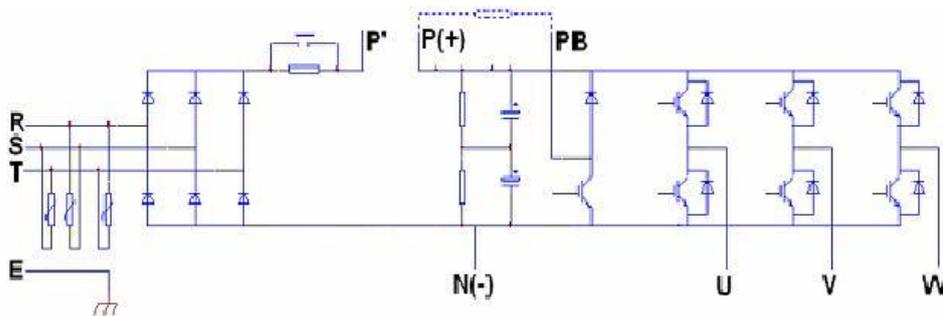


新手入门 1--变频器电路原理分析

要想做好变频器维修,当然了解变频器基础知识是相当重要的,也是迫不及待的。下面我们就来分享一下变频器维修基础知识。大家看完后,如果有不正确地方,望您指正,如果觉得还行支持一下,给我一些鼓动!

变频器维修入门--电路分析图

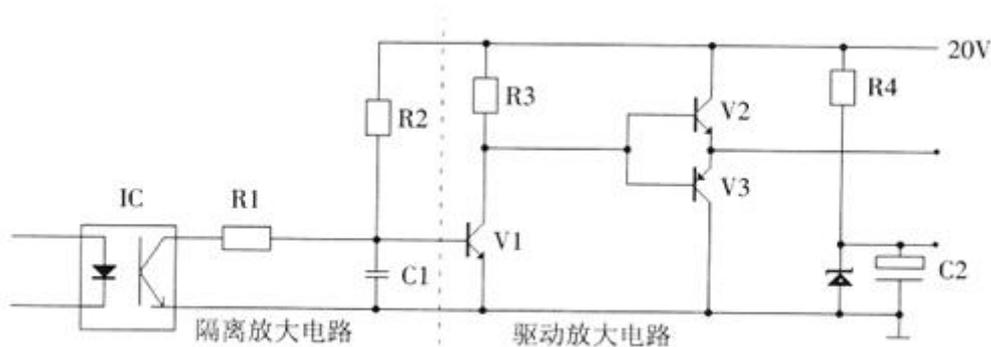
对于变频器修理,仅了解以上基本电路还远远不够的,还须深刻了解以下主要电路。主回路主要由整流电路、限流电路、滤波电路、制动电路、逆变电路和检测取样电路部分组成。图 2.1 是它的结构图。



1) 驱动电路

驱动电路是将主控电路中 CPU 产生的六个 PWM 信号,经光电隔离和放大后,作为逆变电路的换流器件(逆变模块)提供驱动信号。

对驱动电路的各种要求,因换流器件的不同而异。同时,一些开发商开发了许多适宜各种换流器件的专用驱动模块。有些品牌、型号的变频器直接采用专用驱动模块。但是,大部分的变频器采用驱动电路。从修理的角度考虑,这里介绍较典型的驱动电路。图 2.2 是较常见的驱动电路(驱动电路电源见图 2.3)。



图二 驱动电路图

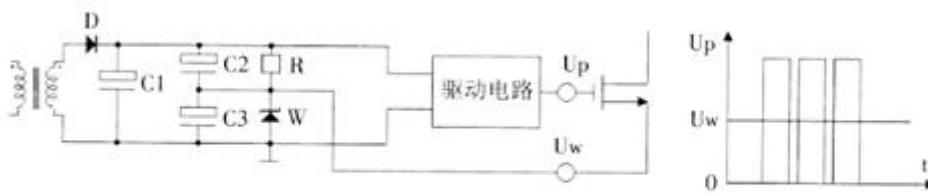


图2.3 驱动电路电源图

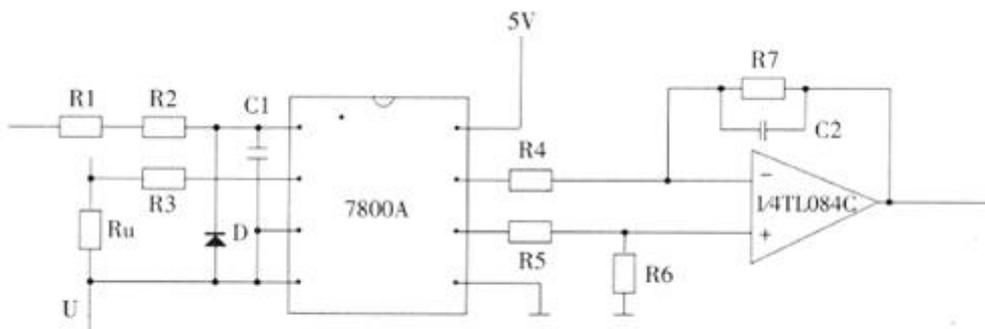
驱动电路由隔离放大电路、驱动放大电路和驱动电路电源组成。三个上桥臂驱动电路是三个独立驱动电源电路，三个下桥臂驱动电路是一个公共的驱动电源电路。

