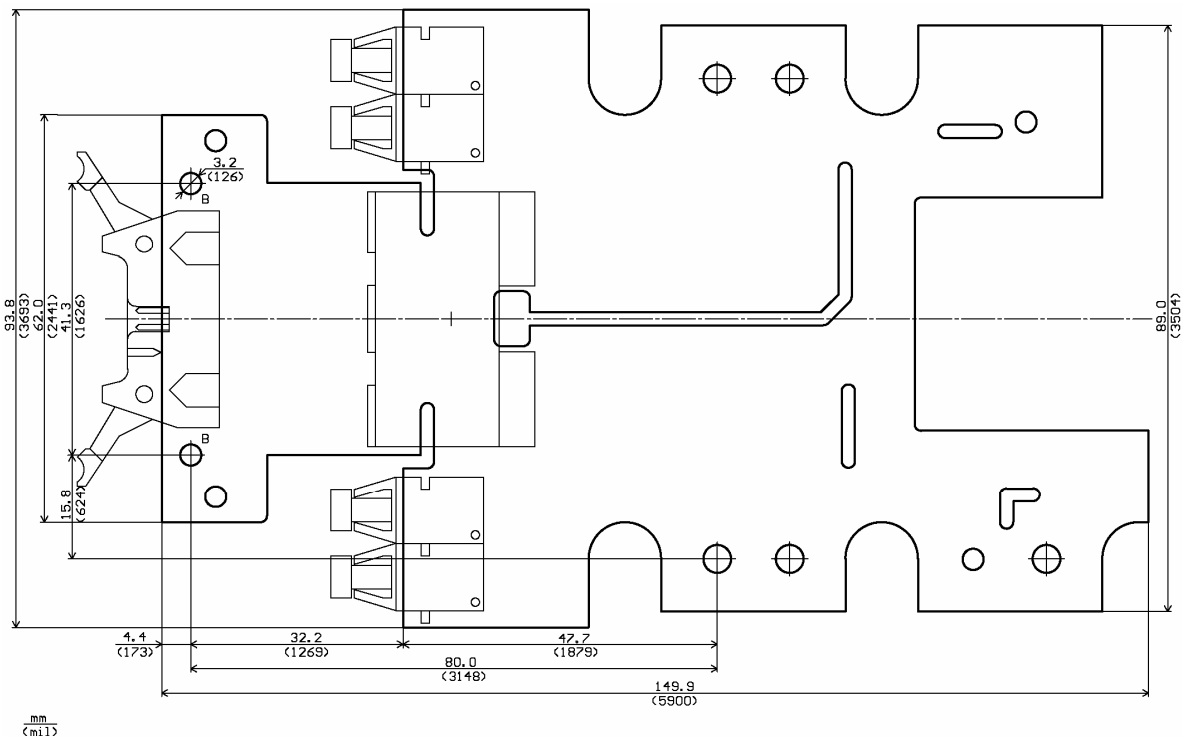
描述与应用手册

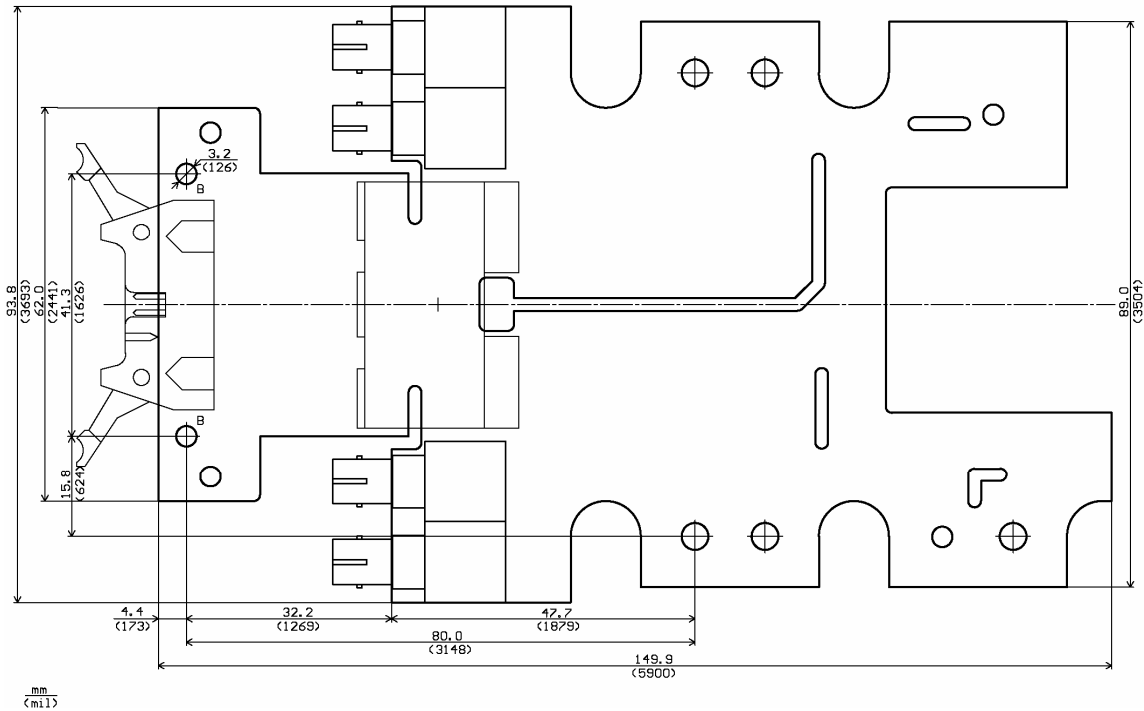


注意：所有高压操作都有危及生命的风险。

必须遵守相应的安全法规！

机械尺寸





最大驱动器高度：从底层测得的值为18mm

孔B：固定孔

驱动器上的连接器：FCI提供的71922-110LF，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 3 2SP0320V (上图) 和2SP0320S (下图) 机械尺寸

### 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	用于原方供电电源+15V	8	GND	接地端
9	VCC	用于原方供电电源+15V	10	GND	接地端

## 连接器X2的推荐接口电路

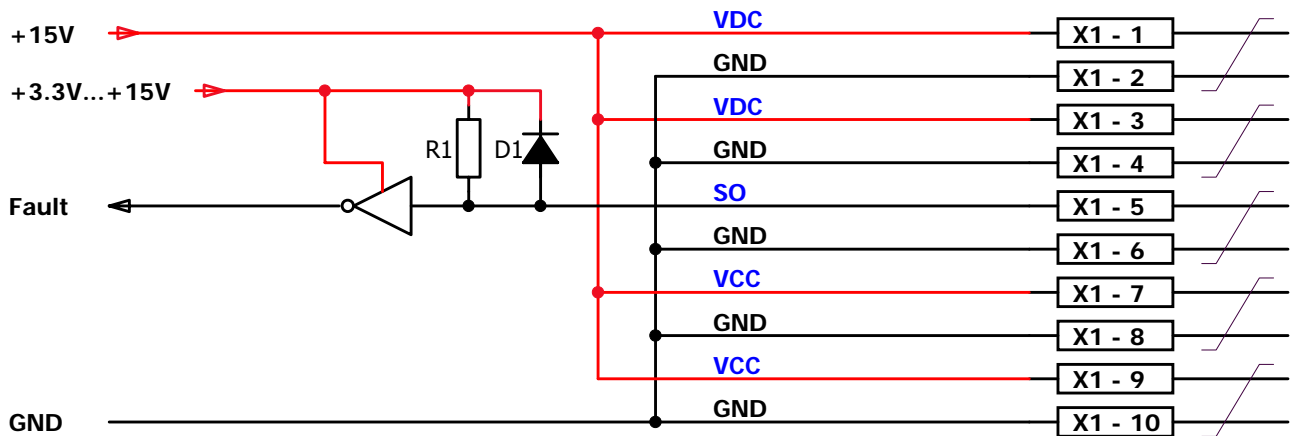


图4 2SP0320V和2SP0320S用户接口推荐电路

## 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。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2SP0320V和2SP0320S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。

## 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 $2 \times 3W = 6W$ ，因此从+15V电源获得的最大输入电流大约为0.6A（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 $\mu$ 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）。

二极管D1必须为肖特基二极管，在3.3V逻辑电平下必须使用该二极管。而在5V...15V逻辑电平下，可以省略这两个二极管。



在故障状态下，最大SO电流不应超过驱动器数据手册/3/中规定的值。

请注意，SO输出在电源欠压故障消失大约90ms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，2SP0320V和2SP0320S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700ns）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5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。

图6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11μs）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1.4μs，驱动器将IGBT关闭。此1.4μs延迟是为了让用户能够在3电平或多电平拓扑中使用2SP0320V和2SP0320S驱动器（请参阅第15页的“三电平和多电平拓扑”）。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。

