

# 模拟电路背诵版

## 1、请问什么是 PN 结？什么是扩散运动和漂移运动？

答：在同一块半导体基片的两边分别形成 P 型和 N 型半导体，则这两个半导体的交界面处会形成一个很薄的空间电荷区，这个整体称为 PN 结。浓度差会引起载流子从高浓度流向低浓度，这种流动称为扩散运动，由于扩散运动，使得中间电荷区载流子浓度骤减，形成内电场，在电场的作用下，载流子的运动称为漂移运动。在一定的外部条件下，漂移运动最终和扩散运动达到动态平衡，此时扩散电流等于漂移电流，空间电荷区宽度一定，就形成了所谓的 PN 结。

## 2、请问 PN 结的电击穿和热击穿有什么不同？如何防止热击穿？

答：反向击穿后，只要反向电流和反向电压的乘积不超过 PN 结容许的耗散功率，PN 结一般不会损坏，即这种击穿是可逆的，称为电击穿。若反向击穿电流过大，则会导致 PN 结的结温过高而烧坏，这种击穿是不可逆的，称为热击穿。串接限流电阻可以防止 PN 结因热击穿而烧坏。

## 3、请问为什么实用中多采用硅二极管而不用锗二极管？温度升高时二极管的伏安特性曲线怎么改变？

答：虽然锗管比硅管易导通，但硅管的反向电流要比锗管的反向电流小很多，所以硅管的单向导电性和温度稳定性比较好。另外，硅管比较耐击穿、耐热，因此硅管的综合性能较好，在实用中用得较多。当温度升高时，正向特性曲线左移，反向特性曲线下移。

## 4、请问什么是 Q 点？同时含有直流电源和小信号源的电路中，分析的方法一般是怎样的？

答：Q 点反映了管子的直流工作情况，称为直流工作点，它所对应的电压、电流值称为直流工作点参数。在同时含有直流电源和小信号源的电路中，电流或电压的总量由静态量与动态量叠加而成，所以这类电路通常这样分析：首先静态分析求出静态量；然后动态分析求出动态量；再将静态量和动态量叠加得总量。

## 5、晶体管有哪几种工作状态？实际电路通常使用哪三种状态？

答：当发射结正偏导通、集电结反偏时，晶体管工作于放大状态；当发射结正偏导通、集电

结正偏时，晶体管工作于**饱和状态**；当发射结和集电结均未正偏导通时，晶体管处于**截止状态**；**放大、饱和和截止状态是实际电路通常使用的状态**。另外，当发射结反偏、集电结正偏导通时，晶体管工作于倒置放大状态。

## 6、请问晶体管有哪三种组态？必须保证的原则是什么？

答：晶体管的三个电极，**一个电极作输入端，另一个电极作输出端**，剩下的那个电极作输入和输出回路的**公共端**。根据这个公共端的不同，有**共发射极、共基极和共集电极三种组态**。三种组态中，只有基极和发射极可加输入信号，发射极和集电极可输出信号。无论哪种组态，只要晶体管有放大作用，就**必须保证发射结正偏导通、集电结反偏**。

## 7、怎样确定合适的静态工作点？Q点有什么用？

答：未加信号时，电路的工作状态称为静态，晶体管的工作点称为**静态工作点（简称Q点）**，由Q点的位置**可以很直观地看出静态点是否位于放大区**，并能看出**不失真放大信号时的动态范围大不大**，因此确定合适的Q点很重要，应该将**Q点设置在放大区**，并有足够大的动态范围。

## 8、请问什么是饱和失真和截止失真？产生的原因和对策是什么？

答：当静态工作点过低时，即集电极电流过小时，**动态工作点进入截止区**，产生截止失真；当静态工作点过高时，**动态工作点进入饱和区**，产生饱和失真。当输入信号过大时，可能**饱和和截止失真同时发生**。所以为了避免饱和、截止失真，**静态工作点应当适当调节**，并限制输入信号的大小。

## 9、请问场效应管有哪几种分类？三个极分别叫什么？其工作区怎么划分？三种组态？

答：场效应管有**结型场效应管和MOS型场效应管**两大类，两类管子都有**P和N型**，而**MOS有耗尽型和增强型**，**结型场效应管只有耗尽型**。三个极分别为**源极、栅极和漏极**。工作区分为**放大区、可变电阻区和截止区**。场效应管放大电路的组成原则与晶体管类似，首先要有合适的静态工作点，使场效应管工作在放大状态，其次要有合理的交流通路，使信号能顺利的传输并放大。按输入、输出回路公共端的不同，有**共源、共栅、共漏**三种基本组态。分析方法也与晶体管相似，**先静态分析再动态分析**。

