

# IGBT 集成驱动模块的应用研究

康劲松 郎玉峰 陶生桂 (上海铁道大学 200331)

**摘 要** 详细的介绍了一种 IGBT 集成驱动模块 M57962AL 的工作原理和特性以及短路保护的特点, 重点讨论了在实际应用中的注意事项, 并给出了有关的实验波形。

**关键词** IGBT 集成驱动模块 驱动

## 1 引言

绝缘栅双极型晶体管 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 是由 BJT 和 MOSFET 组成的复合全控型电压驱动式电力电子器件。自 80 年代开发以来, IGBT 在交流变频器、伺服系统、开关电源、牵引传动等领域获得广泛应用。控制 IGBT 栅极电压就可以控制其器件的导通和关断, 当 IGBT 集电极为正电压时, 只要栅极电压超过其门槛值, IGBT 就开通并维持较低的通态电压, 去除栅极电压, IGBT 就关断。研究表明, 保证 IGBT 可靠工作, 驱动和保护电路起着至关重要的作用, 对 IGBT 驱动保护电路的基本要求归纳如下:

(1) 提供适当的正向和反向输出电压, 使 IGBT 能可靠地开通和关断。

(2) 提供足够大的瞬时功率或瞬时电流, 使 IGBT 能及时迅速建立栅控电场而导通。

(3) 尽可能小的输入输出延迟时间, 以提高工作效率。

(4) 足够高的输入输出电气隔离性能, 使信号电路与栅极驱动电路绝缘。

(5) 具有灵敏的短路保护能力。

目前在实际应用中, 选用驱动与保护功能集一体的 IGBT 专用集成驱动模块是公认的好方法。本文结合自己的试验情况, 着重介绍日本三菱公司生产的 IGBT 专用集成驱动模块 M57962AL 的应用。

## 2 IGBT 专用集成驱动模块 M57962AL 综述

### 2.1 M57962AL 的外部特性

M57962AL 的各引脚的接法如表 1 所示。M57962AL 的 3、7、9、10 脚用于芯片测试, 在应用时禁止连接。其温度特性为: 工作温度为  $-20 \sim$

$60^{\circ}\text{C}$ , 存储温度为  $-25 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

表 1

引脚号	引出接线端	引脚号	引出接线端
1	接 IGBT 集电极检测二极管正向端	6	接直流电源负端
2	接短路保护抗干扰电容	8	接输出保护光耦负端
4	接直流电源正端	13	接输入信号负端
5	接栅极电阻	14	接输入信号正端

### 2.2 电气特性和最大的额定参数

电气特性和最大的额定参数如表 2 所示。

表 2

参 数	典型值	参 数	典型值
正电源电压/V	15	输出低电平/V	-9
负电源电压/V	-10	开通延迟时间/ $\mu\text{s}$	0.5
输入高电平/V	5	开通上升时间/ $\mu\text{s}$	0.6
输入正向电流/mA	16	关断延迟时间/ $\mu\text{s}$	1
最大工作频率/kHz	20	关断下降时间/ $\mu\text{s}$	0.4
输出高电平/V	14	最大故障输出电流/mA	20

## 3 工作过程概述

M57962AL 的设计完全考虑了 IGBT 驱动设计的要求, 很好地实现了驱动和短路保护的功能。其电路的功能框图见图 1。

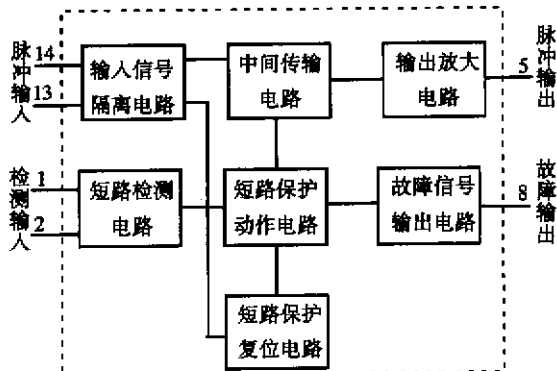


图 1 M57962AL 的电路功能框图

开关脉冲输入信号经高速光耦隔离后经中间传输电路送入输出放大电路,产生正负偏压,加到 IGBT 栅极。为了防止短路,特设有检测与保护电路。其工作原理是 IGBT 应工作在开关状态,导通时其通态饱和压降较低;在短路故障时,集电极电流迅速上升,使其退饱和,集电极电压随之迅速上升,利用这一特点,通过检测通态压降来判断是否发生短路。当集-发电压过高,超过设定值时,短路检测电路动作,起动短路保护动作电路,降低门极驱动信号电压,产生故障信号,驱动外光耦,输出故障信号。为了使 IGBT 可靠关断,抑制管子集电极与发射极之间的关断尖峰电压,以及减弱通过反转电容的  $dv/dt$  的影响,避免管子过压击穿及误导通。这种驱动器设计时采用了“软关断”技术,检测到短路信号后立即降低栅极输入电压,并关断时给予负向偏压。保护电路中设有一定时期,若发生短路保护后  $1 \sim 2\text{ms}$ ,输入电平为低电平时,保护电路打开控制阀,恢复正常工作。