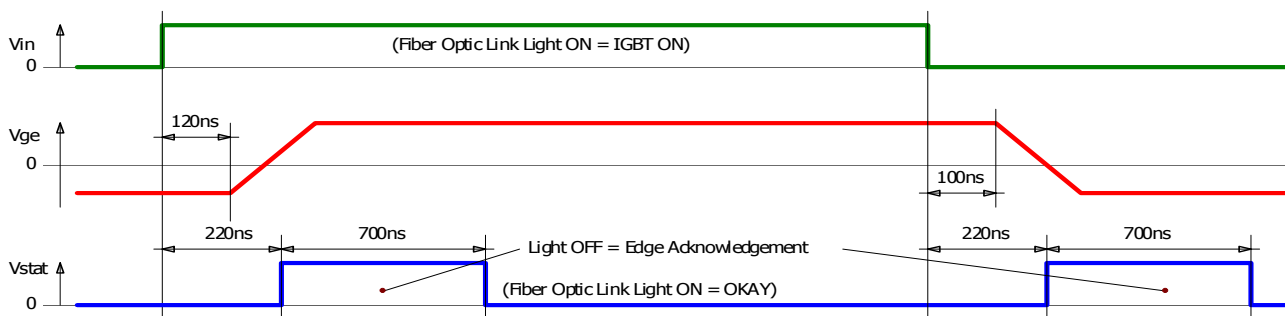


图 5 正常工作中的驱动器行为和状态反馈

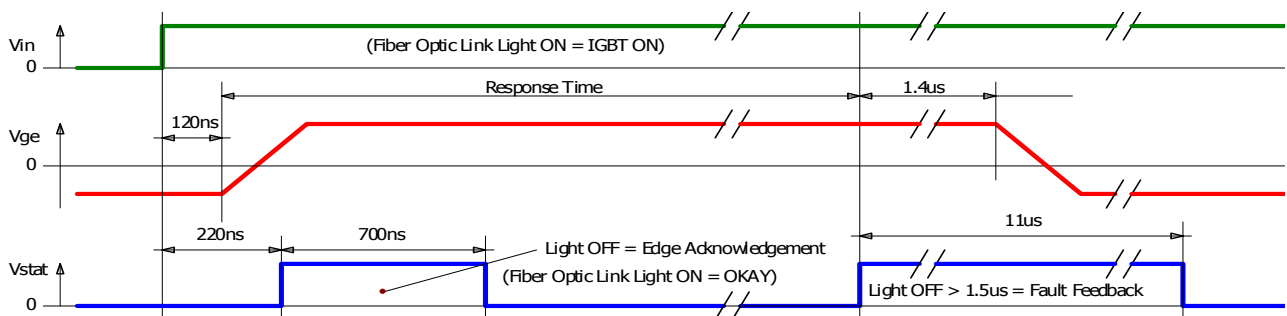


图 6 短路条件下的驱动器行为和状态反馈

描述与应用手册

如果发生副方电源欠压故障，驱动器的响应基本上与图6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**

