

# 合肥中恒微半导体有限公司

## 系统输入保护及驱动保护

2019.11

## 目录

- 设置保护的目的是
- 系统输入保护简介
- IGBT常用驱动简介
- IGBT驱动保护简介

## 设置保护的目

- 削弱输入浪涌电流、电压，减少输入电压不平衡的情况
- 防止外部输入浪涌（电压、电流）造成设备误动作甚至损坏
- 防止外部噪声进入设备
- 提升设备、器件运行的可靠性
- 对应产品端，保护——DM、SCR、MOS、IGBT

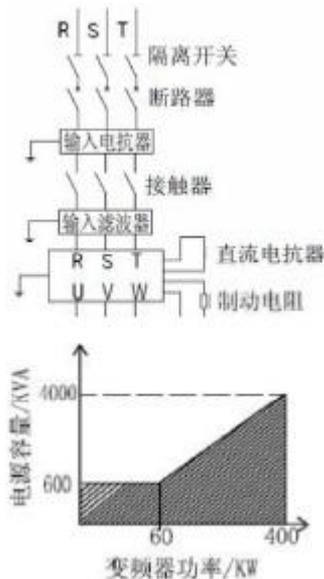
## 系统输入保护简介

### 输入电抗器——

输入电抗器又称电源协调电抗器，它能够限制电网电压突变和操作过压引起的电流冲击，有效的保护变频器和改善功率因素，有效的抑制谐波电流、改善三相电源的不平衡性、减少整流单元产生的谐波电流对电网的污染，保护后级整流二极管和滤波电容。

### 适用场合——

- 1、电源容量与变频器容量之比大于10:1，且变频器安装位置与电源间距小于10m。
- 2、三相电源电压不平衡率大于3%
- 3、有其它晶闸管整流装置与变频器并联或进线电源端皆有通过开关切换以调整功率因数的电容器装



## 系统输入保护简介

- 输入电抗器参数选择

1. 输入电抗器的容量一般按预期在电抗器每相绕组压降来决定，75kw以下选择进线电压

的4%，以上选择5%

2. 输入电抗器的额定电流IL的选取

单相变频器配置的输入电抗器的额定电流IL=变频器的额定电流In

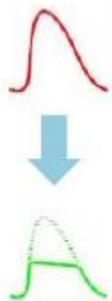
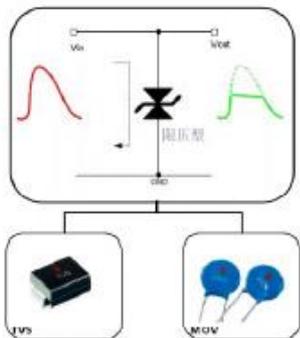
三相变频器配置的输入电抗器的额定电流IL=变频器的额定电流In\*0.82

3. 输入电抗器的电感量L的计算

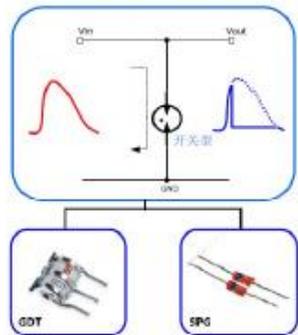
$$L = \Delta U_L / 2 \pi f I_n$$

## 系统输入保护简介

- 浪涌保护常用器件——
- 瞬态抑制二极管TVS
- 压敏电阻MOV
- 将电压限制在安全区域内



- 陶瓷气体放电管GDT
- 玻璃放电管SPG
- 去除浪涌



## 系统输入保护简介

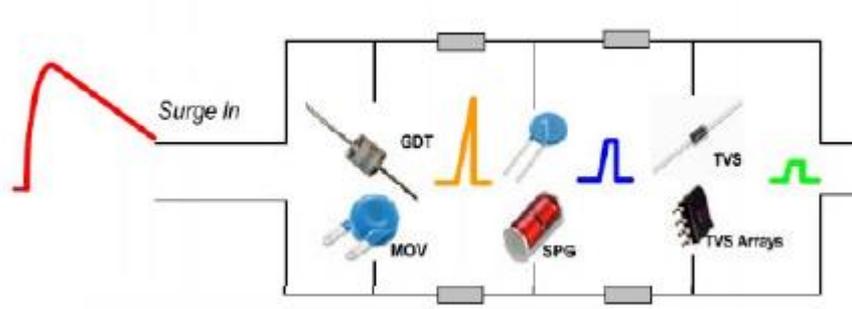
各类器件的响应时间及其电流耐受量

参数对比	限压型			开关型	
	瞬态抑制二极管 (TVS)		压敏电阻 (MOV)	陶瓷气体放电管 (GDT)	玻璃放电管 (SPG)
	普通	HF/ATF系列			
响应时间	≤1ps		≤25us	≤100ns	≤1us
防护效果	优秀		一般	一般	一般
承受能力	<1000A	20kA	70kA	<1000kA	0.5-3kA
应用位置	次级	初级	初级	初级	初级

