

●新特器件应用

高压 IGBT 集成驱动模块 2SD315AI- 33 的应用研究

蒋晓春, 陈洛忠

(北京交通大学, 北京 100044)

Study on Integrated Driver Module 2SD315AI- 33 to High Voltage IGBT

JIANG Xiao-chun CHEN Luo-zhong

摘要:介绍了一种新型高性能高压 IGBT 集成驱动模块 2SD315AI- 33 的管脚功能和工作原理,同时还给出了该模块与同类产品相比的显著性能特点,介绍了 2SD315AI- 33 在“双逆变器-电机”能量回馈式交流传动试验系统中的应用方法,讨论了在实际应用中的注意事项。

关键词:IGBT; 驱动模块; 2SD315AI- 33; 逆变器

分类号:TM464

文献标识码:B

文章编号:1006- 6977(2003) 11- 0041- 04

2SD315AI- 33 是瑞士 CONCEPT 公司专为 3300V 高压 IGBT 的可靠工作和安全运行而设计的驱动模块,它以专用芯片组为基础,外加必需的其它元件组成。该模块采用脉冲变压器隔离方式,能同时驱动两个 IGBT 模块,可提供 $\pm 15\text{V}$ 的驱动电压和 $\pm 15\text{A}$ 的峰值电流,具有准确可靠的驱动功能与灵活可调的过流保护功能,同时可对电源电压进行欠压检测,工作频率可达兆赫兹以上;电气隔离可达到 6000VAC。

1 2SD315AI- 33 简介

1.1 外形及管脚功能

图 1 所示为 2SD315AI- 33 的外形图,该芯片共有 44 个管脚。具体功能如下:

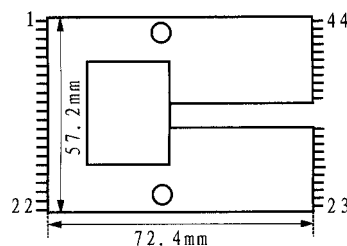


图 1 2SD315AI- 33 的外形图

功能前面已经说明,这里不再赘述。

由于 PT8A2621 芯片的控制功能较多,除图 3 所示的节能灯控外,也可以用来设计一个红外报警

器。此外,工作在 AUTO 模式时,也可以用越权控制功能对多个灯进行同开同关的控制。

收稿日期:2003- 04- 28

咨询编号:031113

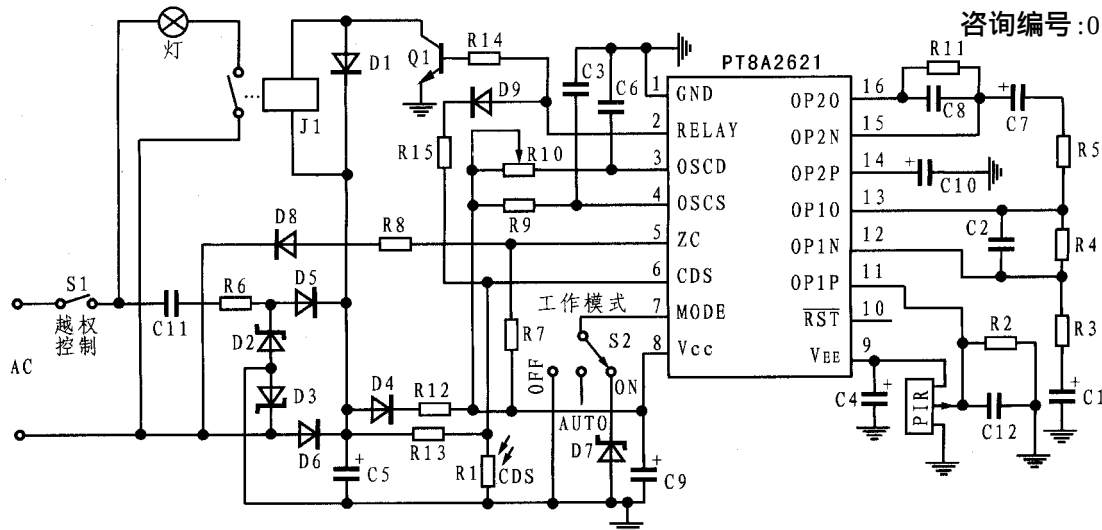


图 3 PT8A2621 的典型应用电路

- 1,2 脚(VDD):信号电源;
- 3 脚(SO1):通道 1 状态输出;
- 4 脚(VL/Reset):定义逻辑电平/错误信号复位;
- 5 脚(RC1):通道 1 死区 RC 网络;
- 6 脚(InB):PWM2/ENABLE;
- 7 脚(RC2):通道 2 死区 RC 网络;
- 8 脚(MOD):模式选择;
- 9 脚(SO2):通道 2 状态输出;
- 10 脚(InA):PWM1/PWM;
- 11,12 脚(GND):15V 电源地;
- 13~17 脚(VDC):DC/DC 驱动电源;
- 18~22 脚(GND):DC/DC 驱动电源地;
- 23 脚(Ls2):通道 2 的状态显示端;
- 24 脚(C2):通道 2 的集电极检测端;
- 25 脚(Rth2):通道 2 的阈值电阻端;
- 26,27 脚(E2):通道 2 的发射极;
- 28 脚(Viso2):通道 2 的 DC/DC 输出侧电源;
- 29,30 脚(COM2):通道 2 的 DC/DC 输出侧地;
- 31,32 脚(G2):通道 2 的栅极;
- 33,34 脚(NC):未用;
- 35 脚(Ls1):通道 1 的状态显示端;
- 36 脚(C1):通道 1 的集电极检测端;
- 37 脚(Rth1):通道 1 的阈值电阻端;
- 38,39 脚(E1):通道 1 的发射极;
- 40 脚(Viso1):通道 1 的 DC/DC 输出侧电源;
- 41,42 脚(COM1):通道 1 的 DC/DC 输出侧地;
- 43,44 脚(G1):通道 1 的栅极。

1.2 主要参数

2SD315AI-33 的极限参数如下:

- 供电电压 V_{DD} 和 V_{DC} :16V;
- 逻辑信号输入电平: V_{DD} ;
- 门极峰值电流 I_{out} : $\pm 18A$;
- 内部开关电源输出功率:6W;
- 输入输出隔离电压:6000VAC(50Hz/min);
- 工作温度:-40~85 ;

下面是 2SD315AI-33 的主要电参数:

- 输入输出延迟开通时间 $t_{pd(on)}$:300ns;
- 关断时间 $t_{pd(off)}$:350ns;
- 短路或欠压保护阻断时间:1s;
- 输出上升时间 $t_{r(out)}$:160ns;
- 输出下降时间 $t_{f(out)}$:130ns;
- 最大电压上升率:100kV/ μs 。

