2SC0435T描述与应用手册

双通道、大功率、低成本的SCALE-2驱动核

摘要

新型SCALE™-2双通道驱动核2SC0435T集低成本、超紧凑于一身，而且有广泛的应用范围。该驱动器专门为要求高可靠性的应用领域而设计。2SC0435T可以驱动1700V以内的所有常见大功率IGBT模块。这款驱动器支持多个驱动器直接并联，使其能够很容易地实现大功率的逆变器设计，并可支持多电平拓扑应用。

2SC0435T是目前工业应用中该功率范围内最紧凑的驱动核，尺寸仅有57.2 x 51.6mm，最大高度为20.5mm。这使其即使在最狭窄的空间也仍能有效应用。

图1　2SC0435T驱动核

目录

摘要 **1**

目录 **2**

驱动器概述 **4**

机械尺寸 **5**

管脚定义 **7**

原方接口的推荐电路 **8**

原方接口电路描述 **8**

概述 8

VCC 端子 8

VDC 端子 9

MOD（模式选择） 9

INA、INB（驱动输入端，例如 PWM 信号） 10

SO1、SO2（状态输出） 10

TB（阻断时间 T_b 设定端） 10

副方接口的推荐电路 **11**

副方接口电路描述 **11**

概述 11

DC/DC 输出(VISOx)、发射极(VEx)和 COMx 端子 12

参考端子(REFx) 12

集电极电位检测端子(VCEx) 12

有源钳位(ACLx) 12

门极开通(GHx)和门极关断(GLx)端子 13

2SC0435T SCALE-2 驱动器的详细工作原理 **14**

电源及电气隔离 14

电源监控 14

IGBT 和 MOSFET 工作模式 14

V_{ce} 检测/短路保护 15

使用二极管检测 IGBT 退饱和进行短路保护 16
2SC0435T 并联 16
三电平或多电平拓扑 16
2SC0435T 的附加应用支持 16
参考文献 16
信息源：SCALE-2 驱动器数据手册 17
特殊要求：定制 SCALE-2 驱动器 17
技术支持 17
质量 17
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

驱动器概述

2SC0435T装备了CONCEPT公司最新的SCALE-2芯片组/1/。SCALE-2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。

2SC0435T的目标市场是中等功率、双通道的IGBT和MOSFET应用。该驱动器支持的开关频率高达100kHz，效率一流。2SC0435T包含完整的双通道IGBT驱动核，具备隔离的DC/DC电源、短路保护、高级有源钳位和电源电压监控功能。