## 系统输入保护简介

多级防护模式：

- 1、大电流承载能力器件在前级，承载能力小的在后级
- 2、逐级释放，粗犷在前，精细在后
- 3、增加退耦





## 系统输入保护简介

整流桥前级保护电路——

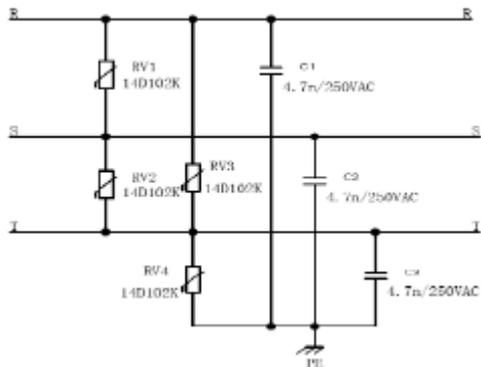
- 1、输入相与壳体（大地）间设置安规电容
- 2、相与相间设置压敏电阻，T相与地间设置压敏电阻

参数选择——

- 1、压敏电阻器两端的直流或交流电压应低于压敏电阻的标称电压  
(1) 必须保证在电压波动最大时，连续工作电压也不会超过最大允许值；  
(2) 在电源线与大地间使用压敏电阻时，有时由于接地不良而使线与地之间电压上升，所以通常采用比线与线间使用场合更高标称电压的压敏电阻器。

压敏电阻的标称值一般使用下式进行选择：

- 对于直流回路： $V_{1mA}=2*VDC$
  - 对于交流回路： $V_{1mA}=2.2*VAC$
- 2、安规电容的选取主要考虑耐压值和安规要求的漏电流

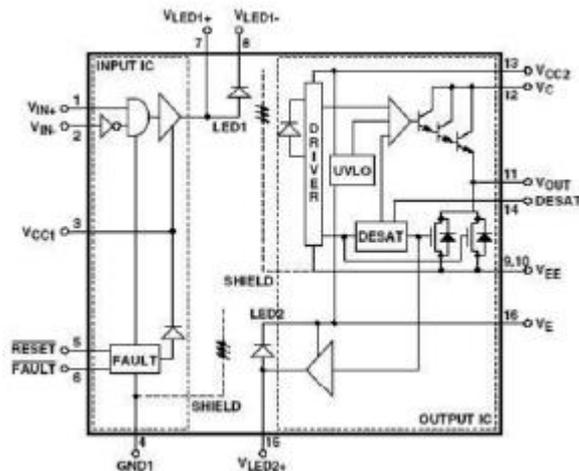


## IGBT常用驱动简介

HCPL-316J

**开通过程：**若VIN+正常输入，脚14没有过流信号，且VCC2-VE=12v即输出正向驱动电压正常，驱动信号输出高电平，故障信号和欠压信号输出低电平。首先3路信号共同输入到JP3，D点低电平，B点也为低电平，50×DMOS处于关断状态。此时JP1的输入的4个状态从上至下依次为低、高、低、低，A点高电平，驱动三级达林顿管导通，IGBT也随之开通。

**过流保护过程：**若IGBT出现过流信号（脚14检测到IGBT集电极上电压=7V），而输入驱动信号继续加在脚1，欠压信号为低电平，B点输出低电平，三级达林顿管被关断，1×DMOS导通，IGBT栅射集之间的电压慢慢放掉，实现慢降栅压。当VOUT=2V时，即VOUT输出低电平，C点变为低电平，B点为高电平，50×DMOS导通，IGBT栅射集迅速放电。故障线上信号通过光耦，再经过RS触发器，Q输出高电平，使输入光耦被封锁。同理可以分析只欠压的情况和即欠压又过流的情况。