光纤接口可使用两个版本（请参阅相关的数据手册/3/）：“通用”光纤接口(2SP0320V)和“ST”光纤接口(2SP0320S)。另请参考图3。

图7 (2SP0320V)和图8 (2SP0320S)中分别给出两种光纤接口的推荐电路。

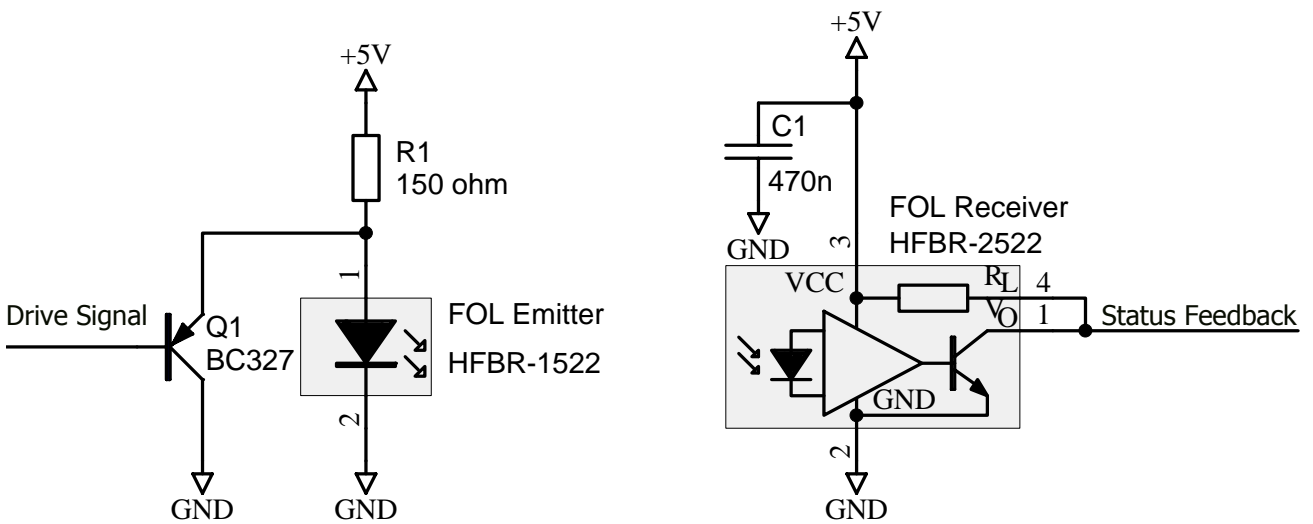


图7 “通用”光纤接口的推荐电路(2SP0320V)

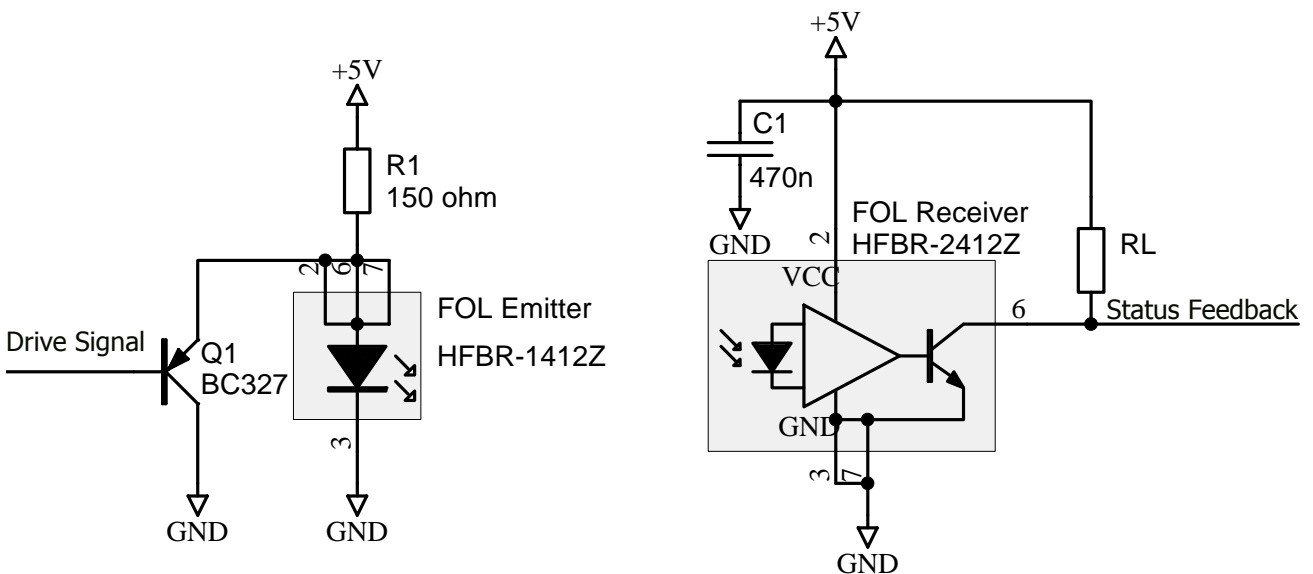


图8 “ST”光纤接口的推荐电路(2SP0320S)