2 工作原理及性能特点

2.1 工作原理

图 2 为 2SD315AI-33 的功能框图。它主要由 DC/DC 转换电路、输入处理电路、驱动输出及逻辑保护电路组成。

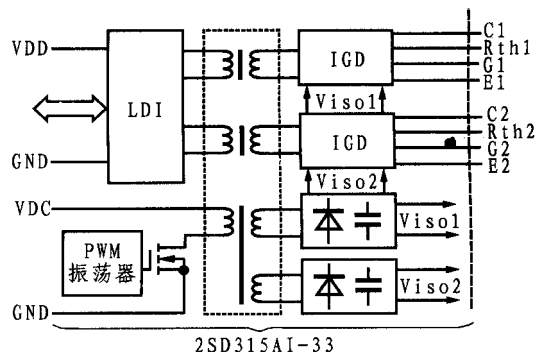


图 2 2SD315AI-33 的功能框图

DC/DC 转换电路的功能是将输入部分与工作部分进行隔离。而其输入处理电路由 LDI001 及其外围电路组成。由于控制电路产生的 PWM 信号不能直接通过脉冲变压器,尤其是当脉冲信号的频率和占空比变化较大时,尤为困难。LDI001 就是专门为此而设计的,此专用集成芯片的功能主要是对输入的 PWM 信号进行编码,以使之可通过脉冲变压器进行传输。由于该器件内部带有施密特触发器,因此对输入端信号无特殊的边沿陡度要求,并能提供准静态的状态信号反馈。将其设计为集电极开路方式,可以适应任何电平逻辑,并可直接产生死区时间。以上优点使得接口既易用又灵活,从而省去了其它专用电路所必需的许多外围器件。

驱动输出及逻辑保护电路的核心芯片是 IGD001。它将变压器接口、过流短路保护、阻断逻辑生成、反馈状态记录、供电监视和输出阶段识别等功能都已集成在一起。每个 IGD 用于一个通道,其具体功能是对脉冲变压器传来的 PWM 信号进行解码,对 PWM 信号进行功率放大,对 IGBT 的短路、过流及电源的欠压检测保护,并向 LDI 反馈状态,以产生短路保护的响应时间和阻断时间等。

2.2 性能特点

2SD315AI-33 与其它驱动器相比具有以下几个显著的特点:

- (1) 可灵活定义逻辑电平;
- (2) 可自由选择工作模式;

- (3) 具有短路和过流保护功能;
- (4) 具有欠压监测功能;
- (5) 可动态设定短路保护阈值

3 2SD315AI-33 在实际中的应用

3.1 应用实例

笔者所在实验室中正在设计的“双逆变器-电机”能量回馈式交流传动试验系统由于采用专为电力机车所设计的 300kW 异步电机,故逆变器和变流器的主开关器件选用的是 EUPEC 公司的高压 IGBT 模块 FZ1200R33KF1。该器件的电压等级为 3300V,电流等级为 1200A。根据 FZ1200R33KF1 对驱动保护电路的要求以及 2SD315AI-33 驱动模块的性能特点,笔者设计了 IGBT 的驱动保护电路,具体如图 3 所示。

该电路由输入保护、电源保护、上电复位、死区时间设定及与 IGBT 的接口电路几部分组成,该电路工作于半桥模式。以下分别予以介绍:

输入保护:通常驱动板通过引线与控制电路相连,因此,应对驱动电路的输入 InputA 和 InputB 给

予适当地保护,以便在掉电或输入信号呈高阻时,输入端能够通过电阻 R_{x1} 接地。电容 C_{x1} 的作用是抑制输入端出现的短脉冲或有害的尖峰脉冲。该电路会产生大约 $1\mu s$ 的信号延迟。

电源保护:在一定的情况下,如果驱动器外部发生短路(如 IGBT 毁坏或短路),则驱动模块内部的 DC/DC 变换器可能会导致电源线短路。故设计时在 V_{DD} 端增加了一个熔断器,以保证在出现故障时电路板不致毁坏。图中的 16V 稳压管 Z2 用于过压保护。

上电复位:由于上电后的错误信息总是保存在驱动模块的错误寄存器中,因此在驱动电路与控制电路分离的情况下,可通过图 3 连接于 V_L /Reset 的上电复位电路进行复位。该电路同时还有欠压保护功能。 $V_{DD} > 12.7V$ 时,Z1 反向击穿,Q1 导通,Q2 截止, V_L 为高电平,驱动器开通;而当 $V_{DD} < 12V$ 时,Q1 截止,Q2 导通, V_L 为低电平,驱动器关断。另外,该复位电路还可保证在开启电源后的一个较短时间内使加于所有 IGBT 器件控制端上的电压均为低,以保证所有 IGBT 器件均处于关断状态。