## 4 应用研究

### 4.1 外围电路的典型配置

M57962AL 需要正负电源工作,应用时外围电路的典型配置如图 2、3 所示。图 2 为单电源供电时外围电路的配置,  $V_{CC}$  为  $25\text{V}$ , 负向偏压可用一只稳压管  $VS$  与串联的限流电阻  $R_S$  产生,  $VS$  常选用一只  $10\text{V}$  稳压管,  $R_S$  常选用  $2.7\text{k}\Omega$ 。图 3 为双电源供电及驱动大容量 IGBT 时的外围电路的配置,  $V_{CC}$  为  $15\text{V}$ ,  $V_{EE}$  为  $-10\text{V}$ 。M57962AL 的 1 脚和 6 脚间接一只  $30\text{V}$  的稳压管 ( $VS_1$ ), 其 1 脚为 IGBT 集电极之间接一快速恢复二极管  $VD_1$ , 其反向恢复

时间要求  $t_{rr} \leq 0.2\mu\text{s}$ 。

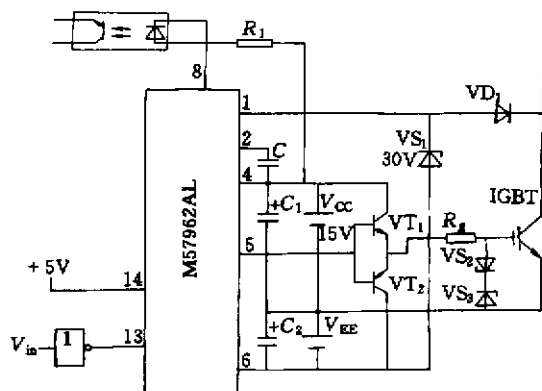


图 3 双电源供电及驱动大容量 IGBT 的电路图

### 4.2 抗干扰电容 $C$ 的选择

若 2 脚悬空,短路保护检测时间常为  $2.6\mu\text{s}$ , 保护动作非常迅速,但短路反应太灵敏常常引起误动作。为此 M57962AL 可以通过调节 2~4 脚间的电容  $C$  来调节保护时间。图 4 为  $V_{CC} = 15\text{V}$ 、 $V_{EE} = -10\text{V}$ ,  $T_a = 25^\circ\text{C}$  时短路检测反应时间与抗干扰电容  $C$  之间的关系,对此保护动作时间应小于  $10\mu\text{s}$ , 考虑从采样短路信号到实施动作延时,我们在实验时选用  $3300\text{pF}$ 。

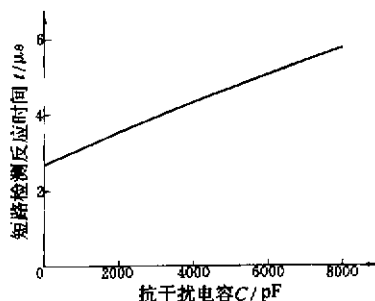


图 4 短路检测时间与电容  $C$  之间的关系

### 4.3 故障保护输出光耦的选用

故障保护输出信号经光电耦合器传递给上级控制电路,光耦参数选择不合理常常引起误动作,如在试验时,曾选用 4N25,常出现干扰保护信号,后采用快速光耦 PC817 后工作正常。

### 4.4 栅极电阻 $R_g$ 的选择

栅极电阻的选择对 IGBT 驱动相当重要,其影响着开通与关断的性能。 $R_g$  小时,可减小开关时间与开关损耗,但浪涌电压高。 $R_g$  大时,则相反。一般先根据厂家手册上推荐的数据,在 1 倍与 10 倍之间选取。然后,经试验波形来分析确定。在开关频率较低时,可选的偏大些,这里选择的是 5 倍