## 描述与应用手册

请注意，驱动器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。

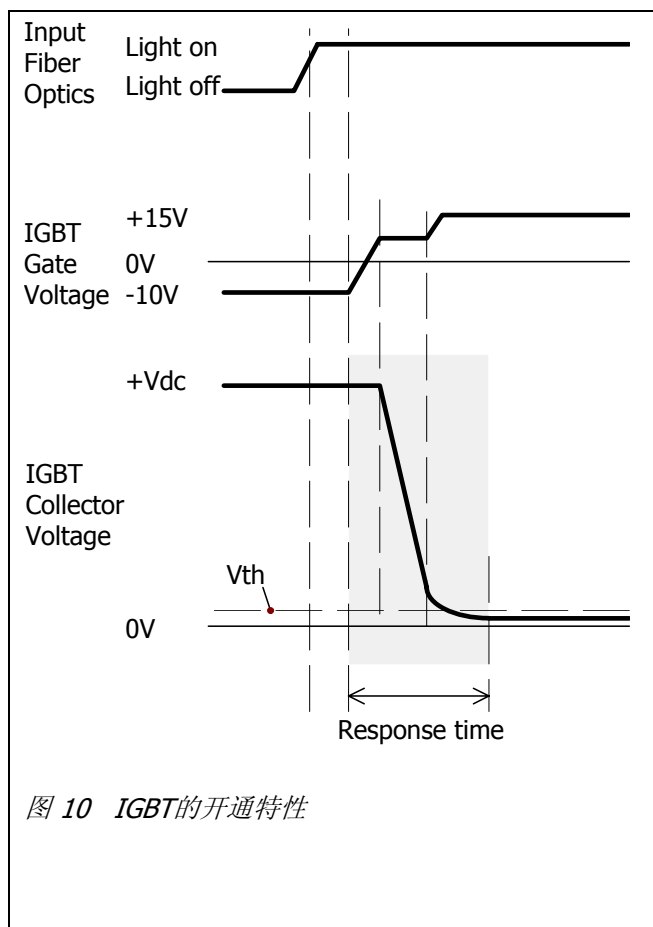
 $V_{ce}$  检测/短路保护

图9所示为2SP0320V和2SP0320S 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 $V_{th}$ ，驱动器将判断为IGBT短路，并立即将故障信号发送到相应的光纤状态反馈端。在经过附加延迟时间后，关断相应的IGBT。此延迟是为了让用户能够在3电平或多电平拓扑中使用2SP0320V和2SP0320S驱动器。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550V时，响应时间会升高。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和制造商，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。

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即插即用驱动器提供了高级有源钳位功能。

此外，2SP0320V和2SP0320S驱动器具有可选的dV/dt反馈功能，可降低关断时过高的dV/dt。有源钳位和dV/dt反馈如下所述。

---

## 高级有源钳位

---

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。2SP0320V和2SP0320S SCALE-2驱动器支持CONCEPT的高级有源钳位，基于此原理：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。这种特性主要集成在副方ASIC中。电路如图7所示。

描述与应用手册

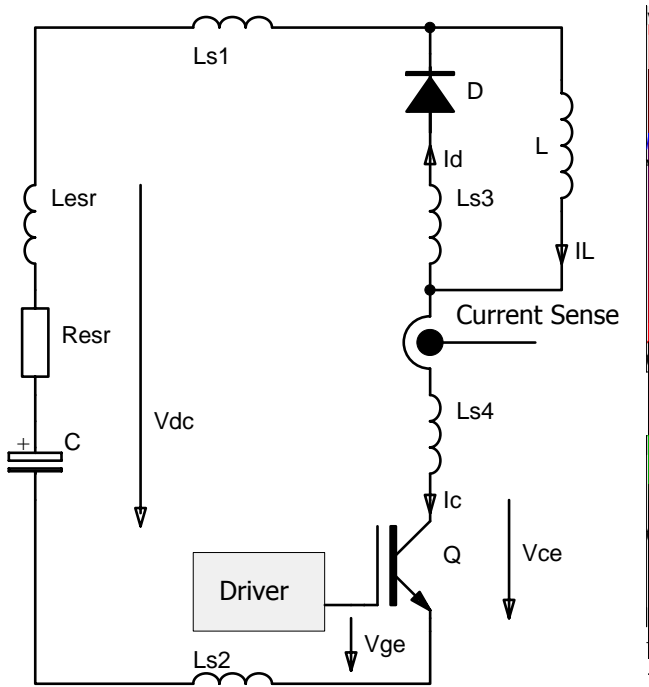


图 11 测试电路（左）和典型开关行为（右）

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 = 集电极最高电压
- t4 = IGBT截止，拖尾电流起点
- t5 = 拖尾电流终点

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，并减少开关损耗，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。如需了解关于最大允许直流母线电压的信息，请参考驱动器数据手册/3/。