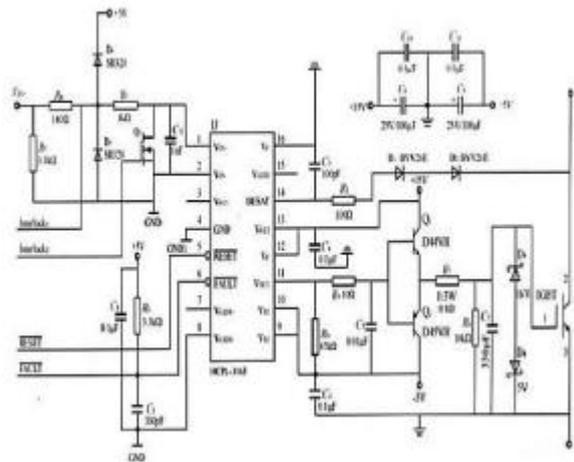


## IGBT常用驱动简介

HCPL-316J

**输入侧：**左边的VIN+，FAULT和RESET分别与微机相连。R7，R8，R9，D5，D6和C12起输入保护作用，防止过高的输入电压损坏IGBT，但是保护电路会产生约 $1\mu\text{s}$ 延时，在开关频率超过 $100\text{kHz}$ 时不适合使用。Q3最主要起互锁作用，当两路PWM信号（同一桥臂）都为高电平时，Q3导通，把输入电平拉低，使输出端也为低电平。图3中的互锁信号Inter lock，Inter lock2分别与另外一个316J Inter lock2和Inter lock1相连。R1和C2起到了对故障信号的放大和滤波，当有干扰信号后，能让微机正确接受信息。

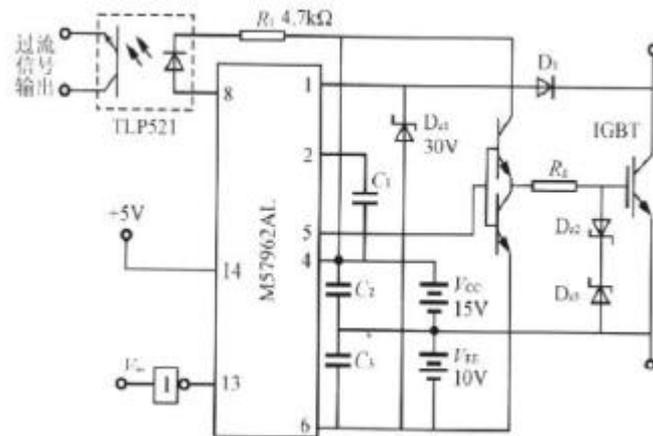
**输出侧：**R5和C7关系到IGBT开通的快慢和开关损耗，增加C7可以明显地减小 $di/dt$ 。首先计算栅极电阻：其中 $I_{ON}$ 为开通时注入IGBT的栅极电流。为使IGBT迅速开通，设计， $I_{ONMAX}$ 值为 $20\text{A}$ 。输出低电平 $V_{OL}=2\text{V}$ 。



## IGBT常用驱动简介

### M57962L

当驱动信号通过脚14和脚13时，经过高速光耦隔离，由M57962AL内置接口电路传输至功率放大极，在M57962AL的脚5产生+15V开栅和-10V关栅电压，驱动IGBT通断。当脚1检测到电压为7V时，模块认定电路短路，立即通过光耦输出关断信号，使脚5输出低电平，从而将IGBT的G—E两端置于负向偏置，可靠关断。同时，输出误差信号使故障输出端(脚8)为低电平，从而驱动外接的保护电路工作。延时2~3s后，若检测到脚13为高电平，则M57962AL恢复工作。稳压管DZ1用于防止D1击穿而损坏M57962AL，R<sub>g</sub>为限流电阻，DZ2和DZ3起限幅作用，以确保可靠通断。

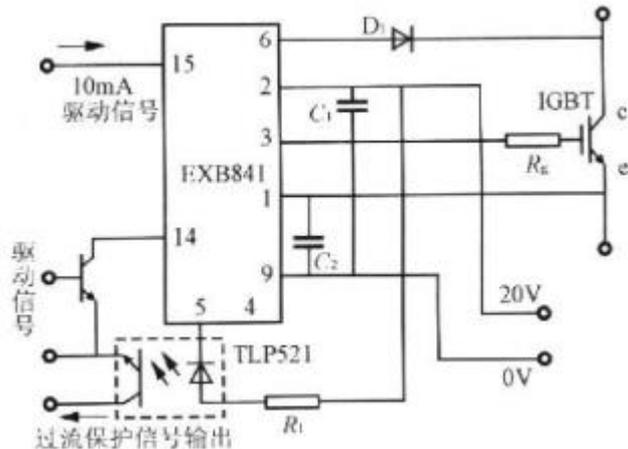


## IGBT常用驱动简介

### EXB841

电容C1、C2用于吸收高频噪音。当脚3输出脉冲的同时，通过快速二极管D1检测IGBT的C—E间的电压。当 $V_{ce} > 7V$ 时，过流保护电流控制运算放大器，使其输出软关断信号，在 $10\mu s$ 内将脚3输出电平降为0。因EXB841无过流自锁功能，所以外加过流保护电路，一旦产生过流，可通过外接光耦TLP521将过流保护信号输出，经过一定延时，以防止误动作和保证进行软关断，然后由触发器锁定，实现保护。

**缺点：**EXB841过流保护阈值过高， $V_{ce} > 7V$ 时动作，此时已远大于饱和压降；存在保护盲区；在实现异常关断时仅能提供一5V偏压，在开关频率较高、负载过大时，关断就显得不可靠；无过流保护自锁功能，在短路保护时其栅压的软关断过程被输入的关断信号所打断。