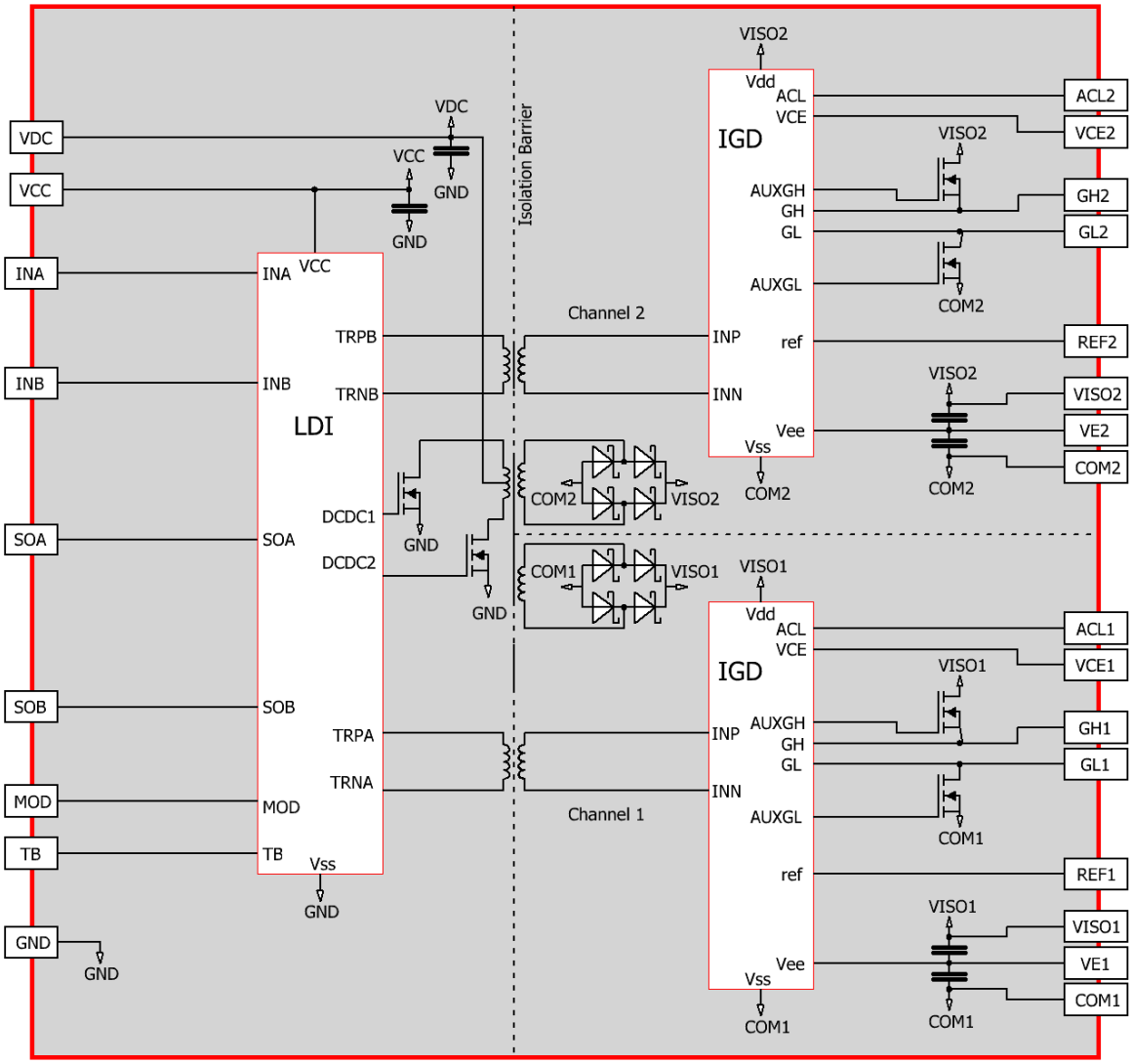

图2　2SC0435T驱动核内部框图

机械尺寸

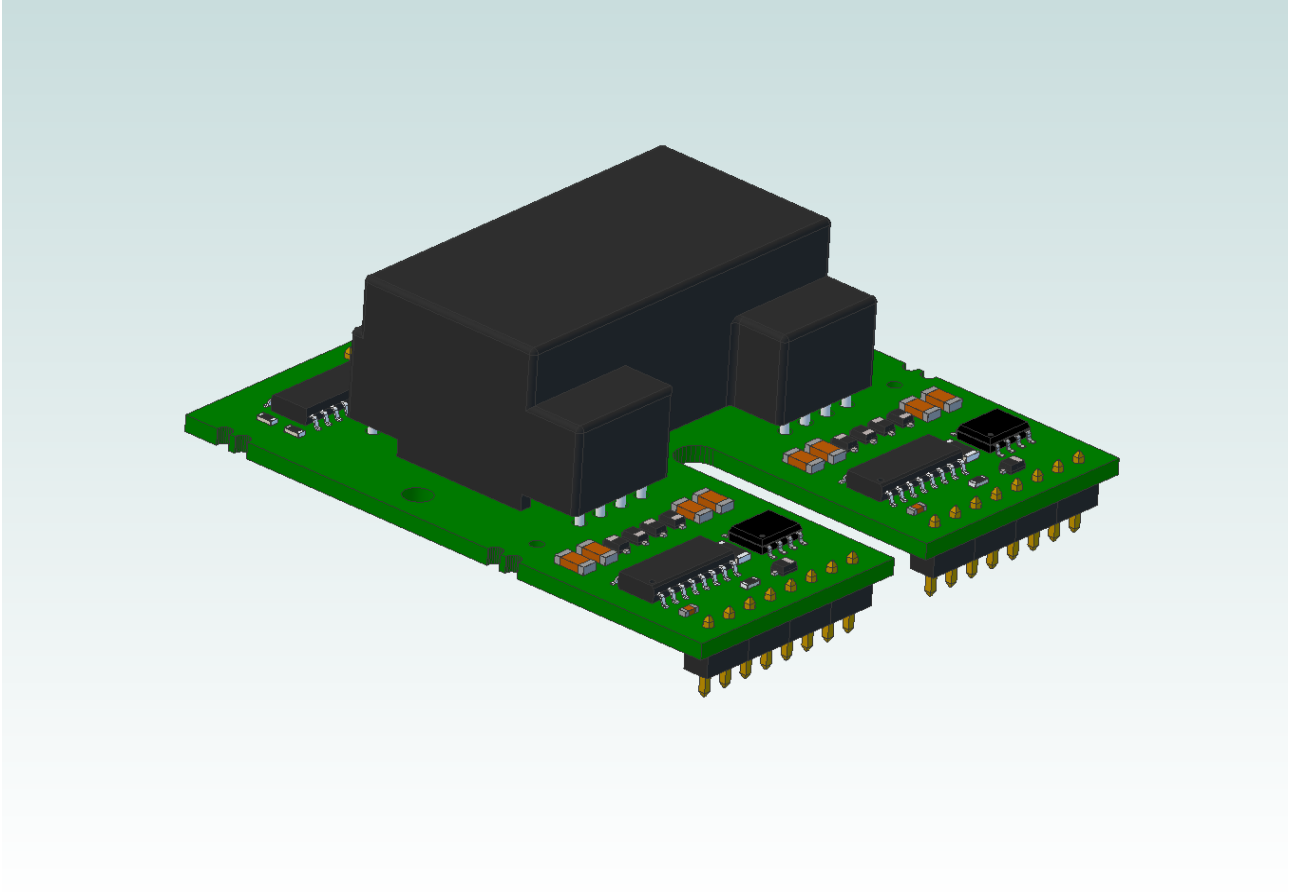

图3　2SC0435T2Ax-17的3D图

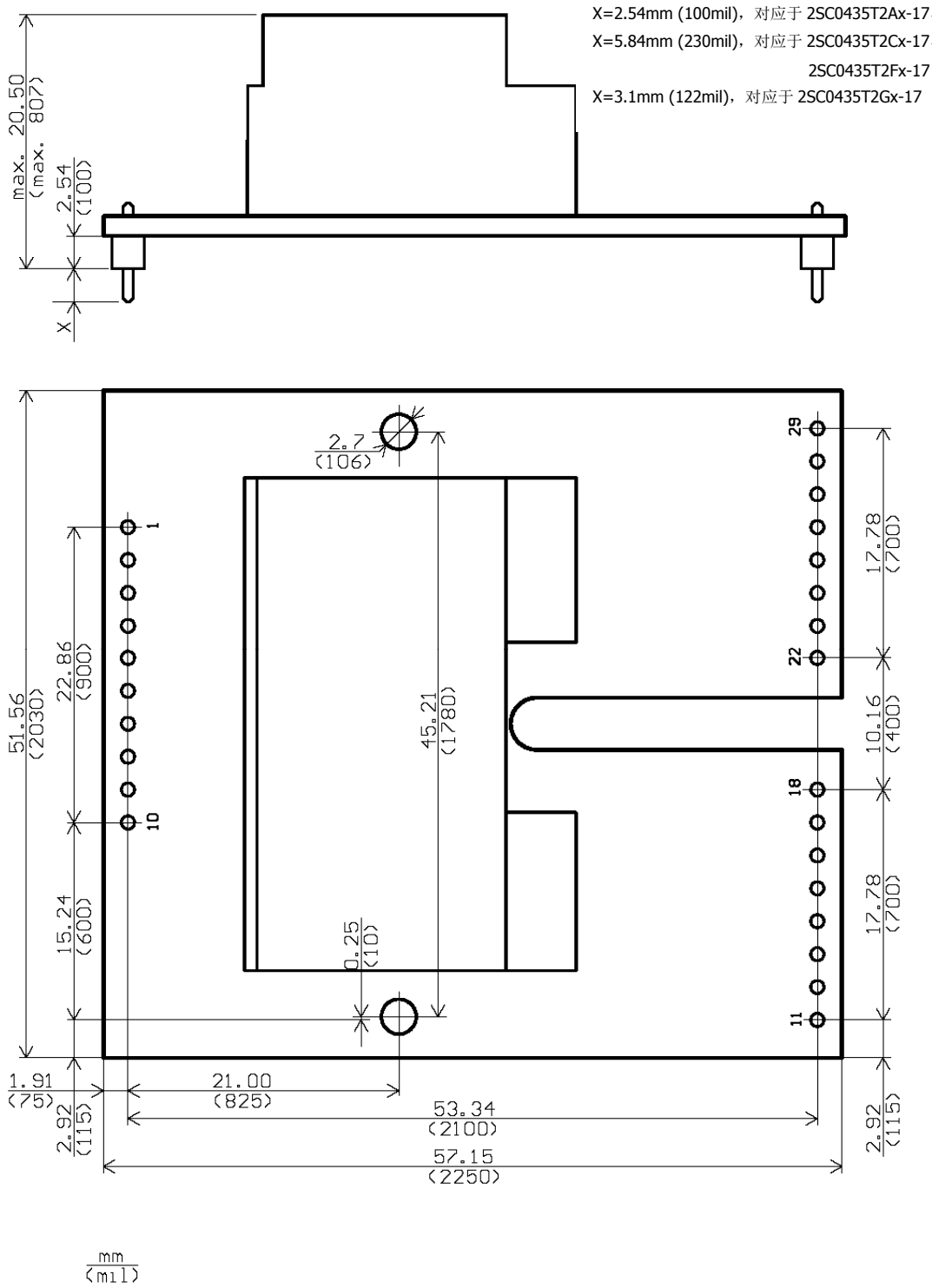

图4　2SC0435T机械图

原方及副方的管脚的间距为2.54mm（100mil），管脚的横截面尺寸为0.64mm×0.64mm。板子的外形尺寸为57.2mmx51.6mm。从管脚座底端至驱动器最顶端测得的整体高度最大为20.5mm（详见上图所示）。

推荐的焊盘直径：Ø 2mm (79 mil)
推荐的焊孔直径：Ø 1mm (39 mil)

管脚定义

管脚编号和名称	功能
原方	
1 VDC	DC/DC变换器供电电源
2 SO1	通道1状态输出；正常时为高阻，故障时下拉到低
3 SO2	通道2状态输出；正常时为高阻，故障时下拉到低
4 MOD	模式选择（直接/半桥模式）
5 TB	设置阻断时间
6 VCC	电源电压；原方的15V电源
7 GND	接地端
