

## 1、在晶体管整流电路中，对触发电路有什么要求？

答：1、触发电路必须有足够的输出功率；2、触发脉冲必须与主回路电源电压保持同步；3、触发脉冲要有一定的宽度，且脉冲前沿要陡；4、触发脉冲的移相范围应能满足主电路的要求；

## 2、使用间接直流变流电路的原因是什么？

答：采用这种结构的变换原因：1、输出端与输入端需要隔离。2、某些应用中需要相互隔离的多路输出。3、输出电压与输入电压的比例远小于1或远大于1。4、交流环节用较高的工作频率，可以减小变压器和滤波电感、滤波电容的体积和重量。

## 3、交交变频电路的最高输出频率是多少？提高的因素是什么？

答：一般来讲，构成交交变频电路的两组变流电路的脉波数越多，最高输出频率就越高。当交交变频电路中采用常用的6脉波三相桥式整流电路时，最高输出频率不应高于电网频率的 $1/3 \sim 1/2$ 。当电网频率为50Hz时，交交变频电路输出的上限频率为20Hz左右。当输出频率增高时，输出电压一周期所包含的电网电压段数减少，波形畸变严重，电压波形畸变和由此引起的电流波形畸变以及电动机的转矩脉动是限制输出频率提高的主要因素。

## 4、换流方式各有哪几种？各有什么特点？

答：换流方式有4种：

器件换流：利用全控器件的自关断能力进行换流。全控型器件采用此换流方式。

电网换流：由电网提供换流电压，只要把负的电网电压加在欲换流的器件上即可。

负载换流：由负载提供换流电压，当负载为电容性负载即负载电流超前于负载电压时，可实现负载换流。

强迫换流：设置附加换流电路，给欲关断的晶闸管强迫施加反向电压换流称为强迫换流。通常是利用附加电容上的能量实现，也称电容换流。晶闸管电路不能采用器件换流，根据电路形式的不同采用电网换流、负载换流和强迫换流3种方式。

## 5、什么是TCR？什么是TSC？它们的基本原理是什么？各有什么特点？

答：TCR是晶闸管控制电抗器。TSC是晶闸管投切电容器。

基本原理：TCR是利用电抗器来吸收电网中的无功功率（或提供感性的无功功率）。TSC则是利用晶闸管来控制用于补偿无功功率的电容器的投入和切除来向电网提供无功功率（提供

容性的无功功率)。

特点是：TCR 只能提供感性的无功功率，但无功功率的大小是连续的。实际应用中往往配以固定电容器 (FC)，就可以在从容性到感性的范围内连续调节无功功率。TSC 提供容性的无功功率，符合大多数无功功率补偿的需要。其提供的无功功率不能连续调节，但在实用中只要分组合理，就可以达到比较理想的动态补偿效果。

## 6、导致逆变失败的原因是什么？

答：逆变失败的原因有很多，主要有以下几种情况

- 1、触发电路工作不可靠，不能适时，准确的给晶闸管分配脉冲，如脉冲丢失，脉冲延时等，致使晶闸管不能正常换相，使交流电源电压和直流电动势顺向串联，形成短路。
- 2、晶闸管发生故障，在应该阻断期间，器件失去阻断能力，或在应该导通时，器件不能导通，造成逆变失败。
- 3、在逆变工作时，交流电源发生缺项或突然消失，由于直流电动势  $E_m$  的存在，晶闸管仍可导通，此时变流器的交流侧由于失去了同直流电动势极性相反的交流电压，因此直流电动势将通过晶闸管使电路短路。
- 4、换向的裕量角不足，引起换相失败，应考虑变压器漏引起重叠角对逆变电路换相的影响（造成逆变失败的原因有 逆变桥晶闸管或元件损坏，供电电源缺相，逆变角太小，触发脉冲丢失或未按时到达，等几种）。