## 10、请谈谈你对放大电路的理解？都有哪些放大电路？何为小信号和大信号放大电路？

答：放大电路只有在**不失真**的前提下**放大**才有意义，并且放大作用是针对变化量而言的，是在输入信号的作用下，利用有源器件的控制作用，将直流电压提供的部分能量转换为与输入信号成比例的输出信号的能量。因此，放大电路**实质上是一个受输入信号控制的能量转换器**。按照不同的用途，放大电路有**电压、电流、互阻、互导和功率放大电路**等；若输入信号很小，要求获得不失真的足够大输出电压的称为**电压放大电路**，也称为**小信号放大电路**；若输入信号比较大，要求输出足够功率的称为**功率放大电路**，也称为**大信号放大电路**。

## 11、请问什么是线性失真？非线性失真？

答：如果放大电路的通频带小于信号的频带，由于**信号低频段和高频段的放大倍数下降过多**，放大后的信号不能重现原来的形状，也就是输出信号产生了失真。这就是放大电路的**频率失真**，在输出信号并不产生新的频率成分，仅是原有各频率分量的相对大小和相位发生了变化，属于**线性失真**。产生新频率成分的失真则称为**非线性失真**，**饱和失真和截止失真**就属于非线性失真。

## 12、请问共射、共集和共基放大电路各有什么特点？一般用于多级放大电路的哪一级？

答：**共射放大电路输出电压和输入电压反相**，**输入电阻和输出电阻大小适中**。其电压、电流、功率增益都比较大，因而应用比较广泛，适用于**一般放大或多级放大电路的中间级**。**共集放大电路**的输出电压与输入电压不但大小近似相等，而且相位相同，即**输出电压有跟随输入电压的特点**，故也称为“**射极跟随器**”，其**输入电阻大、输出电阻小**，故可作为**多级放大电路的输入级和输出级**。**共基放大电路**具有输出电压与输入电压同相、电压放大倍数高、输入电阻小、输出电阻适中等特点。由于**共基电路有较好的高频特性**，故广泛用于**高频或宽带放大电路中**。

## 13、请问什么是差分放大电路？简述一下怎么构成的？

答：差分放大电路，也称为差动放大电路，它的**输出电压与两个输入电压之差成正比**，因此得名。它由两个完全对称的共发射极电路构成，采用双电源供电，**输入信号从两个晶体管基极加入**，称为**双端输入**，**输出信号从两个集电极输出**，称为**双端输出**。

## 14、请问什么是温度漂移？差分放大电路怎么解决温漂？

答：当工作点不稳定时，就有可能造成放大电路**零输入时输出电压不为零**，且随时间缓慢变

化，把这种现象称为**零点漂移**。因**温度变化引起的零点漂移**，称为**温度漂移**，简称**温漂**。差分放大电路采用了**对称式结构**，零输入时输出电压为零，并且当温度变化时，各项参数均产生相同的变化，输出电压将保持为零。同时又有公共**发射极电阻的负反馈调节**，使得电路的参数变化很小，所以只要保证差分放大电路完全对称，发射极电阻足够的大，就能很好的抑制温漂。

## 15、请问什么是共模信号？差模信号？差分放大电路对差模和共模信号有什么作用？什么是共模抑制比？

答：在差分放大电路的两个输入端加上**大小相等、极性相同的信号**，称为**共模输入信号**；如果加入**大小相等、极性相反的输入信号**称为**差模输入信号**。差分放大电路对**差模信号有良好的放大能力**，而对**共模信号有较强的抑制能力**。为了**表征差分放大电路的抑制共模信号的能力**，用**共模抑制比这一指标来表示**，它为**差模电压放大倍数和共模电压放大倍数的比值的绝对值**。

## 16、请问差分放大电路有哪些应用？

答：

①**可以用作多级放大电路的输入级**。可以放在集成电路的输入级利用差分电路的对称性来减小温度漂移，提高整个电路的共模抑制比。

②**用以构成自动增益控制电路**。通过控制电流源电流来控制差分放大电路的增益，可实现自动增益控制。

③**用以构成大信号限幅电路和电流开关电路**。差分放大电路在大信号差模输入电压的作用下，差分放大管交替工作在截止和放大状态，不会进入饱和区，从而避免了因饱和而带来的存储时间，提高开关速度。