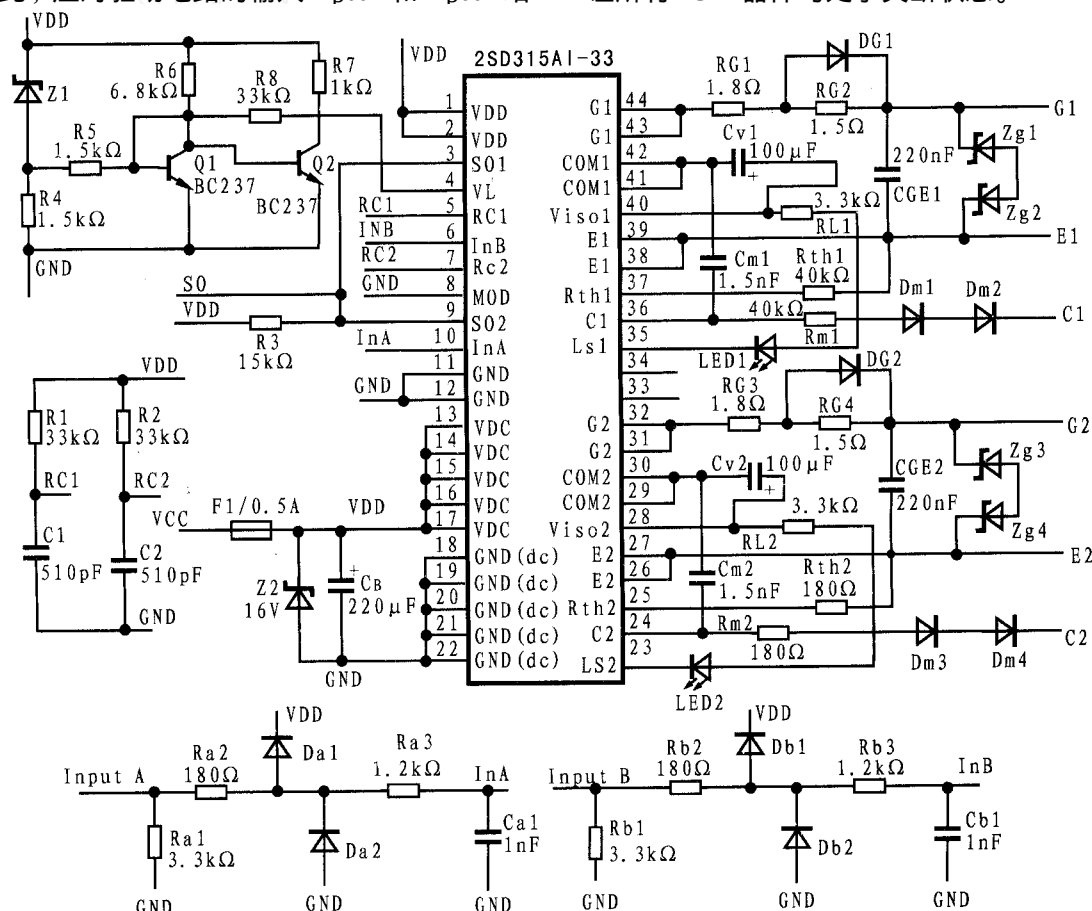


图 3 3300V/1200A IGBT 的驱动电路

与 IGBT 接口: 当开通时, 驱动电流经 R_{G1} 和二极管 D_G 流向 IGBT, 即开通电阻 $R_{on} = R_{G1}$; 关闭时, 由于二极管 D_G 的单向导电性, 门极经 R_{G1} 和 R_{G2} 放电, 即关断电阻 $R_{off} = R_{G1} + R_{G2}$ 。这样就使得开通的 di/dt 、 dV/dt 和关断的 dV/dt 可以分别控制, 从而改善了开关过程, 减少了开关损耗。

3.2 设计中需要特别注意的问题

在任何时候都不能使过流检测管脚 C_x 直接接到 IGBT 的集电极, 而需通过二极管连接。其反向承受的峰值电压应超过逆变器直流侧电压的 60%, 以防止高压串入驱动电路。