2) 保护电路

当变频器出现异常时，为了使变频器因异常造成的损失减少到最小，甚至减少到零。每个品牌的变频器都很重视保护功能，都设法增加保护功能，提高保护功能的有效性。

在变频器保护功能的领域，厂商可谓使尽解数，作好文章。这样，也就形成了变频器保护电路的多样性和复杂性。有常规的检测保护电路，软件综合保护功能。有些变频器的驱动电路模块、智能功率模块、整流逆变组合模块等，内部都具有保护功能。

图 2.4 所示的电路是较典型的过流检测保护电路。由电流取样、信号隔离放大、信号放大输出三部分组成。

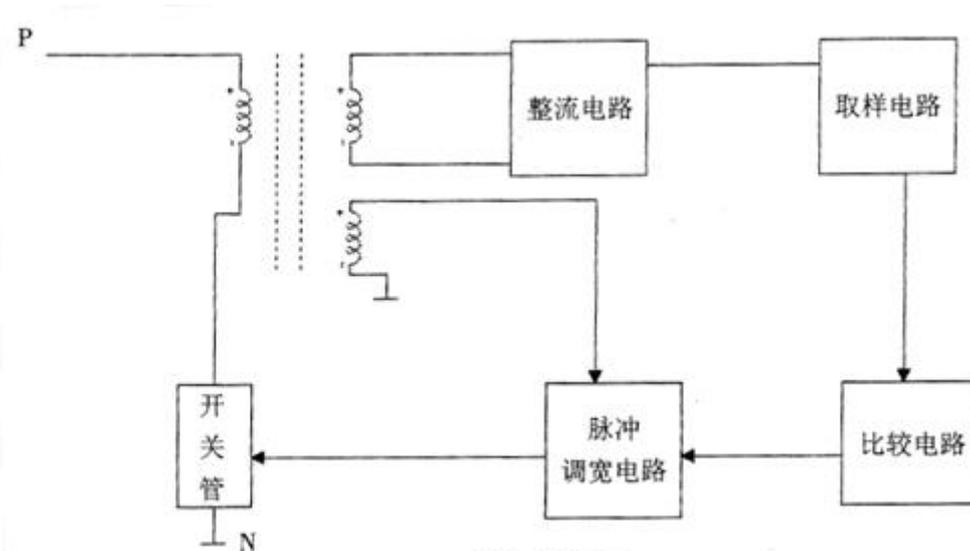


图四 电流检测保护电路(U)相

3) 开关电源电路

开关电源电路向操作面板、主控板、驱动电路及风机等电路提供低压电源。图

2.5 富士 G11 型开关电源电路组成的结构图。

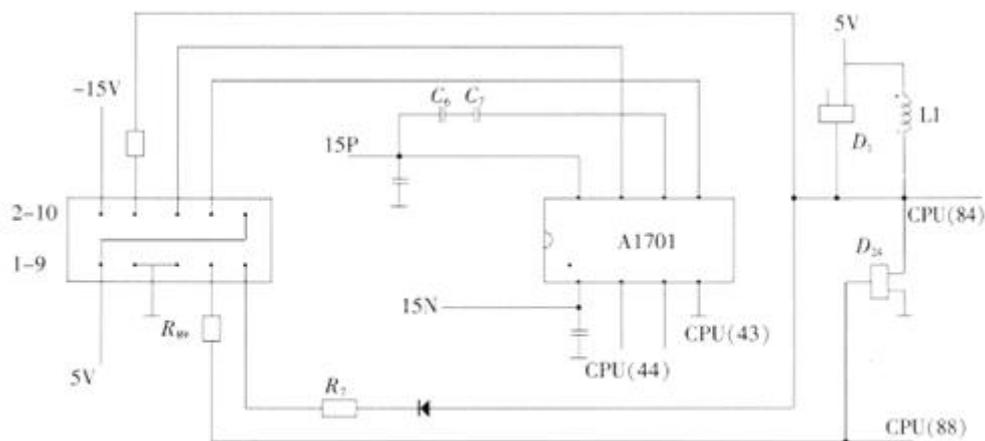


图五 开关电路结构图

直流高压 P 端加到高频脉冲变压器初级端，开关调整管串接脉冲变压器另一个初级端后，再接到直流高压 N 端。开关管周期性地导通、截止，使初级直流电压换成矩形波。由脉冲变压器耦合到次级，再经整流滤波后，获得相应的直流输出电压。它又对输出电压取样比较，去控制脉冲调宽电路，以改变脉冲宽度的方式，使输出电压稳定。

4) 主控板上通信电路

当变频器由可编程 (PLC) 或上位计算机、人机界面等进行控制时，必须通过通信接口相互传递信号。图 2.6 是 LG 变频器的通讯接口电路。



图六 变频器通讯接口

变频器通信时，通常采用两线制的 RS485 接口。西门子变频器也是一样。两线分别用于传递和接收信号。变频器在接收到信号后传递信号之前，这两种信号都经过缓冲器 A1701、75176B 等集成电路，以保证良好的通信效果。