8 INA	信号输入A；参考GND的同相输入
9 INB	信号输入B；参考GND的同相输入
10 GND	接地端
副方	
11 ACL1	通道1有源钳位反馈端；如果不使用则悬空
12 VCE1	通道1 V_{ce}检测；通过电阻网络连接到IGBT集电极
13 REF1	设置通道1的V_{ce}检测阈值；连接电阻至VE1
14 COM1	通道1副方接地
15 VE1	通道1发射极；连接到功率器件的（辅助）发射极
16 VISO1	通道1 DC/DC输出
17 GH1	通道1门极开通管脚；通过开通电阻将门极拉高
18 GL1	通道1门极关断管脚；通过关断电阻将门极拉低
19 空脚	
20 空脚	
21 空脚	
22 ACL2	通道2有源钳位反馈端；如果不使用则悬空
23 VCE2	通道2 V_{ce}检测；通过电阻网络连接到IGBT集电极
24 REF2	设置通道2的V_{ce}检测阈值；连接电阻至VE2
25 COM2	通道2副方接地
26 VE2	通道2发射极；连接到功率器件的（辅助）发射极
27 VISO2	通道2 DC/DC输出
28 GH2	通道2门极开通管脚；通过开通电阻将门极拉高
29 GL2	通道2门极关断管脚；通过关断电阻将门极拉低

