

# 自动控制系统复试问题汇总

## 1.开环控制系统和闭环控制系统的概念和特点？

答：闭环控制系统是指控制装置与被控对象之间既有顺向作用又有反向联系的过程。它是按照偏差进行控制，控制精度较高，但系统所使用的元件较多，结构复杂，系统的性能分析和设计比较麻烦。开环控制系统是控制装置与被控对象之间只有顺向作用没有反向联系的过程。没有自动修正偏差的能力，抗扰动性较差，但结构简单，调整方便。

## 2.反馈控制系统的组成？

答：组成控制系统的元件有测量元件（传感器、测速发电机等），给定元件（给定电压的电位计等），比较元件（差动放大器等），放大元件（电压放大器、功率放大器等），执行元件（阀、电动机等），校正元件（有源网络等）。

## 3.自动控制系统的分类？

答：1.恒值控制系统：系统的输入是一个常值，要求被控量也是一个常值，故又称为调节器。（温度控制，液位控制等）2.随动系统：系统的输入量是随时间变化的函数，要求被控量跟随输入量的变化，故又成为伺服系统。（函数记录仪等）3.程序控制系统：系统的输入量是随时间变化的函数，要求被控量准备迅速加以复现。（数控机床等）

## 4.反馈控制系统的实例？

答：锅炉液位控制系统，电阻炉温控制系统等。

## 5.分析控制系统的工程方法有哪些？

答：时域分析法，根轨迹法，频域分析法。

## 6.控制系统的数学模型有哪些？

答：微分方程，传递函数，频率特性。

## 7.比例-微分（PD）控制特点？

答:PD 控制是一种超前校正，能在出现位置误差之前产生早期的修正信号，从而达到改善系统性能的作用。它能够增大系统的阻尼比，使超调量下降，调节时间缩短，动态性能得到改善，又使相角裕度增大，从而改善稳态性能。不影响系统的自然频率，微分控制对高频噪声有放大作用，不能用于高频情况。

## 8.测速反馈控制特点？

答:通过将输出的速度信号反馈到输入端,并与误差信号比较,测速反馈可以增大系统阻尼,使超调量下降,调节时间缩短,动态性能得到改善,但会降低开环增益,增大稳态误差。同样不影响系统自然频率。

### 9.高阶系统的性能分析?

答:通过闭环主导极点和耦极子来进行分析。

### 10.闭环极点和闭环零点对系统性能的影响?

答:闭环零点会减小系统阻尼比,从而使超调量增大,但减小峰值时间,使系统响应速度加快,这种作用会随着闭环零点接近虚轴而加剧。闭环极点会增大系统阻尼比,从而使超调量较低,但峰值时间增大,使系统响应速度变慢,这种作用会随着闭环零点接近虚轴而加剧。

### 11.线性系统稳定性的充要条件和判据?

答:系统闭环极点位于  $s$  左半平面内。时域内用劳斯表(劳斯表第一列全为正),根轨迹(根轨迹全部位于  $s$  左半平面内),频域内用奈奎斯特判据(开环传递函数正实部极点数等于奈奎斯特曲线逆时针包围  $(-1, j0)$  点圈数)。

### 12.减小或消除稳态误差的措施?

答:1.增大系统开环增益或扰动作用点之前的前向通道增益。2.在系统的前向通道或主反馈通道设置串联积分环节。3.采用串级控制内回路扰动。4.采用复合控制。

### 13.如何通过根轨迹判断系统性能?

答:稳定性(系统根轨迹位于  $s$  左半平面则系统稳定)稳态性能(通过判别系统型别和开环增益)动态性能(通过主导极点的位置)

### 14.系统频率特性的概念?

答:系统谐波输入(正弦输入)下,输出响应中与输入同频率的谐波分量与谐波输入的幅值之比称为幅频特性,相位之差成为相频特性,两者统称为系统的频率特性。

### 15.相角裕度和幅值裕度的定义?

答:设  $\omega_c$  为系统的截止频率,显然  $A(\omega_c) = 1$ , 定义相角裕度为  $\gamma = 180^\circ + \varphi(\omega_c)$ 。含义:对于闭环稳定系统,如果系统开环相频特性再滞后  $\gamma$  度,则系统将处于临界稳定状态。设  $\omega_x$  为系统穿越频率,显然  $\varphi(\omega_x) = (2k+1)\pi$ , 定义幅值裕度为  $h = 1/A(\omega_x)$ 。含义:对于闭环稳定系统,如果系统开环幅频特性再增大  $h$  倍,则系统将处于临界稳定状态。

### 16.振荡环节和二阶微分缓解的谐振频率和谐振峰值?

答:对数幅频曲线中,幅值极限处的频率成为谐振频率  $W_r$  ( $W_r=W_n \sqrt{1-2\xi^2}$ ), 谐振峰值  $M_r$  ( $M_r=1/2\xi \sqrt{1-\xi^2}$ )。

### 17.频率响应分析系统动态性能?

答:根据带宽频率  $W_b$  (定义为闭环幅频特性下降到频率为零时分贝值以下 3 分贝时的频率) 来分析,带宽频率越大,系统响应速度越快。

### 18.为什么比例 P 控制, 微分 D 控制和积分 I 控制都不能单独使用?

答:比例 P 控制, 可以提高系统的开环增益, 减小系统稳态误差, 改善系统稳态性能, 但会降低系统的相对稳定性, 甚至造成闭环系统不稳定, 因此比例 P 控制不能单独使用。微分 D 控制只对动态性能有作用, 对稳态过程没有影响, 且对系统噪声非常敏感, 所以微分 D 控制不能单独使用。积分 I 控制可以提高系统型别, 有利于稳态性能的提高, 但增加了一个位于原点的开环极点, 会使信号产生  $90^\circ$  的相角滞后, 对系统稳定性不利, 所以积分 I 控制不能单独使用。