所以，变频器主控板上的通信接口电路主要是指这部分电路，还有信号的抗干扰电路。

5) 外部控制电路

变频器外部控制电路主要是指频率设定电压输入，频率设定电流输入、正转、反转、点动及停止运行控制，多档转速控制。频率设定电压（电流）输入信号通过变频器内的 A/D 转换电路进入 CPU。其他一些控制通过变频器内输入电路的光耦隔离传递到 CPU 中。

在下面文章中，上传了有关变频器的维修知识供大家分享！

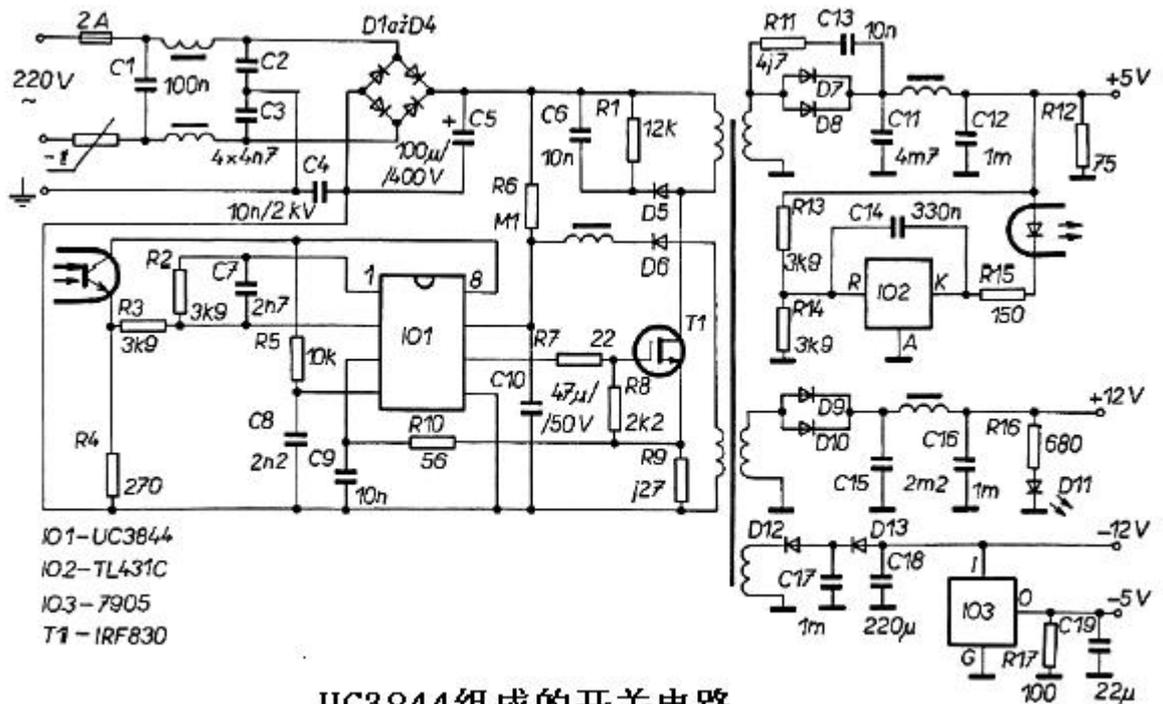
根据大家对我的提议以及对我的支持，现在将一些变频器最基本，基础的知识贡献给大家。

变频器开关电源电路

变频器开关电源主要包括输入电网滤波器、输入整流滤波器、变换器、输出整流滤波器、控制电路、保护电路。我们公司产品开关电源电路如下图，是由 UC3844 组成的开关电源：

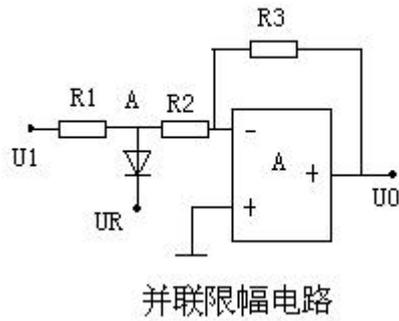
开关电源主要有以下特点：

- 1, 体积小, 重量轻: 由于没有工频变频器, 所以体积和重量吸有线性电源的 20~30%
- 2, 功耗小, 效率高: 功率晶体管工作在开关状态, 所以晶体管的上功耗小, 转化效率高, 一般为 60~70%, 而线性电源只有 30~40%

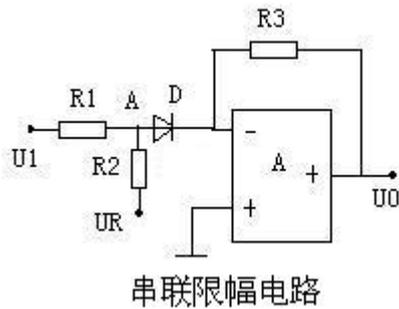


二极管限幅电路限幅器是一个具有非线性电压传输特性的运放电路。其特点是：当输入信号电压在某一范围时，电路处于线性放大状态，具有恒定的放大倍数，而超出此范围，进入非线性区，放大倍数接近于零或很低。在变频器电路设计中要求也是很高的，要做一个好的变频器维修技术员，了解它也相当重要。