## 7、试说明 PWM 控制的基本原理。

答：PWM 控制就是对脉冲的宽度进行调制的技术。即通过对一系列脉冲的宽度进行调制，来等效地获得所需要波形（含形状和幅值）。在采样控制理论中有一条重要的结论：冲量相等而形状不同的窄脉冲加在具有惯性的环节上时，其效果基本相同，冲量即窄脉冲的面积。效果基本相同是指环节的输出响应波形基本相同。上述原理称为面积等效原理以正弦 PWM 控制为例。把正弦半波分成  $N$  等份，就可把其看成是  $N$  个彼此相连的脉冲列所组成的波形。这些脉冲宽度相等，都等于  $\pi/N$ ，但幅值不等且脉冲顶部不是水平直线而是曲线，各脉冲幅值按正弦规律变化。如果把上述脉冲列利用相同数量的等幅而不等宽的矩形脉冲代替，使矩形脉冲的中点和相应正弦波部分的中点重合，且使矩形脉冲和相应的正弦波部分面积（冲量）相等，就得到 PWM 波形。各 PWM 脉冲的幅值相等而宽度是按正弦规律变化的。根据面积等效原理，PWM 波形和正弦半波是等效的。对于正弦波的负半周，也可以用同样的方法得到 PWM 波形。可见，所得到的 PWM 波形和期望得到的正弦波等效。

## 8、正确使用晶体管应该注意哪些事项？

答：由于晶闸管的过电流、过电压承受能力比一般电机电器产品要小的多，使用中除了要采取必要的过电流、过电压等保护措施外，在选择晶闸管额定电压、电流时还应留有足够的安全余量。另外，使用中的晶闸管时还应严格遵守规定要求。此外，还要定期对设备进行维护，如清除灰尘、拧紧接触螺钉等。严禁用兆欧表检查晶闸管的绝缘情况。

## 9、交交变频电路的主要特点和不足是什么？其主要用途是什么？

答：交交变频电路的主要特点是：只用一次变流效率较高，可方便实现四象限工作；低频输出时的特性接近正弦波。交交变频电路的主要不足是：接线复杂如采用三相桥式电路的三相交交变频器至少要用 36 只晶闸管；受电网频率和变流电路脉波数的限制，输出频率较低；输出功率因数较低；输入电流谐波含量大，频谱复杂。

主要用途：500 千瓦或 1000 千瓦以下的大功率、低转速的交流调速电路，如轧机主传动装置、鼓风机、球磨机等场合。

## 10、交流调压电路和交流调功电路有什么区别？二者各运用于什么样的负载？为什么？

答：交流调压电路和交流调功电路的电路形式完全相同，二者的区别在于控制方式不同。交流调压电路是在交流电源的每个周期对输出电压波形进行控制。而交流调功电路是将负载与交流电源接通几个周波，再断开几个周波，通过改变接通周波数与断开周波数的比值来调节负载所消耗的平均功率。交流调压电路广泛用于灯光控制（如调光台灯和舞台灯光控制）及异步电动机的软起动，也用于异步电动机调速。在供电系统中，还常用于对无功功率的连续调节。此外，在高电压小电流或低电压大电流直流电源中，也常采用交流调压电路调节变压器一次电压。如采用晶闸管相控整流电路，高电压小电流可控直流电源就需要很多晶闸管串联；同样，低电压大电流直流电源需要很多晶闸管并联。这都是十分不合理的。采用交流调压电路在变压器一次侧调压，其电压电流值都不太大也不太小，在变压器二次侧只要用二极管整流就可以了。这样的电路体积小、成本低、易于设计制造。交流调功电路常用于电炉温度这样时间常数很大的控制对象。由于控制对象的时间常数大，没有必要对交流电源的每个周期进行频繁控制。