④**用以构成波形变换电路**。利用差分放大电路的非线性传输特性，可将三角波变换成正弦波。

## 17、请问功率放大电路用来做什么的？分为哪几类？

答：在**多级放大电路的末级**，集成功率放大器、集成运算放大器等模拟集成电路的**输出级**，要求具有**较高的输出功率或要求具有较大的输出动态范围**。因此，就产生了这种主要用于向负载提供功率的放大电路，称为功率放大电路。根据晶体管在一个周期内的导通时间的不同，分为**甲类、乙类和甲乙类放大**。甲类放大，在**整个输入信号周期内**，管子都有电流流通；乙类放大，在一个周期内只有**半个周期有电流流通**；甲乙类，在一个周期内有**半个多周期的电流流通**。

## 18、甲类、乙类和甲乙类各有什么特点？怎么解决乙类和甲乙类波形失真严重的问题？

答：甲类放大的优点是**波形失真小**，但由于**静态工作点电流大**，故**管耗大**，**放大电路效率低**，所以它主要用于**小功率放大电路**；乙类和甲乙类放大由于**管耗小**，**放大电路效率高**，在功率放大电路中获得广泛应用，但其**输出波形失真严重**，解决方法就是在实际的电路中采用两管轮流导通的**推挽电路来减小失真**。

## 19、请问什么是交越失真？如何改善交越失真？

答：在乙类互补对称功率放大电路中，采用两只管子分别放大信号的正半周和负半周，当晶体管的工作点过小时，就会造成放大器的正半周和负半周的连接**不连续**导致放大信号的波形产生畸变，这就是交越失真。改善交越失真的办法就是采用**甲乙类互补对称功率放大器**，使得两管在静态时均处于**微导通状态**，两管轮流导通时，交替的就比较平滑，就减小了交越失真。

## 20、请问多级放大电路的耦合方式有哪两个？各有什么特点？

答：主要有**电容耦合和直接耦合**两种。

**电容耦合**：级与级之间采用电容连接，称为电容耦合，也称为阻容耦合，其通过电容隔断了级间的直流通路，因此**各级直流工作点彼此独立**，互不影响，但该种耦合方式**不能放大直流信号或缓慢变化的信号**，另外，电容耦合电路**元件较多**，**信号耦合损失较大**。

**直接耦合**：级与级之间采用直接连接的方式，称为直接耦合。直接耦合可省去级间耦合元件，信号传输的损耗很小，它不仅能放大交流信号，而且还能**放大变化十分缓慢的信号**，但前后级的**直流电位会相互影响**，使得多级放大电路的**各级静态工作点不能独立**。

## 21、多级放大电路增益与各级增益有何关系？在计算各级增益时应该注意什么问题？

答：多级放大电路的电压放大倍数等于各级电压放大倍数的**乘积**，若用**分贝表示**，多级放大电路的电压总增益等于各级电压增益的**和**。在计算各级电压放大倍数时，要注意级与级之间的相互影响，即计算每级的放大倍数时，**下一级输入电阻应作为上一级的负载来考虑**。多级放大电路的输入电阻就是由**第一级求得的考虑到后级放大电路影响后的输入电阻**，输出电阻即为**末级求得的输出电阻**。

## 22、请问什么是组合放大电路？有哪几种常见的组合放大电路？简述其特点。

答：把三种组态放大电路中的两种或者两种以上进行适当的组合，以便发挥各自的优点，获得更好的性能，这种电路常称为组合放大电路，常见的有**共射-共基放大电路、共源-共基放大电路和共集-共基放大电路等**。共射-共基组合放大电路的高频特性好，带宽大，在高频电路中得到广泛应用；共源-共基放大电路与共射-共基放大电路类似，**频带比单级共源电路的频带宽，同时兼有输入、输出电阻高的特点**。共集-共基放大电路可获得相当宽的频带，同时又能提供**足够大的增益**且高频工作稳定性好，因而广泛用于高频集成电路中。

## 23、请问什么是虚短和虚断？虚短的使用的条件是什么？

答：**虚短是指在运放处于线性状态时，把两输入端视为等电位**，即运放正输入端和负输入端的电压相等；**虚断是指运放在处于线性状态时，把两输入端视为开路**，即流入正负输入端的电流为零。**虚断是无条件使用的，因为它是内部结构决定的，而虚短的使用条件为运放的开环增益足够大，即放大倍数要大，并且要存在反馈电流。**