1、 二极管并联限幅器电路图如下所示：

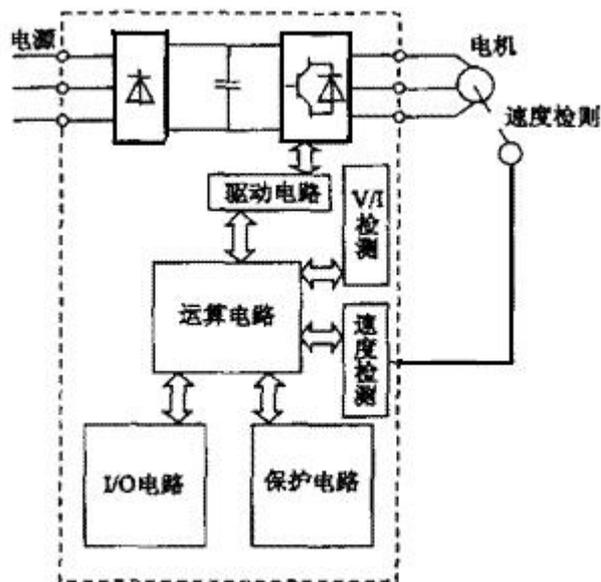


2、 二极管串联限幅电路如下图所示：



变频器控制电路组成

如图 1 所示，控制电路由以下电路组成：频率、电压的运算电路、主电路的电压、电流检测电路、电动机的速度检测电路、将运算电路的控制信号进行放大的驱动电路，以及逆变器和电动机的保护电路。



在图 1 点划线内，无速度检测电路为开环控制。在控制电路增加了速度检测电路，即增加速度指令，可以对异步电动机的速度进行控制更精确的闭环控制。

1) 运算电路将外部的速度、转矩等指令同检测电路的电流、电压信号进行比较运算，决定逆变器的输出电压、频率。

2) 电压、电流检测电路

与主回路电位隔离检测电压、电流等。

3) 驱动电路

为驱动主电路器件的电路，它与控制电路隔离使主电路器件导通、关断。

4) I/O 输入输出电路

为了变频器更好人机交互，变频器具有多种输入信号的输入（比如运行、多段速度运行等）信号，还有各种内部参数的输出“比如电流、频率、保护动作驱动等）信号。

5) 速度检测电路

以装在异步电动轴机上的速度检测器（TG、PLG 等）的信号为速度信号，送入运算回路，根据指令和运算可使电动机按指令速度运转。

6) 保护电路

检测主电路的电压、电流等，当发生过载或过电压等异常时，为了防止逆变器和异步电动机损坏，使逆变器停止工作或抑制电压、电流值。

逆变器控制电路中的保护电路，可分为逆变器保护和异步电动机保护两种，保护功能如下

变频器驱动电路的 HCPL-316J 特性

HCPL-316J 是由 Agilent 公司生产的一种 IGBT 门极驱动光耦合器，其内部集成集电极发射极电压欠饱和检测电路及故障状态反馈电路，为驱动电路的可靠工作提供了保障。其特性为：兼容 CMOS/TTL 电平；光隔离，故障状态反馈；开关时间最大 500ns；“软”IGBT 关断；欠饱和检测及欠压锁定保护；过流保护功能；宽工作电压范围(15~30V)；用户可配置自动复位、自动关闭。DSP 与该耦合器结合实现 IGBT 的驱动，使得 IGBT VCE 欠饱和检测结构紧凑，低成本且易于实现，同时满足了宽范围的安全与调节需要。

HCPL-316J 保护功能的实现

HCPL-316J 内置丰富的 IGBT 检测及保护功能，使驱动电路设计起来更加方便，安全可靠。其中下面详述欠压锁定保护(UVLO)和过流保护两种保护功能的工作原理：

(1) IGBT 欠压锁定保护(UVLO)功能

在刚刚上电的过程中，芯片供电电压由 0V 逐渐上升到最大值。如果此时芯片有输出会造成 IGBT 门极电压过低，那么它会工作在线性放大区。HCPL316J 芯片的欠压锁定保护的功能(UVLO)可以解决此问题。当 VCC 与 VE 之间的电压值小于 12V 时，输出低电平，以防止 IGBT 工作在线性工作区造成发热过多进而烧毁。

IGBT 导通。当 HCPL-316J 输出端 VOUT 输出为低电平时，上管 (T1) 截止，下管 (T1) 导通，VCE 为 -9V，IGBT 关断。以上就是 IGBT 的开通关断过程。