注："空脚"所表示的管脚实际上是不存在的。

原方接口的推荐电路

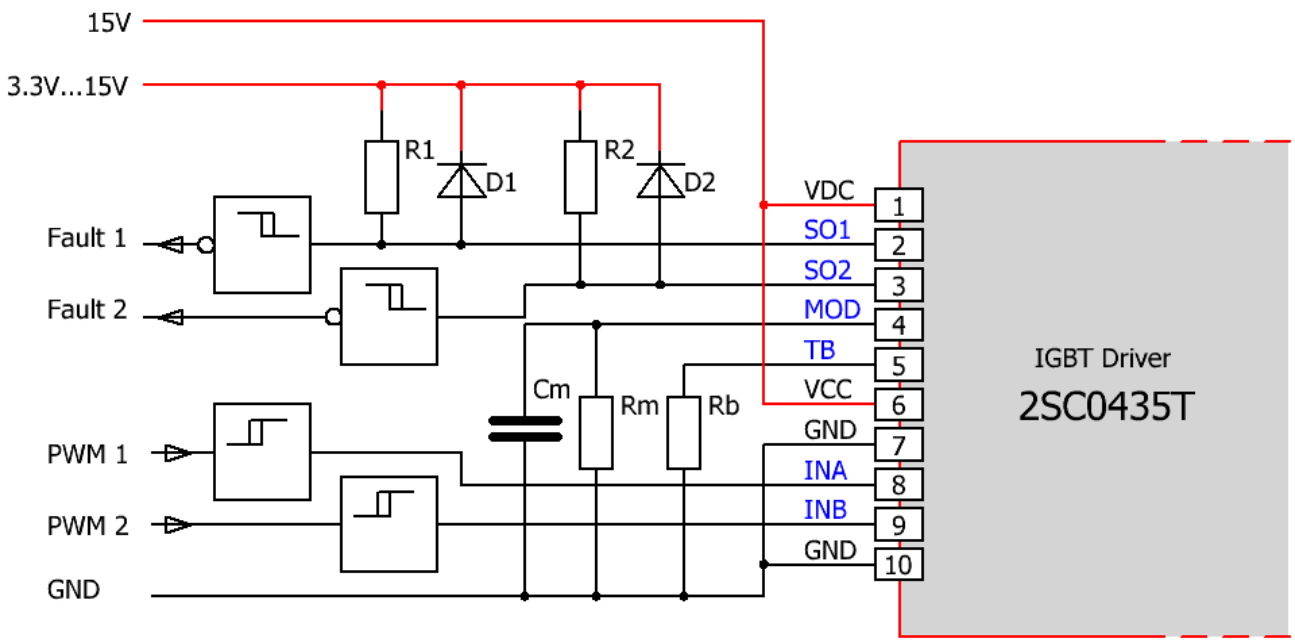

图5　2SC0435T原方用户接口推荐电路

两个接地管脚必须连接在一起，且连接线寄生电感要低。强烈建议使用公用接地层或较宽的PCB连接线。两个接地管脚之间的连接距离必须保持最小。

原方接口电路描述

概述

驱动器2SC0435T的原方接口电路非常简单且容易使用。

驱动器原方配有一个10针接口端子：

- 2 x 电源端子
- 2 x 驱动信号输入端
- 2 x 状态输出端（故障信号反馈）
- 1 x 模式选择输入端（半桥模式/直接模式）
- 1 x 设置阻断时间的输入端

所有输入和输出端都具有静电防护功能。并且，所有的数字信号输入端都有施密特特性。

VCC端子

该驱动器在接口处有1个VCC端子，用于向原方电子元件提供15V电压。

VDC端子

驱动器在接口处有一个VDC端子，用于向DC-DC电源供电。

应向VDC提供15V的电压。建议将VCC和VDC端子连接到公用15V电源。在这种情况下，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。

MOD（模式选择）

通过MOD输入端可以选择工作模式，方法是通过一个电阻将其连接到GND。

直接模式

如果MOD输入端连接到GND，则选择了直接模式。在这种模式下，两个通道之间相互独立，互不影响。输入INA直接影响通道1，而输入INB影响通道2。输入端（INA或INB）的高电平总是开通对应的IGBT。在半桥拓扑中，只有当控制电路产生了足够的死区时间，可使每个IGBT都安全接收其各自的驱动信号时，才能选择此模式。

注意：半桥的两个开关管同时导通或导通时间重叠会导致直流母线短路。

半桥模式

如果通过一个72k<R_m<181k的电阻将MOD输入端接到GND，则选择了半桥模式，在这种模式下，输入端INA和INB的功能分别为：INA是驱动信号输入端，INB充当使能信号输入端（请参考图6）。建议给R_m并联一个电容C_m=22nF，以减小INA在上升沿和下降沿分别产生的死区时间的抖动。

当输入端INB为低电平时，两个通道都会被关断。如果电平升高，则两个通道都被使能，并采用输入端INA上的信号。当INA由低变高时，通道2的门极信号立即关断，再经过死区时间T_d后，通道1的门极开通。