在管脚 Vi_{SOX} 和 L_{SX} 之间需串接一个电阻和发光二极管以指示通道 X 的工作状态, 在正常情况下, 发光二极管发光, 而在发生短路和欠压故障时, 发光二极管熄灭。但由于制作工艺上的原因, 管脚 L_{SX} 对于干扰极为敏感, 因此, 在设计中若要指示状态, 应把发光二极管接在电路板上尽量靠近输出端的地方, 若不需状态指示, 则必须把管脚 L_{SX} 和 COM_x 短接。千万不要通过很长的引线将发光二极管引出, 或者将 L_{SX} 端悬空, 否则会因电磁干扰的引入使整个电路不能正常工作。

电容 C_{GEX} 是根据高压 IGBT 开通时的特殊性来实现开通时 di/dt 、 dV/dt 的分别控制。选取时要反复调试, 否则会使驱动输出信号发生振荡。

3.3 门极驱动布线

门极驱动布线对防止潜在的振荡、减慢门极电压的上升、减少噪声损耗、降低门极电源电压或减少门极保护电路的动作次数有很大的影响。因此, 门极布线的设计必须遵从以下的原则:

(1) 布线必须将驱动器的输出级和 IGBT 之间的寄生电感减至最低, 这相当于把门极的连线和发射极的连线之间包围的环路面积减至最低。

(2) 必须正确放置门极驱动板, 以防止功率电路和控制电路之间的电感耦合。

(3) PCB 板的条线之间不宜太过靠近, 否则 IGBT 的开关会使其相互电位改变, 因为过高的 dV/dt 会通过寄生电容耦合噪声。

(4) 安装时, 为缩短连线, 应把驱动板直接用螺丝拧在 IGBT 模块上。

4 结论

通过以上介绍可知, 高压 IGBT 驱动模块

2SD315A-33 具有以下优点:

(1) 只需简单调整 MOD 脚, 就可使该电路在半桥模式和直接模式下运行。

(2) 该驱动模块的接口非常简单, 能处理所有从 5V~15V 电平的逻辑信号。由于输入内部有施密特触发器, 它对输入端信号无特殊的边沿陡度要求, 而且状态反馈输出端设计为集电极开路, 因此, 该电路可以适应任何电平逻辑。

(3) 由于采用双极性的驱动电压 (15V), 使得任何厂家的各种级别的 IGBT 模块都可安全运行; 负偏置的使用使得电路的抗干扰能力大大增强, 这样就很容易实现 IGBT 模块的并联。

(4) 内部电压隔离使得即使是多个驱动模块, 也可以共用一个驱动电源, 这不但省去了人力和资金, 而且电磁干扰程度也大大降低。

(5) 过流保护能准确无误的动作, 且简单易调。同时具有欠压保护功能, 并采取与过流保护同样的措施。

(6) 用变压器作隔离输出级使得该驱动模块可用在控制回路与电力回路电位相差较大或电位变化较大的装置中, 同时脉冲变压器的双向工作, 既可传输驱动信号, 也可传输反馈信号。

参考文献

- [1] 尹海, 李思海, 张光东. IGBT 驱动电路性能分析[J]. 电力电子技术, 1998(3).
- [2] CT- Concept Technology Ltd. Description and Application Manual for SCALE Drivers.

收稿日期: 2003-04-15

咨询编号: 031114

《国外电子元器件》杂志社 征订和更址启事

值此 2004 年征订期, 《国外电子元器件》杂志全体员工向关心和支持本杂志的新老读者表示感谢! 请广大读者速到各地邮局订阅或汇款至杂志社订阅 2004 年杂志。同时提醒广大客户和读者注意: 我社已迁至新的地址办公。新址如下:
新址: 西安市高新路 25 号瑞欣大厦 10 层 A 座
邮编: 710075

电话: (029) 8222991 8222992 传真: 8214563

月刊, 大 16K, 6 元/期, 全年 72 元