新手入门 2——变频器维修基础知识

一、先来了解模电和数电的区别

模电和数电的区别

很多刚进入电子行业，自动化行业的人士对模拟电子电路和数字电子电路存在一些疑惑，由其是刚进这行的人更是不明了，当然在接触变频器维修与维护时肯定要熟悉。

所谓模拟电子电路实际是相对数字电子电路而言。

模电：一般指频率在百兆 HZ 以下，电压在数十伏以内的模拟信号以及对此信号的分析/处理及相关器件的运用。百兆 HZ 以上的信号属于高频电子电路范畴。百伏以上的信号属于强电或高压电范畴。

数电：一般指通过数字逻辑和计算去分析、处理信号，数字逻辑电路的构成以及运用。

数电的输入和输出端一般由模电组成，构成数电的基本逻辑元素就是模电中三极管饱和特性和截止特性。

由于数电可大规模集成，可进行复杂的数学运算，对温度、干扰、老化等参数不敏感，因此是今后的发展方向。但现实世界中信息都是模拟信息（光线、无线电、热、冷等），模电是不可能淘汰的，但就一个系统而言模电部分可能会减少。理想构成为：模拟输入——AD 采样（数字化）——数字处理——DA 转换——模拟输出。

二、运放与比较器区别

运算放大器与专用比较器在变频器主控板的控电路中比较常见，它的作用也不用我去形容了，做这行的都比我清楚。

1、运放可以连接成为比较输出，比较器就是比较。那么市面上为何单独出售两种产品，他们有相同和不同之处是什么呢？

2、比较器输出一般是 OC 便于电平转换；比较器没有频补，SLEW RATE 比同级运放大，但接成放大器易自激。

比较器的开环增益比一般放大器高很多，因此比较器正负端小的差异就引起输出端变化。

3、频响是一方面，另处运放当比较器时输出不稳定，不一定能满足后级逻辑电路的要求。

4、比较器为集电极开路输出，容易输出 TTL 电平，而运放有饱和压降，使用不便。

关于运算放大器与专用比较器的区别可分为以下几点：

1、比较器的翻转速度快，大约在 NS 数量级，而运放翻转速度一般为 US 数量级（特殊高速运放除外）

2、运放可以输入负反馈电路，而比较器不能使用负反馈，虽然比较器也有同相和反相两个输入端，便因为其内部没有相位补偿电路，如果输入负反馈，电路不能稳定工作，内部无相位补偿电路，这也是比较器比运放速度快的原因。

3、运放输入初级一般采用推挽电路，双极性输出，而多数比较器输出极为集电极开路结构，所以需要上拉电阻，单极性输出，容易和数字电路连接。

三、肖特基二极管和快恢复二极管又有什么区别

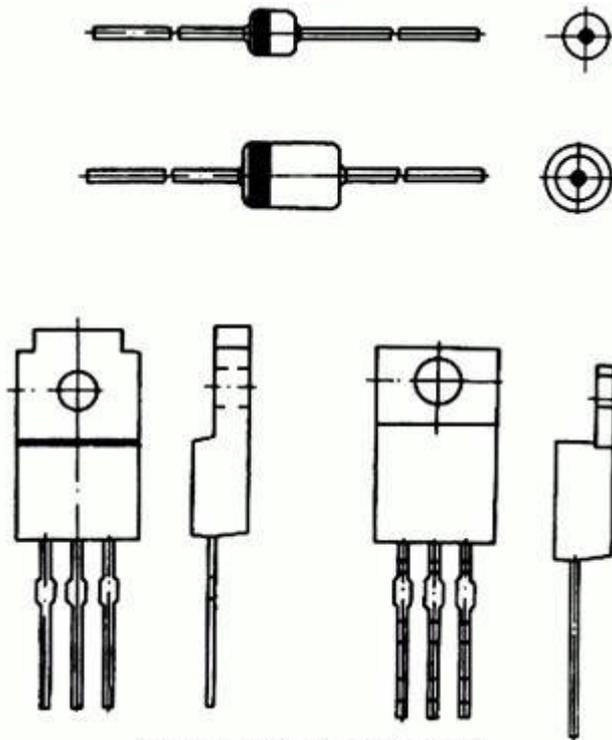


图 4.49 快恢复二极管的外形

快恢复二极管是指反向恢复时间很短的二极管（ $5\mu\text{s}$ 以下），工艺上多采用掺金措施，结构上有采用 PN 结型结构，有的采用改进的 PIN 结构。其正向压降高于普通二极管（ $1\text{--}2\text{V}$ ），反向耐压多在 1200V 以下。从性能上可分为快恢复和超快恢复两个等级。前者反向恢复时间为数百纳秒或更长，后者则在 100 纳秒以下。