图12显示使用2SP0320V或2SP0320S驱动器控制1400A/1200V IGBT模块的典型关断过程。

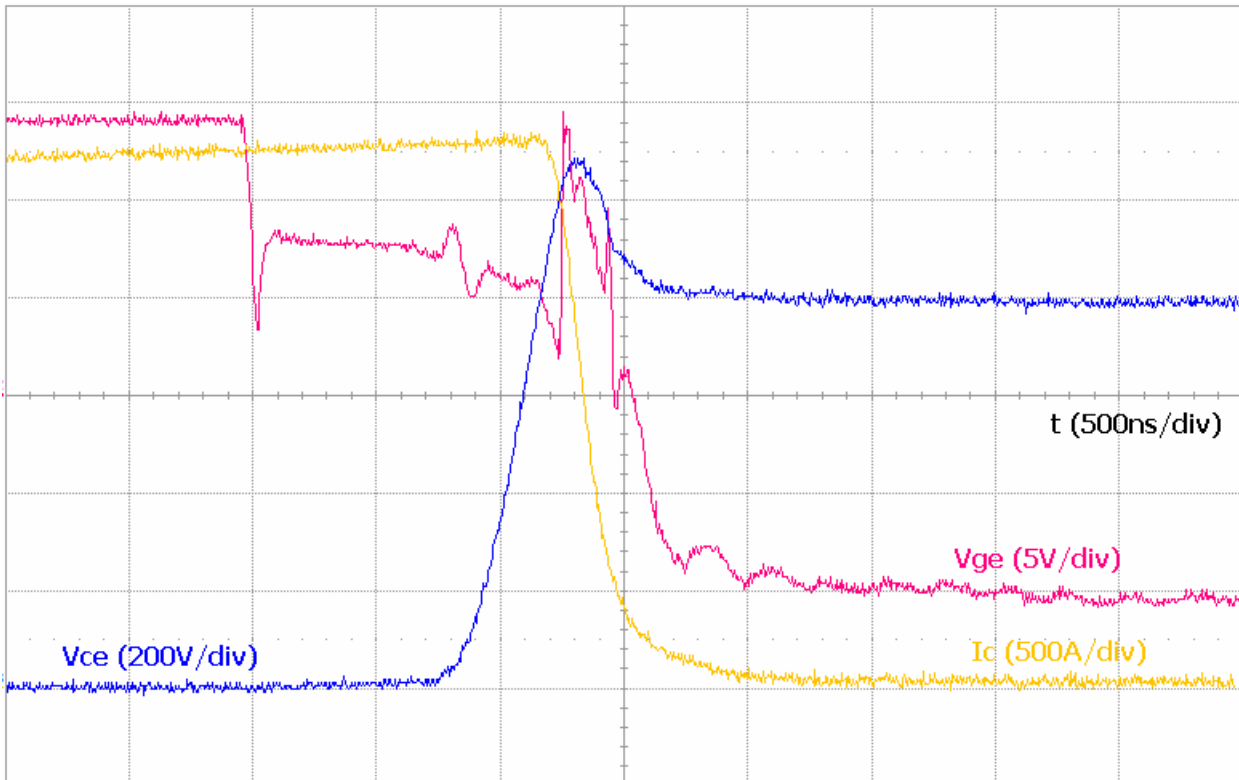


图 12 直流母线电压为800V、集电极电流为2800A（额定集电极电流的两倍）时的1400A/1200V IGBT模块关断行为

### 2SP0320V和2SP0320S并联

2SP0320V和2SP0320S不适合用于并联电路，因为使用光纤接口时驱动器之间的延迟差异以及抖动太高。2SP0320T2（变压器接口）可用于驱动并联的IGBT模块。

### 三电平和多电平拓扑

如果要将2SP0320V和2SP0320S驱动器用于三电平或多电平拓扑，请参阅[www.IGBT-Driver.com/go/app-note](http://www.IGBT-Driver.com/go/app-note)上的应用指南AN-0901。

### dV/dt反馈

2SP0320V和2SP0320S驱动器系列选配的dV/dt反馈，可在IGBT关断期间降低过高的dV/dt。这种特性可用于降低关断过压并/或允许更高的直流母线电压。如需关于此特性的更多信息，请咨询CONCEPT技术支持部门。

### 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2SP0320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40nH...70nH。