### 19.超前校正和滞后校正的性能比较?

答:超前校正:①通过相角超前特性提高系统的相角裕度  $\gamma$  (相角裕度调节范围不能过大) 和截止频率  $W_c$ , 从而减小超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $T_s$ 。②使开环增益降低  $a$  倍, 需要其他部分提高放大倍数以使增益不变。③抗高频干扰不强, 适用于噪声电平不高的场合。滞后校正:利用其高频幅值衰减特性, 以降低系统的截止频率  $W_c$ , 提高相角裕度  $\gamma$  (相角裕度调节范围大)。

### 20.离散系统中信号的采样与复现?

答:在采样控制系统中, 把连续信号变为脉冲序列的过程成为采样, 实现采样的装置成为采样器。(香农采样定理:要使信号能够从采样信号中圆满恢复过来则要求:  $W_s > 2W_h$ ,  $W_s$  为采样角频率,  $W_h$  为输入信号的最大角频率)。在采样控制系统中, 把脉冲序列转变为连续信号的过程称为信号复现过程, 实现复现过程的装置称为保持器。保持器具有外推功能, 即现在时刻的输出信号表现为过去时刻离散信号的外推, 零阶保持器就是一种按照常值外推的元件。

### 21.离散系统稳定的充要条件以及判据?

答:当系统特征方程的所有特征根都位于  $z$  平面上单位圆内, 则离散系统稳定。判据:①应用双线性变化再用劳斯稳定判据②朱利稳定判据③对于低阶系统可直接求特征根判别。

### 22.非线性系统和线性系统的比较?

答:非线性系统的输入与输出不再呈线性关系, 因此叠加原理不再适用。同时, 非线性系统的运动具有如下特点:①稳定性分析复杂:非线性系统可能存在多个平衡状态, 并且每个平衡状态可能稳定可能不稳定, 平衡状态的稳定性不仅与系统的结构和参数有关, 而且与系统的初始条件有关。②可能存在自激振荡现象:自激振荡是指在外界周期变化信号的作用时, 系统内产生的具有固定振幅和频率的周期稳定运动。③频率响应发生畸变:不仅含有与输入同频率的正弦分量, 还含有关于  $w$  的高次谐波分量, 使输出波形发生非线性畸变。

### 23.常见的非线性特性?

答:继电特性, 死区特性, 饱和特性, 间隙特性, 摩擦特性。

### 24.非线性系统分析方法?

答:相平面法:①通过系统特征方程的根的形式判别奇点类型(焦点:共轭复根, 节点:两正实根或两负实根, 鞍点:一正一负实根, 中心点:一对纯虚根)来画相轨迹。②等倾线法。描述函数法:在同一坐标系上画系统非线性部分的负倒描述函数曲线和线性部分的奈奎斯特曲线(若幅相曲线包围负倒描述特性曲线则不稳定, 反之稳定)。

### 25.传递函数描述和状态空间描述的区别?

答:传递函数描述是系统的输入输出描述, 是外部描述, 适用于线性定常单变量系统。状态空间描述是系统内部产量描述, 是内部描述, 适用于非线性时变多变量系统。

### 26.线性系统的可控性和可观性以及判别?

答:可控性:如果系统的每一个状态变量的运动都可由输入来影响和控制, 由任意起点到达终点, 则系统可控。判别:秩判据:可控性判别矩阵  $S$  的秩等于系统状态矩阵  $A$  的维数, 即  $r(S) = n$  ( $A$  的维数)。可观性:系统的所有状态变量的任意形式的运动均可由输出完全反映, 则系统可观。判别:秩判据:可观性判别矩阵  $V$  的秩等于系统状态矩阵  $A$  的维数, 即  $r(V) = n$  ( $A$  的维数)。

### 27.线性定常系统常用反馈结构及其对系统特性的影响?

答:线性定常系统常用反馈结构包括状态反馈和输出反馈。对系统性能的影响:

①状态反馈不改变系统的可控性, 但不一定能保证可观性。②输出至参考输入的反馈不改变系统的可观性和可控性。③输出至状态微分的反馈(全维状态观测器)不改变系统的可观性, 但可能改变系统的可控性。

### 28.系统的极点能任意配置的条件?

答:①用状态反馈任意配置闭环极点的充要条件是原系统可控。②用输出至状态微分的反馈反馈(全维状态观测器)任意配置极点的充要条件是原系统可观。

### 29.李雅普诺夫意义下的稳定和判别方法?

答:对于任一  $\varepsilon > 0$ , 对应另一个实数  $\delta(\varepsilon, t_0) > 0$ , 满足  $\|X_0 - X_e\| \leq \delta(\varepsilon, t_0)$  的任意初始态  $X_0$  出发的运动轨迹  $X(t, X_0, t_0)$ , 在  $t$  趋于  $\infty$  时都满足:  $\|X(t, X_0, t_0) - X_e\| \leq \varepsilon$ , 则称  $X_e$  是李雅普诺夫意义下的稳定。判别:李雅普诺夫第二法:①  $V(x)$  为正定。②  $V(x)$  的微分为负定或负半定。③对任意  $x$ ,  $V(x)$  的微分不恒为零。④当  $\|x\|$  趋于  $\infty$  时  $V(x)$  趋于  $\infty$ , 则称系统的平衡状态是大范围渐进稳定的。