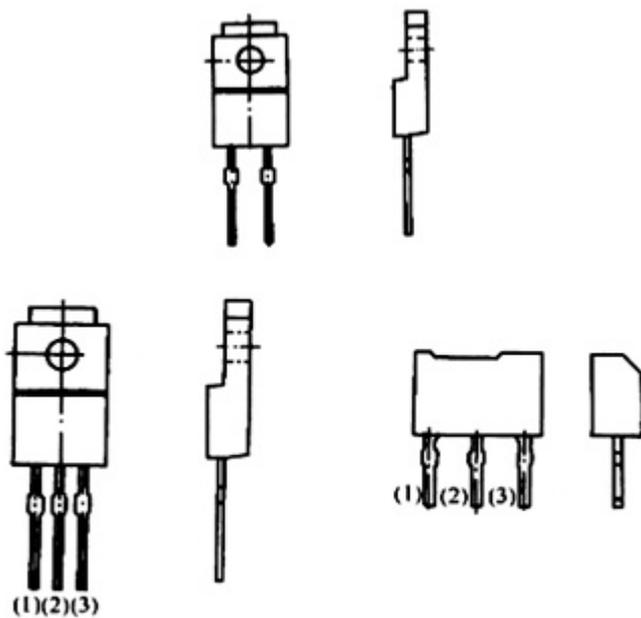


图 4-45 有引线式肖特基二极管外形

肖特基二极管是以金属和半导体接触形成的势垒为基础的二极管，简称肖特基二极管(Schottky Barrier Diode)，具有正向压降低(0.4--0.5V)、反向恢复时间很短(10-40纳秒)，而且反向漏电流较大，耐压低，一般低于150V，多用于低电压场合。

这两种管子通常用于开关电源。

肖特基二极管和快恢复二极管区别：前者的恢复时间比后者小一百倍左右，前者的反向恢复时间大约为几纳秒~！

前者的优点还有低功耗，大电流，超高速~！电气特性当然都是二极管阿~！

快恢复二极管在制造工艺上采用掺金，单纯的扩散等工艺，可获得较高的开关速度，同时也能得到较高的耐压。目前快恢复二极管主要应用在逆变电源中做整流元件。

肖特基二极管：

反向耐压值较低40V-50V，通态压降0.3-0.6V，小于10nS的反向恢复时间。它是具有肖特基特性的“金属半导体结”的二极管。其正向起始电压较低。其金属层除材料外，还可以采用金、钼、镍、钛等材料。其半导体材料采用硅或砷化镓，多为N型半导体。这种器件是由多数载流子导电的，所以，其反向饱和电流较以少数载流子导电的PN结大得多。由于肖特基二极管中少数载流子的存贮效应甚微，所以其频率响仅为RC时间常数限制，因而，它是高频和快速开关的理想器件。其工作频率可达100GHz。并且，MIS（金属-绝缘体-半导体）肖特基二极管可以用来制作太阳能电池或发光二极管。

快恢复二极管：有0.8-1.1V的正向导通压降，35-85nS的反向恢复时间，在导通和截止之间迅速转换，提高了器件的使用频率并改善了波形。快恢复二极管在制造工艺上采用掺金，单纯的扩散等工艺，可获得较高的开关速度，同时也能得到较高的耐压。目前快恢复二极管主要应用在逆变电源中做整流元件。

四、变频器用——电解电容在电路中的作用



1, 滤波作用, 在电源电路中, 整流电路将交流变成脉动的直流, 而在整流电路之后接入一个较大容量的电解电容, 利用其充放电特性, 使整流后的脉动直流电压变成相对比较稳定的直流电压。在实际中, 为了防止电路各部分供电电压因负载变化而产生变化, 所以在电源的输出端及负载的电源输入端一般接有数十至数百微法的电解电容。由于大容量的电解电容具有一定的电感, 对高频及脉冲干扰信号不能有效地滤除, 故在其两端并联了一只容量为 $0.001\text{--}0.1\mu\text{F}$ 的电容, 以滤除高频及脉冲干扰。

2, 耦合作用: 在低频信号的传递与放大过程中, 为防止前后两级电路的静态工作点相互影响, 常采用电容耦合。为了防止信号中的低频分量损失过大, 一般总采用容量较大的电解电容。

二、电解电容的判断方法

电解电容常见的故障有, 容量减少, 容量消失、击穿短路及漏电, 其中容量变化是因电解电容在使用或放置过程中其内部的电解液逐渐干涸引起, 而击穿与漏电一般为所加的电压过高或本身质量不佳引起。判断电源电容的好坏一般采用万用表的电阻档进行测量。具体方法为: 将电容两管脚短路进行放电, 用万用表的黑表笔接电解电容的正极。红表笔接负极(对指针式万用表, 用数字式万用表测量时表笔互调), 正常时表

针应先向电阻小的方向摆动, 然后逐渐返回直至无穷大处。表针的摆动幅度越大或返回的速度越慢, 说明电容的容量越大, 反之则说明电容的容量越小。如表针指在中间某处不再变化, 说明此电容漏电, 如电阻指示值很小或为零, 则表明此电容已击穿短路。因万用表使用的电池电压一般很低, 所以在测量低耐压的电容时比较准确, 而当电容的耐压较高时, 打时尽管测量正常, 但加上高压时则有可能发生漏电或击穿现象。