## 24、请问什么是正反馈？负反馈？直流反馈？交流反馈？如何判断？有何作用？

答：若引入反馈后使得**净输入信号削弱**，则称为负反馈，相反，若使得**净输入信号增强**，则称为正反馈。判断方法常用**瞬时极性法**。正反馈虽然可以提高增益，但会使得放大电路的工作稳定度、失真度、频率特性等性能变坏；负反馈**虽然降低了增益，但是却能改善放大电路各方面的性能，比如提高放大倍数的稳定性、扩宽通频带、减小非线性失真以及改变输入和输出电阻等**，故实际放大电路一般采用负反馈，而**正反馈主要用于振荡电路**。若反馈信号为直流量，则称为直流反馈，若反馈信号为交流量，则称为交流反馈。**常用直流负反馈去稳定静态工作点，交流负反馈去改善放大电路的性能。**

## 25、请问什么是电压反馈和电流反馈？串联反馈和并联反馈？如何判断？有何作用？

答：若反馈信号取样于输出电压，则称为电压反馈，取样于输出电流的，则称为电流反馈。将输出**负载短路**，不能引入反馈的为电压负反馈，能引入的为电流负反馈。电压反馈可以稳定输出电压，电流反馈可以稳定输出电流。在输入端，反馈网络与基本放大电路串联的，称为串联反馈，与基本放大电路并联的，称为并联反馈，**根据输入信号和反馈信号是否从同一端子加入，可以区分串联和并联反馈（助记：同病不同床）**。并联负反馈可使放大电路的**输入电阻减小**，削弱输入电流，串联负反馈可使**输入电阻增大**，削弱输入电压。

## 26、请问什么是自激振荡？负反馈放大电路产生自激振荡的原因是什么？怎么判断负反馈放大电路是否稳定工作？

答：所谓自激振荡是指即使没有任何输入信号时，放大电路也会产生一定频率和幅度输出信号的现象。其产生的根本原因是其基本放大电路和反馈网络在高频段和低频段会产生附加相移。如果某频率上该附加相移之和达到  $180^\circ$  时，则在该频率上的反馈信号与中频时反相而与输入信号同相，变成正反馈，当正反馈量足够大时就会产生自激振荡。通过考察负反馈放大电路的环路增益的频率响应曲线，观察是否满足幅值裕度或相位裕度来判断。

## 27、请问反相比例运算电路有哪些特点？

答：

- ①信号从反相端输入，所以输出电压与输入电压反相。电路引入了深度负反馈，其两个输入端之间具有“虚断”和“虚短”的特点。
- ②调节反馈电阻与反相端电阻的比值可以调节比例系数，可用作反相放大器，能放大也能衰减信号。
- ③输入电阻较小；输出电阻几乎为零，因此带负载能力强，带负载前后的运算关系不变。
- ④共模输入电压约为零，因此对运放共模抑制比的要求较低，反相端电位约等于零，称为“虚地”。

## 28、请问同相比例运算电路有哪些特点？

答：

- ①信号从同相端输入，所以输出电压与输入电压同相。电路引入了深度负反馈，其两个输入端之间具有“虚断”和“虚短”的特点。
- ②调节反馈电阻与反相端电阻的比值可以调节比例系数，可用作同相放大器。
- ③输入电阻趋于无穷大，输出电阻趋于零。
- ④其共模输入不为零，因此要求集成运放具有较大的最大共模输入电压和较高的共模抑制比。

## 29、振荡的平衡条件和起振条件是什么？

答：振荡电路的平衡条件有振幅平衡条件和相位平衡条件，振幅平衡条件要求整个环路的增益为 1，而相位平衡条件要求具有正反馈，起振条件也分为振幅和相位起振条件，振幅起振条件要求环路增益大于 1，而相位起振条件也是要求具有正反馈。振荡电路既要满足起振条件也要满足平衡条件。

### 30、请问什么是锁相环路？锁相环路由哪几部分构成？并作简要描述。

答：锁相环路（PLL）是一种相位自动控制电路，它是利用相位的调节去消除频率的误差，实现无误差频率跟踪的负反馈系统。它由鉴相器、环路滤波器和压控振荡器组成闭合环路。其中鉴相器能够鉴别出两个输入信号之间的相位误差，其输出电压和两个输入信号之间的相位误差成比例；环路滤波器具有低通特性，用来消除鉴相器输出信号中的高频分量和噪声，提高系统的稳定性；压控振荡器是一个电压-频率（相位）变换电路，其振荡频率和相位是受环路滤波器的输出控制的。

### 31、请问整流电路有何作用？桥式整流电路比半波整流电路有何优点？

答：整流电路是利用二极管的单向导电性，将交流电压变换为脉动的直流电压。桥式整流电路与半波整流电路相比较，其输出电压提高，脉动成分减小，电源变压器利用率提高。