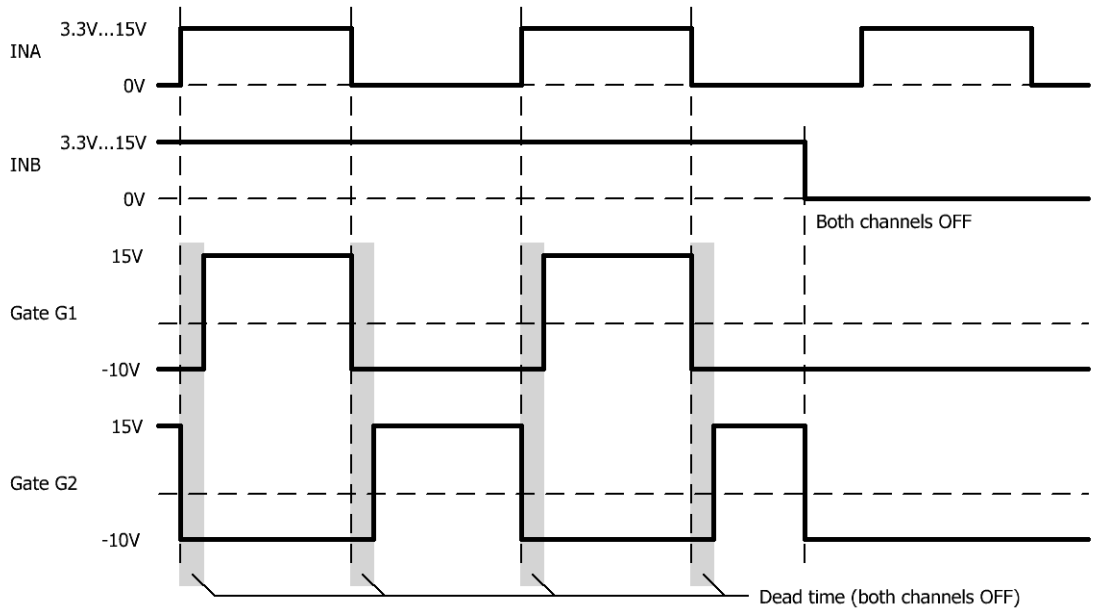

图6　半桥模式中的信号

死区时间T_d的值由电阻R_m的值决定，根据下面的公式（典型值）：

$R_m[k\Omega]=31.5\cdot T_d[\mu s]+52.7$ 0.6μs<T_d<4.1μs，72kΩ<R_m<181kΩ

请注意，死区时间可能因样品而异。公差可能约为±20%。如果要求达到较高的时间精度，CONCEPT推荐使用直接模式并从外部产生死区时间（请参考应用指南AN-1101 /4/）。

INA、INB（驱动输入端，例如PWM信号）

INA和INB通常是驱动输入端，但是它们的功能取决于MOD输入端（见上文）。它们可以有效地识别出3.3V到15V之间的所有逻辑电平信号。这两个输入端具备施密特特性（请参考驱动器数据手册/3/）。INA或INB输入信号的任何跳沿都可以触发驱动器动作。

SO1、SO2（状态输出）

输出端SOx为晶体管漏极开路形式。未检测到故障时，输出为高阻抗。当SOx输出端悬空时，将会有一个500μA的内部电流源将其电压拉到大约4V。当检测到故障时（原方电源欠压、副方电源欠压、IGBT短路或过流），对应的状态输出端SOx被拉到低电平（连接到GND）。

D_1和D_2必须为肖特基二极管，在3.3V逻辑电平下必须使用这两个二极管。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SOx电流不得超过驱动器数据手册/3/中规定的值。

两个SOx输出端可以连接在一起，以提供公共故障信号（例如，同一相）。但是，推荐使用单独的故障信号以便快速精确地诊断故障。

如何处理状态信息

a) 当驱动器副方发生故障时（例如IGBT模块短路或副方电源欠压），故障信号会立即送到对应的SOx输出端。从这个时刻算起，在经过阻断时间T_b后，SOx会自动复位（回到高阻态），TB的设置请参考下文。

b) 原方电源欠压时，两个SOx输出端都会报错。当原方电源欠压消失后，两个SOx输出自动复位（恢复到高阻抗状态）。

TB（阻断时间T_b设定端）

在TB端子与GND之间连接一个电阻R_b，可以设定阻断时间（请参考图5）。下面的等式计算管脚TB和GND之间所连接的R_b的值，以设定所需的阻断时间T_b（典型值）：