三、电解电容的使用注意事项

- 1、电解电容由于有正负极性，因此在电路中使用不能颠倒联接。在电源电路中，输出正电压时电解电容的正极接电源输出端，负极接地，输出负电压时则负极接输出端，正极接地。当电源电路中的滤波电容极性接反时，因电容的滤波作用大大降低，一方面引起电源输出电压波动，另一方面又因反向通电使此时相当于一个电阻的电解电容发热。当反向电压超过某值时，电容的反向漏电阻将变得很小，这样通电工作不久，即可使电容因过热而炸裂损坏。
2. 加在电解电容两端的电压不能超过其允许工作电压，在设计实际电路时应根据具体情况留有一定的余量，在设计稳压电源的滤波电容时，如果交流电源电压为 220V 时变压器次级的整流电压可达 22V，此时选择耐压为 25V 的电解电容一般可以满足要求。但是，假如交流电源电压波动很大且有可能上升到 250V 以上时，最好选择耐压 30V 以上的电解电容。
- 3，电解电容在电路中不应靠近大功率发热元件，以防因受热而使电解液加速干涸。
- 4、对于有正负极性的信号的滤波，可采取两个电解电容同极性串联的方法，当作一个无极性的电容。

五、色环电阻估算



为了使广大的初学者能够迅速地算出色环电阻的阻值，笔者根据实践经验总结出速算色环电阻的“顺口溜”献给广大的初学者。

现在常用的色环电阻多为四环电阻，也有少数是五环电阻，而且五环电阻属于精密电阻，误差很小。两种色环电阻的表示方法见图 1，举例说明见图 2，其包环含义见附表。

以下是以四环电阻为例的速算“顺口溜”，但也同样适用于五环电阻值的计算。

色环电阻是四环，橙为十千黄百千，
一环二环数相连，绿色环为兆欧级，
棕 1 红 2 橙是 3，蓝紫灰白依次排。
黄 4 绿 5 蓝为 6，阻值误差百分算，
紫 7 灰 8 白是 9，差多差少看四环。
黑是 0 来不用算，紫点 1 来蓝点 2，
阻值范围三环定，绿点 5 来记心间。
几点几欧金银环，棕 1 红 2 金是 5，
黑十棕百红为千，无色 20 银减半。

“顺口溜”中“一环二环数相连”表示两个数为连写，如一环为棕色，二环为红色，即写为12。“黑是0来不用算”表示数值色环如果为黑环可直接写成0，如绿、黑环直接写为50。“阻值范围三环定，几点几欧金银环”指的是该电阻的阻值大小由三环决定，并且第三环是金、银环的，说明该电阻的阻值范围在几点几欧内，如绿、棕、金环为5.1Ω，而绿、棕、银则为0.51Ω。“黑十棕百红为千”是指电阻第三环为黑环时，该电阻的阻值在几十欧以内，棕色环时其阻值在几百欧以内，红色环时阻值在几千欧以内。如橙、橙、黑为33Ω；橙、橙、棕为330Ω；而橙、橙、红则为3300Ω，以此类推。“阻值误差百分算，差多差少看四环”是指色环电阻的误差是用百分数来计算的，其误差多少要看第四环的颜色来确定。如颜色为金色，则该电阻的误差是±5%，无色环为±20%，银色环的则为±10%。上述三种误差适用于四环电阻，而五环电阻的误差是看第五道环，其中紫环的误差为±0.1%，蓝环误差为±0.2%，绿环误差为±0.5%，棕环误差为±1%，红环误差为±2%。

六、变频器用——压敏电阻基础知识

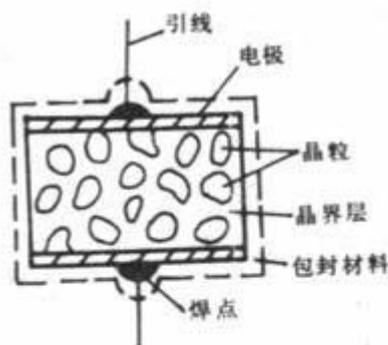


图 1

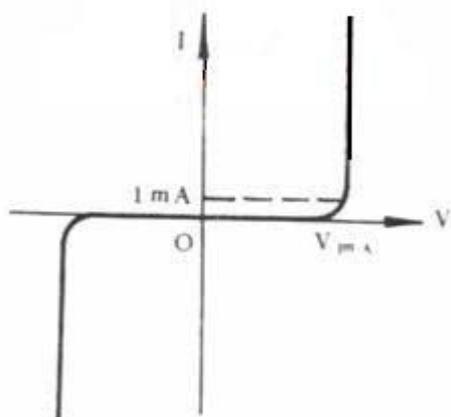


图 2

1、什么是“压敏电阻”

“压敏电阻是中国大陆的名词，意思是“在一定电流电压范围内电阻值随电压而变”，或者是说“电阻值对电压敏感”的阻器。相应的英文名称叫“Voltage Dependent Resistor”简称为“VDR”。