## IGBT驱动保护简介

### IGBT驱动保护原则

- (1) 动态驱动能力强，缩短开关上升、下降时间，减小损耗
- (2) 开通时能提供合适的正向栅极电压，关断是可以提供足够的反向关断栅极电压；
- (3) 尽量缩短输入输出延迟时间，以提高工作效率；
- (4) 安全的输入输出电器隔离特性，使信号电路与栅极驱动电路绝缘；
- (5) 短路、过流的情况下，具有灵敏的保护能力

## IGBT驱动保护简介

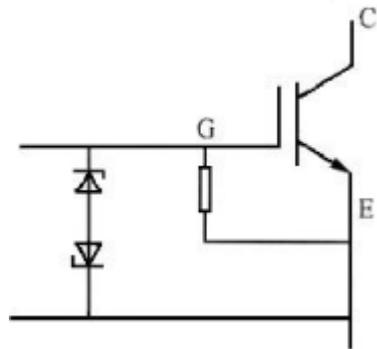
栅极保护——

1、IGBT栅极—发射极间保证电压为 $\pm 20V$ ，超出该电压范围会导致IGBT损坏

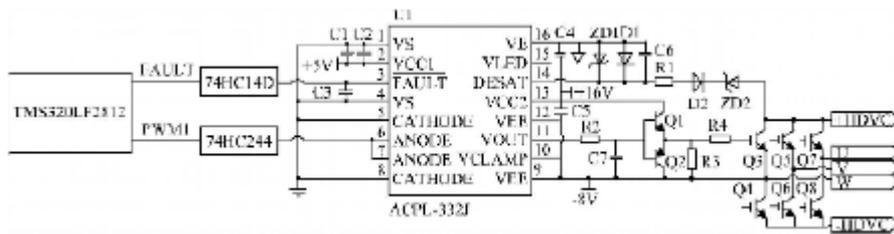
保护措施：设置栅极-发射极间电压限幅电路

2、IGBT栅极—发射极间开路，在集电极与发射极间加电压，由于集电极与栅极间存在寄生电容，导致栅极电压上升，集电极到发射极有电流流过，若集电极与发射极间加载高压，会导致IGBT损毁。

保护措施：设置栅极-发射极间并联电阻（几十K）



## IGBT驱动保护简介



基于ACPL-332J分析

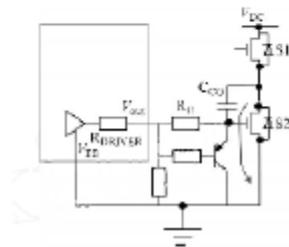
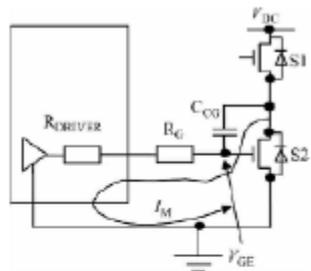
332J是基于316J的升级产品——

- 1) 直接使用GaAsP LED驱动，直接耦合到功率输出级，省去了缓冲器；
- 2) 更低的传输延迟，在整个温度范围内，最大传输延迟时间为250ns；
- 3) 更低的脉宽失真，最大的脉宽失真为100ns；
- 4) 集成了有源米勒钳位功能
- 5) 管脚布局

## IGBT驱动保护简介

米勒钳位消除寄生导通——

- 1) 当开通上桥臂S1时，下桥臂Vce电压存在 $dV_{ce}/dt$ 变化，电流 $I_m$ 流经上桥臂S1寄生的米勒电容 $C_{co}$ 、门极电阻 $R_g$ 以及光耦内部的驱动点故障 $R_{drive}$ ，产生压降 $V_{ge}$ ， $V_{ge}=I_m(R_o+R_{drive})$ ，如果这个值超过门极阈值电压，则导致寄生导通。S2导通亦会导致同样现象。
- 2) 当S2门极电压超过阈值时，三极管导通将门极与发射极短接，避免出现寄生导通。



## IGBT驱动保护简介

欠饱和检出与过流保护（主动保护）——

导致欠饱和的两个原因：驱动器设计不良或性能差，导致门极驱动信号功率不足；驱动电源功率不足；

检测Vce值、Vge值同时比对输出电流：

- 1) 检测门极输入电压，当其低于13V，Vce升高，输出大电流时，进一步导致Vce升高但未超过设定的阈值，IGBT导通损耗增高，为避免模块过温损毁，封锁驱动。
- 2) Vce升高超过预设阈值，触发软关断机制，在出现破坏性损毁前彻底关断IGBT；通过封锁PWM输入、拉低门极使其负偏实现。

降低线路延迟及驱动内部延迟提升系统响应，从而提升IGBT保护的成功率及可靠性。

Thanks !