$R_b[k\Omega]=1.0\cdot T_b[ms]+51$ 20ms<T_b<130ms，71kΩ<R_b<181kΩ

选择R_b=0Ω，也可将阻断时间设置为最小值9μs（典型值）。TB端子不能悬空。

注：也可在TB上施加一个稳定的电压来设定阻断时间。下面的等式用于计算TB和GND之间的电压V_b，以设定所需的阻断时间T_b（典型值）：

$V_b[V]=0.02\cdot T_b[ms]+1.02$ 20ms<T_b<130ms，1.42<V_b<3.62V

副方接口的推荐电路

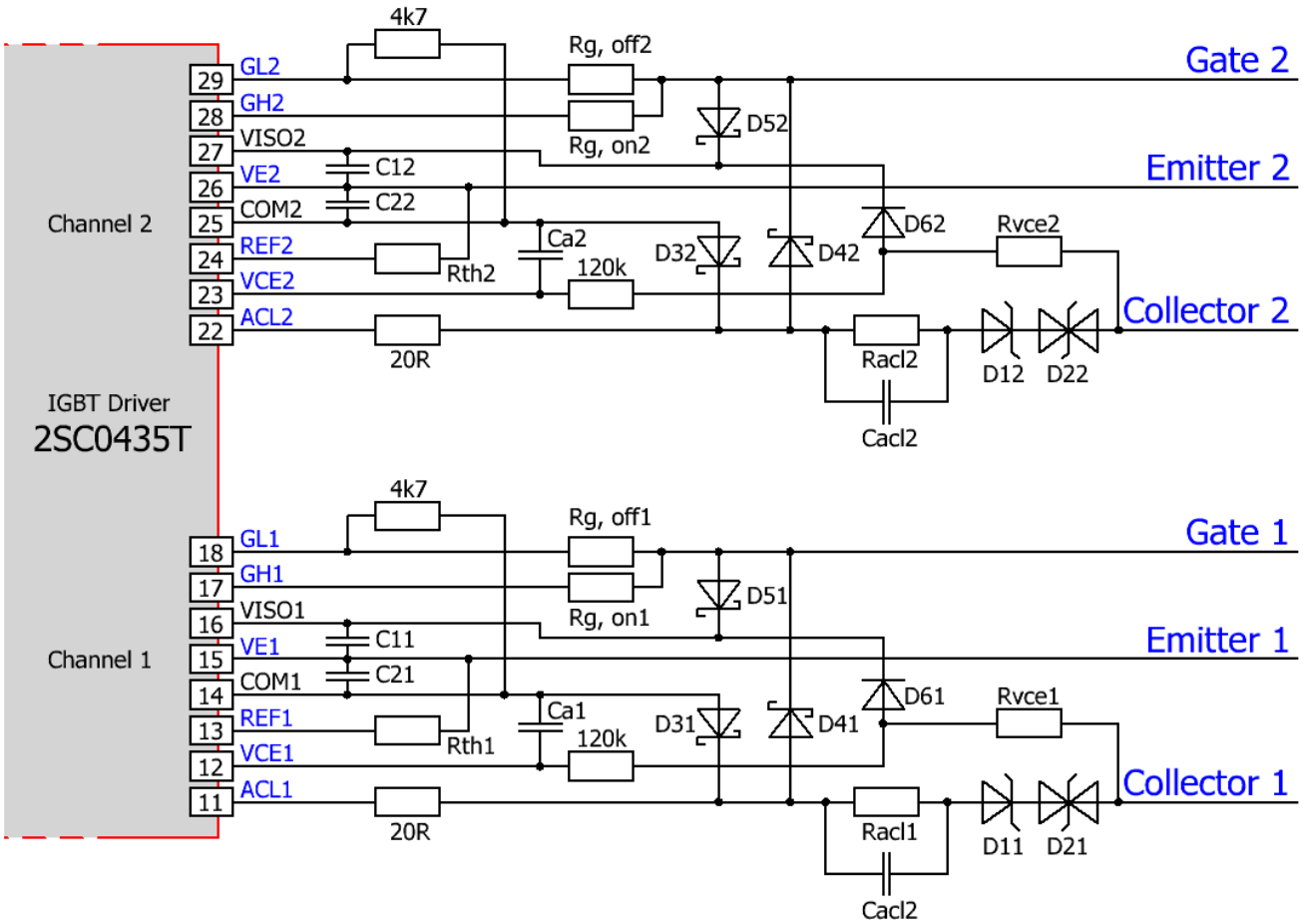

图7　2SC0435T副方用户接口推荐电路（具备高级有源钳位功能）

副方接口电路描述

概述

每个驱动器的副方（驱动器通道）配有一个8针接口端子（x代表通道的编号1或2）：

- 1 x DC/DC输出端子VISOx
- 1 x 发射极端子VEx
- 1 x 参考端子REFx（用于过流或短路保护）
- 1 x 集电极电位检测端子VCEx
- 1 x 有源钳位端子ACLx
- 1 x 开通门极端子GHx
- 1 x 关断门极端子GLx

所有输入和输出端都具有静电防护功能。

DC/DC输出(VISOx)、发射极(VEx)和COMx端子

驱动器在DC/DC电源的副方配有支撑电容（数值请参考数据手册/3/）。

门极电荷3μC以内的功率半导体，无需在副方使用额外的电容即可驱动。对于门极电荷更高的IGBT或MOSFET，建议门极电荷从3μC开始每增加1μC，连接一个电容值最小为3μF的外部支撑电容。支撑电容必须放置在VISOx和VEx之间（图7中的C_{1x}）以及VEx和COMx之间（图7中的C_{2x}）。这两个电容必须尽可能靠近驱动器端子引脚处，以使电感最小。建议C_{1x}和C_{2x}使用相同的电容值（IGBT模式），推荐使用耐压>20V的陶瓷电容。

如果电容C_{1x}或C_{2x}超过150μF，请联系CONCEPT的技术支持人员。

VISOx与VEx之间或VEx与COMx不能施加静态负载。如有必要，可在VISOx和COMx之间施加静态负载。

参考端子(REFx)

可通过在REFx与VEx之间连接一个电阻，以设置短路和/或过流保护的阈值电压。管脚REFx上提供了150μA的恒流源。

集电极电位检测端子(VCEx)

集电极电位检测回路必须按照图7中所示的电路连接到IGBT集电极或MOSFET漏极，以检测IGBT或MOSFET过流或短路。

- 建议设置R_{vcex}的电阻值，以使R_{vcex}流过大约为0.6-1mA的电流（例如，$V_{DC\text{-}LINK}$电压为1200V时，设置为1.2-1.8MΩ）。流过R_{vcex}的电流不得超过1mA。可以使用高压电阻或多个电阻串联。在任何应用中，都必须考虑PCB板上的最小爬电距离。
- 二极管D_{6x}的漏电流必须极低，阻断电压必须超过40V（例如，BAS416），并且不能使用肖特基二极管。