## 描述与应用手册

## 牵引或类似应用的更高要求

电源接口X2提供机械互锁装置。

将驱动器板用螺丝支柱固定到散热器上，可提高2SP0320V SCALE-2驱动器承受震动的能力（请参考图13）。

此外，可提供互锁型的光纤接口（请参考图13），也可提供ST光纤接口(2SP0320S)。如需光纤接口链路的信息，请参考数据手册/3/。

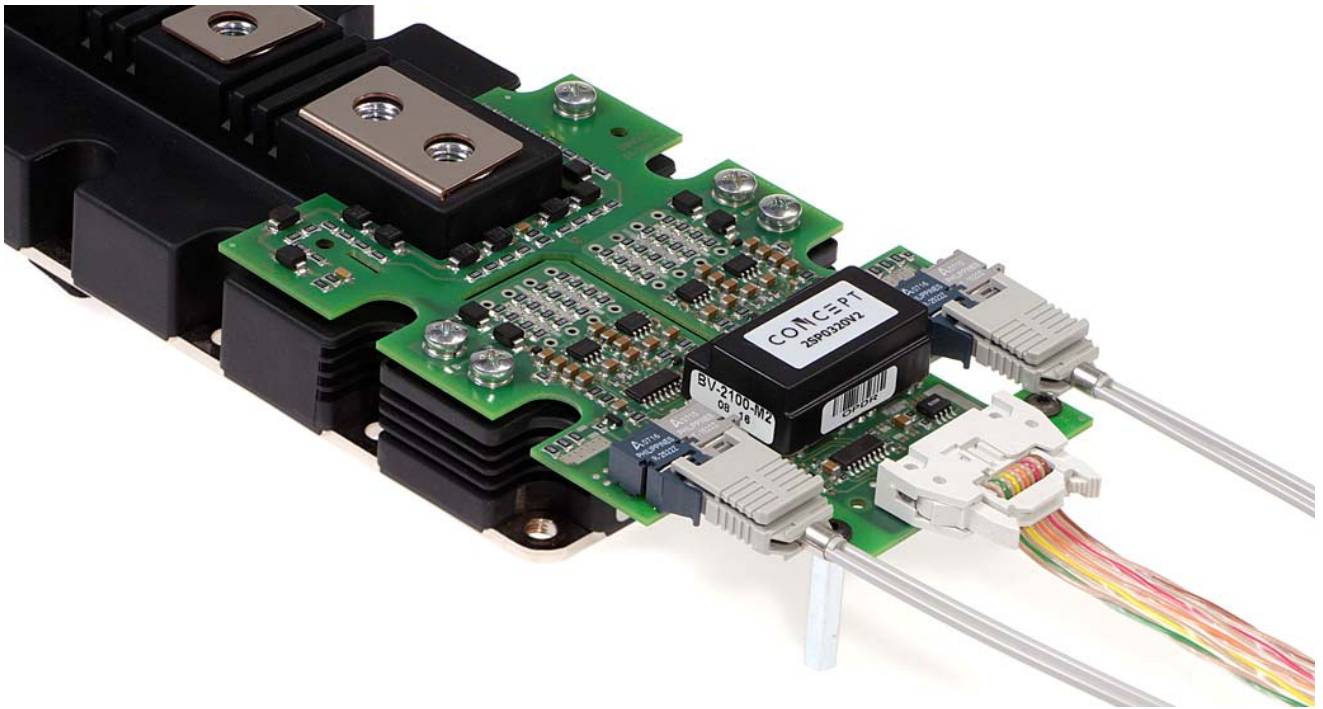


图 13 固定驱动器和电源电缆以及相关类型的2SP0320V互锁光纤接口的附加措施

## 参考文献

- /1/ "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 2SP0320x2xx-xxx, CONCEPT
- /4/ "Driver Solutions for High-Voltage IGBTs", PCIM Europe Magazine, April 2002

注：这些文档可从以下网站获得：[www.IGBT-Driver.com/go/papers](http://www.IGBT-Driver.com/go/papers)



**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](http://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](http://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。

**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。

**订购信息**

请参阅[www.IGBT-Driver.com/go/2SP0320](http://www.IGBT-Driver.com/go/2SP0320)上的最新列表

驱动器命名规则请参考：[www.IGBT-Driver.com/go/nomenclature](http://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](http://www.IGBT-Driver.com/go/plug-and-play)

---

描述与应用手册

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](http://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](mailto:Info@IGBT-Driver.com)  
网站           [www.IGBT-Driver.com](http://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](mailto:Support.China@IGBT-Driver.com)

© 2009...2012 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。  
2010-11-23版