压敏电阻器的电阻体材料是半导体，所以它是半导体电阻器的一个品种。现在大量使用的“氧化锌”(ZnO)压敏电阻器，它的主体材料有二价元素(Zn)和

六价元素氧(O)所构成。所以从材料的角度来看,氧化锌压敏电阻器是一种“II-VI族氧化物半导体”。

在中国台湾,压敏电阻器是按其用途来命名的,称为“突波吸收器”。压敏电阻器按其用途有时也称为“电冲击(浪涌)抑制器(吸收器)”。

2、压敏电阻电路的“安全阀”作用

压敏电阻有什么用?压敏电阻的最大特点是当加在它上面的电压低于它的阈值“UN”时,流过它的电流极小,相当于一只关死的阀门,当电压超过UN时,流过它的电流激增,相当于阀门打开。利用这一功能,可以抑制电路中经常出现的异常过电压,保护电路免受过电压的损害。

3、应用类型

不同的使用场合,应用压敏电阻的目的,作用在压敏电阻上的电压/电流应力并不相同,因而对压敏电阻的要求也不相同,注意区分这种差异,对于正确使用是十分重要的。

4、电路功能用压敏电阻

压敏电阻主要应用于瞬态过电压保护,但是它的类似于半导体稳压管的伏安特性,还使它具有多种电路元件功能,例如可用作:

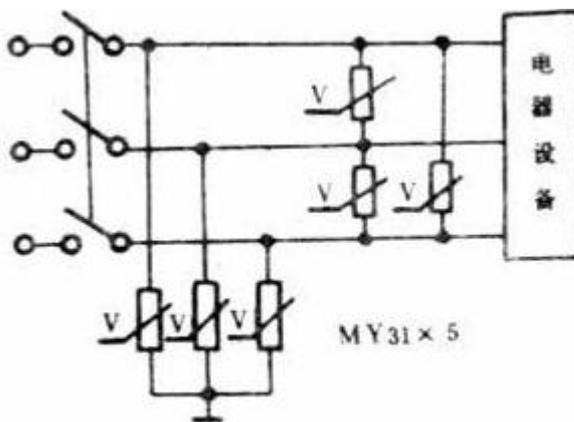
(1) 直流高压小电流稳压元件,其稳定电压可高达数千伏以上,这是硅稳压管无法达到的。

(2) 电压波动检测元件。

(3) 直流电瓶移位元件。

(4) 均压元件。

(5) 荧光启动元件



图一

5、保护用压敏电阻的基本性能

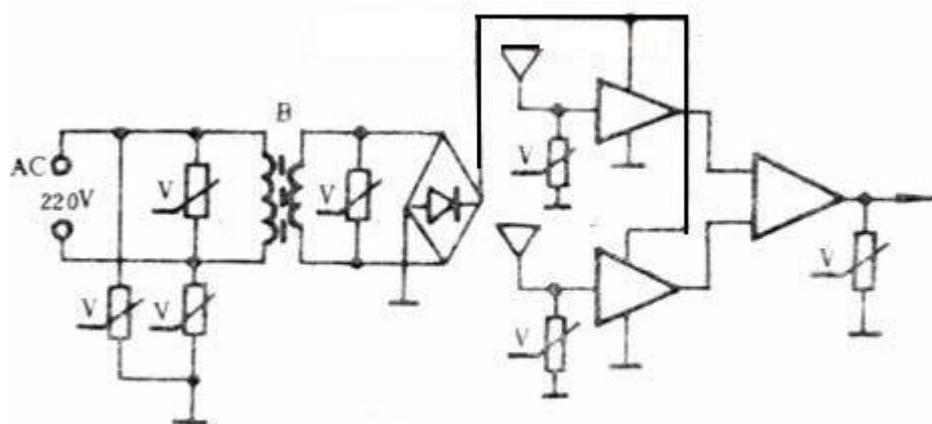
(1) 保护特性,当冲击源的冲击强(或冲击电流 $I_{sp}=U_{sp}/Z_s$)不超过规定值时,压敏电阻的限制电压不允许超过被保护对象所能承受的冲击耐电压(U_{rp})。

(2) 耐冲击特性,即压敏电阻本身应能承受规定的冲击电流,冲击能量,以及多次冲击相继出现时的平均功率。

(3) 寿命特性有两项,一是连续工作电压寿命,即压敏电阻在规定环境温度和系统电压条件应能可靠地工作规定的时间(小时数)。二是冲击寿命,即能可靠

地承受规定的冲击的次数。

(4) 压敏电阻介入系统后，除了起到“安全阀”的保护作用外，还会带入一些附加影响，这就是所谓“二次效应”，它不应降低系统的正常工作性能。这时要考虑的因素主要有三项，一是压敏电阻本身的电容量（几十到几万 PF），二是在系统电压下的漏电流，三是压敏电阻的非线性电流通过源阻抗的耦合对其他电路的影响。



图二

七、发光二极管的好坏测试

测试发光二极管的好坏，可以按照测试普通硅二极管正反向电阻的方法测试。

指针式万用表拨在 R*100 或 R*1K 档，

用黑表笔接发光二极管正极，红表笔接负极，测得正向电阻应在 20=40K；

用黑表笔接发光二极管负极，红表笔接正极，测得反向电阻应大于 500K 以上。

用数字式万用表拨在二极管档，黑表笔接发光二极管正极，红表笔接负极，阻值为无穷大。

黑表笔接发光二极管负极，红表笔接正极，发光二极管会有微亮，表示正常。

测式方法如图