## 11、什么是电压型逆变电路？什么是电流型逆变电路？二者各有什么特点？

答：按照逆变电路直流侧电源性质分类，直流侧是电压源的逆变电路称为电压型逆变电路，直流侧是电流源的逆变电路称为电流型逆变电路。

电压型逆变电路的主要特点是：

- ①直流侧为电压源，或并联有大电容，相当于电压源。直流侧电压基本无脉动，直流回路呈现低阻抗。
- ②由于直流电压源的钳位作用，交流侧输出电压波形为矩形波，并且与负载阻抗角无关。而交流侧输出电流波形和相位同负载阻抗情况的不同而不同。
- ③当交流侧为阻感负载时需要提供无功功率，直流侧电容起缓冲无功能量的作用。为了给交流侧向直流侧反馈的无功能量提供通道，逆变桥各臂都并联了反馈二极管。

电流型逆变电路的主要特点是：

- ①直流侧串联有大电感，相当于电流源。直流侧电流基本无脉动，直流回路呈现高阻抗。
- ②电路中开关器件的作用是改变直流电路的流通过径，因此交流侧输出电流为矩形波，并且与负载阻抗角无关。而交流侧输出电压波形和相位则因负载阻抗情况的不同而不同。
- ③当交流侧为阻感负载时需要提供无功功率，直流侧电感起缓冲无功能量的作用。因为反馈无功能量时直流电流并不反向，因此不必像电压型逆变电路那样要给开关器件反并联。

## 12、晶闸管两端并联 R、C 吸收回路的主要作用有哪些？其中电阻 R 的作用是什么？

答：R、C 回路的作用是：吸收晶闸管瞬间过电压，限制电流上升率，动态均压作用。R 的作用为：使 L、C 形成阻尼振荡，不会产生振荡过电压，减小晶闸管的开通电流上升率，降低开通损耗。

## 13、实现有源逆变必须满足哪两个必不可少的条件？

答：直流侧必需外接与直流电流  $I_d$  同方向的直流电源  $E$ ，其数值要稍大于逆变器输出平均电压  $U_d$ ，才能提供逆变能量。逆变器必需工作在  $\beta < 90^\circ$  ( $\alpha > 90^\circ$ ) 区域，使  $U_d < 0$ ，才能把直流功率逆变为交流功率返送电网。

## 14、晶闸管触发的触发脉冲要满足哪几项基本要求？

答：1、触发信号应有足够的功率。2、触发脉冲应有一定的宽度，脉冲前沿尽可能陡，使元件在触发导通后，阳极电流能迅速上升超过擎住电流而维持导通。3、触发脉冲必须与晶闸管的阳极电压同步，脉冲移相范围必须满足电路要求。

## 15、什么是逆变失败？逆变失败后有什么后果？形成的原因是什么

答：逆变失败指的是：逆变过程中因某种原因使换流失败，该关断的器件未关断，该导通的器件未导通。从而使逆变桥进入整流状态，造成两电源顺向联接，形成短路。逆变失败后果是严重的，会在逆变桥与逆变电源之间产生强大的环流，损坏开关器件。产生逆变失败的原因：一是逆变角太小；二是出现触发脉冲丢失；三是主电路器件损坏；四是电源缺相等。

## 16、根据对输出电压平均值进行控制的方法不同，直流斩波电路可有哪三种控制方式？并简述其控制原理。

答：1、第一种调制方式为：保持开关周期不变，改变开关导通时间  $t_{on}$  称为脉宽调制。简称“PWM”调制。2、第二种调制方式为：保持开关导通时间  $t_{on}$  不变，改变开关周期，

称为频率调制。简称为“PFM”调制。3、第三种调制方式为：同时改变周期  $T$  与导通时间  $t_{on}$ 。使占空比改变，称为混合调制。

## 17、为使晶闸管变流装置正常工作，触发电路必须满足什么要求？

答：1、触发电路必须有足够的输出功率；2、触发脉冲必须与主回路电源电压保持同步；3、触发脉冲要有一定的宽度，且脉冲前沿要陡；4、触发脉冲的移相范围应能满足主电路的要求；

## 18、晶闸管触发的触发脉冲要满足哪几项基本要求？

答：1、触发信号应有足够的功率。2、触发脉冲应有一定的宽度，脉冲前沿尽可能陡，使元件在触发导通后，阳极电流能迅速上升超过掣住电流而维持导通。3、触发脉冲必须与晶闸管的阳极电压同步，脉冲移相范围必须满足电路要求。