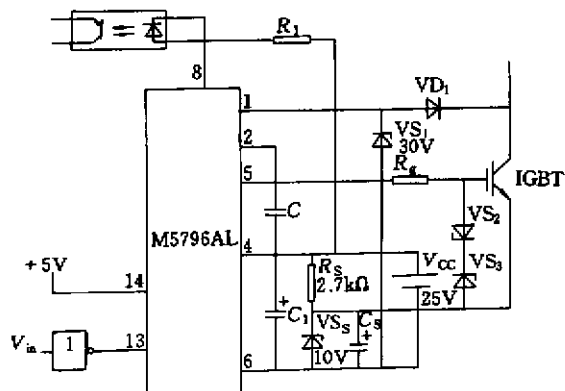


图 2 单电源供电时的典型外围电路图

的推荐值。

## 5 实际应用及试验波形

在 75kVA 的逆变器系统中, 考虑要满足承受直接起动的冲击要求, 选用 800A IGBT 器件, 应用 M57962AL 来驱动。由于要驱动大容量 IGBT, 在栅极电阻  $R_g$  前接了一对功放三极管 ( $VT_1$ 、 $VT_2$ ), 如图 3 所示。下面为一组实验波形, 采用示波器 Tektronix TDS340A、电流测量系统 AM503S 和电流探头 A6302 记录。图 5 为 IGBT 开通时,  $U_{ge}$  的上升沿波形, 由图可见开通时输入电容引起的小电压平台, 称为米勒效应。图 6 为 IGBT 关断时  $U_{ge}$  的下降沿波形。图 7、8 是用电流探头测量的 IGBT 导通与关断时的栅极电流波形, 此电流峰值为选择驱动电路中功放三极管提供依据。

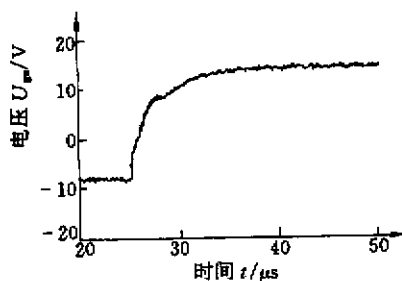


图 5  $U_{ge}$  电压上升沿波形

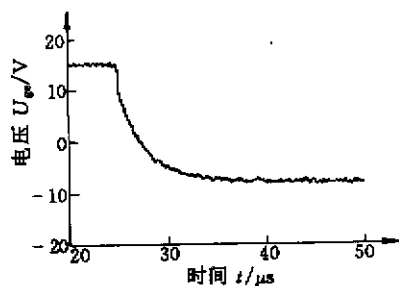


图 6  $U_{ge}$  电压下降沿波形

## 6 结论

(1) IGBT 用集成驱动模块 M57962AL, 输入输出电路经过高速光耦隔离, 内部设有短路保护电路, 适用于 IGBT 的驱动电路的设计。

(2) 应用 M57962AL 模块的关键是在了解其工作原理的基础上, 结合其电气特性和相关参数, 正确选配外围电路器件, 尤其要合理选择抗干扰电容和故障输出光耦。

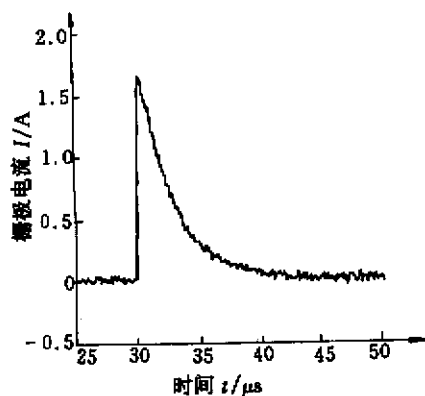


图 7 导通时栅极电流波形

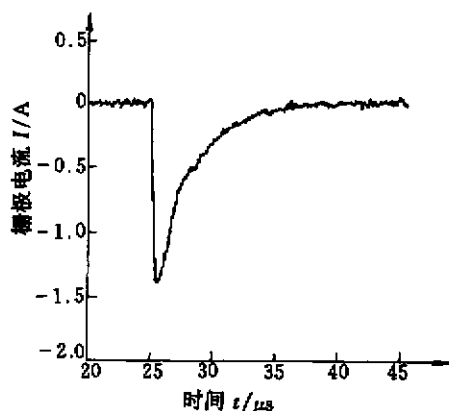


图 8 关断时栅极电流波形

## 参考文献

- 1 邵丙衡. 电力电子技术. 北京: 中国铁道出版社, 1997

## Application of A Hybrid IC (M57962AL) for IGBT Drive and Protection

Kang Jinsong Lang Yufeng Tao Shenggui  
(Shanghai Tiedao University 200331 China)

**Abstract** A novel hybrid IC (M57962AL) for IGBT drive and protection is introduced in detail in this paper. It's characteristics is presented and analyzed. Some critical application are discussed. At the end of the paper the results of the experiment in application in high power IGBT are presented.

**Keywords** IGBT IC drive

收稿日期: 1999-07-15