如需关于此特征的功能以及响应时间设定的详细信息，请参阅第15页的“Vce检测/短路保护”。

有源钳位(ACLx)

有源钳位技术的功能是，在集电极-发射极（漏极-源极）电压超过预设的阈值时，立即将IGBT线性地打开，从而令IGBT的集电极-发射极电压得到抑制，此时，IGBT保持在线性区内工作。

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。2SC0435T支持CONCEPT的高级有源钳位，通过此功能还可将反馈信号送进驱动器副方的管脚ACLx：只要20Ω电阻（如图7所示）右侧的电压超过大约1.3V，驱动器内部的关断MOSFET就会被逐步关断，以提高有源钳位的效率，降低TVS中的损耗：当20Ω电阻（如图7所示）右侧的电压达到20V（参考COMx）时，关断MOSFET将会被完全关断。

推荐使用图7中所示的电路。下面的参数必须针对具体的应用进行修改：

- TVS D_{1x}、D_{2x}推荐使用：
  - 六个80V TVS，用于600V的IGBT，直流母线电压最高为430V。使用Semikron生产的五个单向TVS P6SMBJ70A和一个双向TVS P6SMBJ70CA，或Vishay生产的五个单向TVS SMBJ70A-E3和一个双向TVS SMBJ70CA-E3，可获得良好的钳位效果。
  - 六个150V TVS，用于1,200V的IGBT，直流母线电压最高为800V。使用Vishay生产的五个单向TVS SMBJ130A-E3和一个双向TVS SMBJ130CA-E3，或ST生产的五个单向TVS SMBJ130A-TR和Diotec生产的一个双向TVS P6SMBJ130CA，可获得良好的钳位效果。

- 六个220V TVS，用于1,700V的IGBT，直流母线电压最高为1,200V。使用Diotec生产的五个单向TVS P6SMB220A和一个双向TVS P6SMB220CA，或Vishay生产的五个单向TVS SMBJ188A-E3和一个双向TVS SMBJ188CA-E3，可获得良好的钳位效果。

每个通道必须使用至少一个双向TVS (D_{2x})，以免在IGBT模块的反并联二极管开通时由于其正向恢复行为而造成负序电流通过TVS链。根据具体的应用，此类电流可导致驱动器副方VISOx对VEx (15V) 电源电压欠压。

请注意，可以修改链中的TVS数量。如果总阈值电压仍保持相同的值，则可通过增加链中使用的TVS数量来提高有源钳位的效率。另请注意，有源钳位的效率高度依赖于所使用的TVS类型（如制造商）。

- R_{aclx}和C_{aclx}：通过这些参数，可以优化有源钳位的效率以及TVS和IGBT中的损耗。建议根据应用中的测量结果确定该值。典型值为：R_{aclx}=0…150Ω，R_{aclx}*C_{aclx}=100ns…500ns。建议使用R_{aclx}=0Ω以改善有源钳位的效率。
- D_{3x}、D_{4x}和D_{5x}：建议使用耐压>35V的肖特基二极管（根据应用，电流超过1A）。

请注意，如果使用高级有源钳位，则不得省略20Ω电阻以及二极管D_{3x}、D_{4x}和D_{5x}。如果不使用高级有源钳位，则可省略20Ω电阻以及二极管D_{3x}和D_{4x}。

门极开通(GHx)和门极关断(GLx)端子

通过这些端子可将开通(GHx)和关断(GLx)门极电阻连接到功率半导体的门极。GHx和GLx管脚可作为独立的端子分别设置开通和关断电阻，而不需要使用外加的二极管。请参阅驱动器数据手册/3/以了解所用门极电阻的限制值。

在GLx和COMx之间连接一个4.7k电阻（也可使用更高的阻值），即使在驱动器掉电的情况下，这个电阻也可在IGBT/MOSFET门极和发射极/源极之间提供一个低阻抗回路。GLx与发射极端子VEx之间无需再连接静态负载（例如电阻）。

但是请注意，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。

2SC0435T SCALE-2驱动器的详细工作原理

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。所有的变压器（包括DC/DC和信号变压器）都符合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。

在原方电源发生欠压时，功率半导体将在负电压的驱动下保持关断状态（驱动器输出被封锁），故障信号被同时传送到SO1和SO2，直到该故障消失。

在副方电源发生欠压时，对应的功率半导体将在负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对应的SOx输出端。在阻断时间结束后，该SOx输出端会自动复位（恢复到高阻抗状态）。

IGBT和MOSFET工作模式

这款驱动器支持两种工作模式：

- 第一种模式是默认IGBT设置，使用一个15V（典型值）的正（稳压）开通电压和一个（非稳压）关断电压（如图7所示）。
- 第二种模式专为超快速MOSFET器件设计。它仅包含单一开通电压，关断电压设置为0V。连接副方端子COMx和VEx即可激活MOSFET模式。如果要将2SC0435T驱动器用于MOSFET模式，请参阅http://www.igbt-driver.com/go/app-note/上的应用指南AN-1101/4/。