## 19、电压型逆变电路中反馈二极管的作用是什么？

答：电压型逆变器当交流侧为阻感性负载时，需要向电源反馈无功功率。直流侧电容起缓冲无功能量的作用。为了给交流侧向直流侧反馈的无功能量提供通道，逆变桥各臂开关器件都反并联了反馈二极管。

## 20、对晶闸管的触发电路有哪些要求？

答：为了让晶闸管变流器准确无误地工作要求触发电路送出的触发信号应有足够大的电压和功率；门极正向偏压愈小愈好；触发脉冲的前沿要陡、宽度应满足要求；要能满足主电路移相范围的要求；触发脉冲必须与晶闸管的阳极电压取得同步。

## 21、正确使用晶闸管应该注意哪些事项？

答：由于晶闸管的过电流、过电压承受能力比一般电机电器产品要小的多，使用中除了要采取必要的过电流、过电压等保护措施外，在选择晶闸管额定电压、电流时还应留有足够的安全余量。另外，使用中的晶闸管时还应严格遵守规定要求。此外，还要定期对设备进行维护，如清除灰尘、拧紧接触螺钉等。严禁用兆欧表检查晶闸管的绝缘情况。

## 22、晶闸管整流电路中的脉冲变压器有什么作用？

答：在晶闸管的触发电路采用脉冲变压器输出，可降低脉冲电压，增大输出的触发电流，还可以使触发电路与主电路在电气上隔离，既安全又可防止干扰，而且还可以通过脉冲变压器

多个二次绕组进行脉冲分配，达到同时触发多个晶闸管的目的。

## 23、晶闸管的过电流保护常用哪几种保护方式？其中哪一种保护通常是用来作为“最后一道保护”用？

答：晶闸管的过电流保护常用快速熔断器保护；过电流继电器保护；限流与脉冲移相保护和直流快速开关过电流保护等措施进行。其中快速熔断器过电流保护通常是用来作为“最后一道保护”用的。

## 24、一般在电路中采用哪些措施来防止晶闸管产生误触发？

答：为了防止晶闸管误导通，①晶闸管门极回路的导线应采用金属屏蔽线，而且金属屏蔽层应接“地”；②控制电路的走线应远离主电路，同时尽可能避开会产生干扰的器件；③触发电路的电源应采用静电屏蔽变压器。同步变压器也应采用有静电屏蔽的，必要时在同步电压输入端加阻容滤波移相环节，以消除电网高频干扰；④应选用触发电流稍大的晶闸管；⑤在晶闸管的门极与阴极之间并接  $0.01\mu\text{F}\sim 0.1\mu\text{F}$  的小电容，可以有效地吸收高频干扰；⑥采用触发电流大的晶闸管。

## 25、试分析说明电力电子电路的驱动、保护与控制包括那些内容。

答：1、电力电子开关管的驱动：驱动器接受控制系统输出的控制信号经过处理后发出驱动信号给开关管，控制开关器件的通、断。2、过流、过压保护：它包括器件保护和系统保护两个方面。检测开关器件的电流、电压，保护主电路中的开关器件，防止过流、过压损坏开关器件。检测系统电源输入、输出以及负载的电流、电压，实时保护系统，防止系统崩溃而造成事故。3、缓冲器：在开通和关断过程中防止开关管过压和过流，减少  $du/dt$ 、 $di/dt$ ，减小开关损耗。4、滤波器：电力电子系统中都必须使用滤波器。在输出直流的电力电子系统中输出滤波器用来滤除输出电压或电流中的交流分量以获得平稳的直流电能；在输出交流的电力电子系统中滤波器滤除无用的谐波以获得期望的交流电能，提高由电源所获得的以及输出至负载的电力质量。5、散热系统：散热系统的作用是散发开关器件和其它部件的功耗发热，降低开关器件的结温。