V_{ce}检测/短路保护

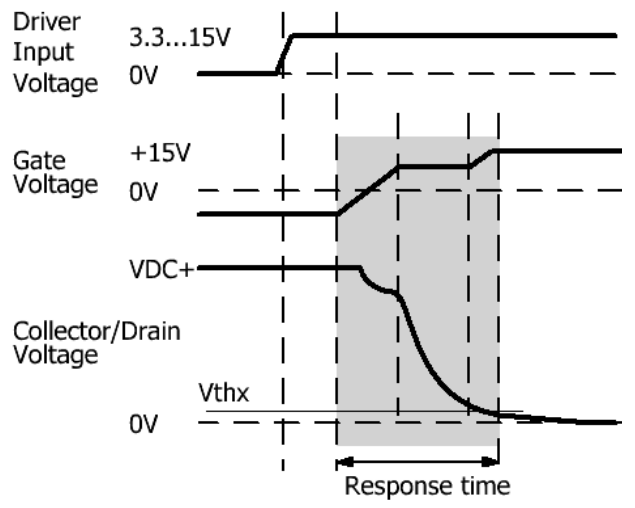

图8　IGBT或MOSFET的开通特性

2SC0435T驱动器的每个通道都配有V_{ce}检测电路。推荐的外部电路如图7所示。电阻（图7中的R_{thx}）用作设置关断的参考阈值。流过R_{thx}的电流值为150μA（典型值）。建议选择大约10V的阈值电压（R_{thx}值大约为68kΩ）。在这种情况下，驱动器将能可靠地进行IGBT短路保护，但是不一定能进行过流保护。过流保护的时间优先级较低，建议通过主控制器来实现。

为了确保2SC0435T的通用性，设置响应时间的电容C_{ax}未集成到驱动器内，而必须在外部连接。

在响应时间内，V_{ce}检测电路不起作用。响应时间是指从功率半导体开通后直至驱动器开始检测集电极/漏极电位所经过的时间（如图8所示）。

每个通道的IGBT集电极-发射极电压是独立检测的。在导通状态下经过响应时间后再检查V_{ce}，以判断短路或过流状况。如果在响应时间结束时测得的V_{ce}超过设定的阈值V_{thx}，则驱动器判断为短路或过流。然后，驱动器关闭对应的IGBT。故障信号立即传输到相应的SOx输出端。该IGBT一直保持关断状态（截止），且管脚SOx一直指示故障，直到阻断时间T_b结束。

每个通道的阻断时间T_b是各自独立的。在响应时间区间以外，当V_{ce}超过检测电路的V_{ce}阈值时，T_b立即开始计时。

下表列出了响应时间电容C_{ax}的值，以便于设置所需的响应时间（R_{vcex}=1.8MΩ，直流母线电压$V_{DC\text{-}LINK}$>550V）：

C_{ax} [pF]	R_{thx} [kΩ]/V_{thx} [V]	响应时间[μs]
0	43 / 6.45	1.2
15	43 / 6.45	3.2
22	43 / 6.45	4.2
33	43 / 6.45	5.8
47	43 / 6.45	7.8
0	68 / 10.2	1.5
15	68 / 10.2	4.9
22	68 / 10.2	6.5
33	68 / 10.2	8.9
47	68 / 10.2	12.2

表1　典型响应时间与电容C_{ax}和电阻R_{thx}的函数关系

由于PCB板上的寄生电容可能会影响到响应时间，因此建议在最终设计中进行测量。定义响应时间时，务必确保该时间小于所使用的功率半导体允许的最大短路持续时间。

请注意，当直流母线的电压低于550V且/或阈值电压V_{thx}较高时，响应时间会升高。当阈值电压较低时，响应时间会降低。

使用二极管检测IGBT退饱和进行短路保护

如果2SC0435T需要使用检测二极管进行退饱和保护，请参阅应用指南AN-1101 /4/。

2SC0435T并联

如果需要将2SC0435T进行并联，请参考应用指南AN-0904 /5/。

三电平或多电平拓扑

如果要将2SC0435T用于三电平或者多电平拓扑，请参考应用指南AN-0901 /6/。

2SC0435T的附加应用支持

如需了解使用2SC0435T驱动器的附加应用支持，请参阅AN-1101 /4/。

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 sheet SCALE™-2 driver core 2SC0435T, CONCEPT

/4/ Application note AN-1101: Application with SCALE™-2 Gate Driver Cores, CONCEPT

/5/ Application note AN-0904: Direct Paralleling of SCALE™-2 Gate Driver Cores, CONCEPT

/6/ 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，并且我们已经有了一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。

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

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

型号	描述
2SC0435T2A0-17	双通道SCALE-2驱动核（连接器管脚长度：2.54mm）
2SC0435T2C0-17	双通道SCALE-2驱动核（连接器管脚长度：5.84mm）
2SC0435T2D0-17	双通道SCALE-2驱动核（无铅，连接器管脚长度：2.54mm）
2SC0435T2E0-17	双通道SCALE-2驱动核（无铅，连接器管脚长度：5.84mm）
2SC0435T2F0-17	双通道SCALE-2驱动核（连接器管脚长度：5.84mm，提高了EMI性能）
2SC0435T2G0-17	双通道SCALE-2驱动核（无铅，连接器管脚长度：3.1mm）

产品主页：www.IGBT-Driver.com/go/2SC0435T

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

其他产品的信息

对于其他驱动核：

链接：www.IGBT-Driver.com/go/cores

对于其他驱动器、产品文档、评估系统和应用支持

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

© 2009…2014 CT-Concept Technologie GmbH - Switzerland. 版权所有。
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。
2014-04-03 2.3版