

# 专业课问答版复习笔记

## 信号与系统

知乎/小红书/CSDN@小吴学长 er



微信号: xwxzer

## 信号与系统

本文由**小红书**、**知乎@小吴学长 er** 及其团队由公开资料整理，禁止商用、转载、摘编，若有侵权，本团队将会追究其法律责任，感谢理解。

标黄题目为建议重点记忆的面试高频问题

### 1. 信号、信息与消息的差别？

- 信号：随时间变化的物理量
- 消息：待传送的一种以收发双方事先约定的方式组成的符号，如语言、文字、图像、数据等
- 信息：所接收到的未知内容的消息，即传输的信号是带有信息的。

### 2. 三大变换的联系？

拉普拉斯变换是傅里叶变换的扩展，傅里叶变换是拉普拉斯变换的特例， $z$  变换是离散的傅里叶变换。

### 3. 模拟信号和数字信号，离散信号和连续信号分别是什么？

- 模拟信号是在时间和幅度上均具有连续性
- 数字信号是在时间和数值上均具有离散性
- 离散信号时间离散，幅度连续
- 连续信号时间连续，幅度可以离散可以连续

### 4. 信号与系统课程的意义是什么？ (要会用英语描述)

寻找任意激励下，求解系统响应的一般方法

### 5. 线性时不变是信号与系统最重要的性质原因？

- 许多物理过程都具有这两个性质，所以都能用线性时不变系统表示。
- 信号能用基本信号的线性组合来表示，那么 LTI 系统对输入的响应就是基本信号的线性组合，

这样就能很方便地深入研究系统。

## 6. 傅里叶变换与傅里叶级数的联系与区别? (2022 年学长面浙大真题)

联系:

- 傅里叶变换是从傅里叶级数推演而来的。
- 傅里叶级数是以三角函数或者指数函数为基对周期信号的无穷级数展开, 如果把周期函数的周期取作无穷大, 频率取作无穷小, 对傅里叶级数取极限即得到傅里叶变换。

区别:

- 傅里叶级数是周期变换, 傅里叶变换是一种非周期变换。
- 傅里叶级数是周期信号的另一种时域的表达方式, 也就是正交级数, 它不同频率的波形的叠加, 而傅里叶变换就是完全的频域分析。

## 7. 如何获得系统的数学模型?

数学模型是实际系统分析的一种重要手段, 广泛应用于各种类型系统的分析和控制之中。不同的系统, 其数学模型可能具有不同的形式和特点。对于线性时不变系统, 其数学模型通常由两种形式: 建立输入—输出信号之间关系的一个方程或建立系统状态转换的若干个方程组成的方程组 (状态方程)。对于本课程研究较多的电子类系统而言, 建立系统数学模型主要依据两个约束特性: 元件特性约束和网络拓扑约束。

## 8. 因果系统?

因果系统指的是响应不会出现在激励之前的系统。

## 9. 稳定系统?

输入有界、输出也有界的系统。

## 10. 抽样定理? (回答的时候要答全)

- 低通模拟信号的抽样: 模拟信号中的最高频率为  $f_m$ , 以  $f_s \geq 2f_H$  的周期性脉冲对它抽样时,

则模拟信号可由抽样值完全确定

- 带通模拟信号的抽样: 带通信号的频率在  $f_L$  和  $f_H$  之间, 所需最小抽样频率为  $f_s = 2B(1 + \frac{k}{n})$ ,  
 $B = f_H - f_L$ ,  $n, k$  分别是  $\frac{f_H}{B}$  的整数和小数部分

## 11. 离散时间信号、连续时间信号、数字信号和模拟信号相互之间的联系和区别是什么?

- 离散时间信号是指自变量 (时间) 离散、而函数值 (幅度) 连续变化的信号;
- 连续时间信号是指自变量 (时间) 连续的信号;
- 数字信号是指自变量 (时间) 离散、而函数值 (幅度) 也离散的信号;
- 模拟信号是指自变量 (时间) 连续、而函数值 (幅度) 也连续变化的信号;
- 对模拟信号或连续时间信号进行取样可以得到离散时间信号, 而对离散时间信号进行量化则得到数字信号; 对离散时间信号进行插值可以恢复连续时间信号。

## 12. 时变系统与时不变系统?

如果系统的参数不随时间而变化, 则称此系统为时不变系统; 如果系统的参数随时间改变, 则称其为时变系统。

## 13. 傅里叶变换时域和频域的联系? (不要记混了 经常问到)

- 连续时间周期信号: 处理时间连续并且具有周期性的信号, 其频域上离散, 非周期。
- 连续时间非周期信号: 处理时间连续但是不具有周期性的信号, 其频域上连续, 非周期。
- 离散时间非周期信号: 处理时间离散不具有周期性的信号, 其频域上连续, 有周期性。
- 离散时间周期信号: 处理时间离散具有周期性的信号, 其频域上离散, 有周期性。

## 14. 无失真传输的条件?

幅频特性为常数, 相频特性为一个过原点的直线。

## 15. 帕塞瓦尔定理?

- 一个信号所含有的能量(功率)恒等于此信号在完备正交函数集中各分量能量(功率)之和。
- 它表明信号在时域的总能量等于信号在频域的总能量, 即信号经傅里叶变换后其总能量保持不变, 符合能量守恒定律。

## 16. 如何求解连续时间系统和离散时间系统的状态方程?

时间域解法和变换域解法。

- 时间域解法要利用矩阵指数的运算进行求解
- 变换域解法是利用拉氏变换或  $z$  变换, 将微分方程组或差分方程组转换为代数方程组, 利用线性代数的方法进行求解, 从而可以简化方程的求解。

## 17. 频域抽样?

所谓频域抽样就是对信号  $f(t)$  的频谱函数、在频率轴上间隔抽取一个样值, 从而得到频率样值函数的过程。

## 18. 失真?

- 系统无失真传输时, 系统函数的幅值特性为一常数, 而相位特性为过原点的直线;
- 线性失真: 信号通过线性系统产生的失真成为线性失真, 其特点是响应中不产生新频率, 主要有幅度失真和相位失真;
- 非线性失真: 信号通过非线性电路所产生的失真, 其特点是响应中产生了激励信号中没有的频率成分; 幅度失真系统对信号中各频率幅度产生不同程度的衰减, 使响应各频率分量的相对幅度产生变化, 引起幅度失真; 相位失真系统对各频率分量产生的相移不与频率成正比, 使响应的各频率分量在时间轴上的相位产生变化, 引起相位失真。

## 19. 全通函数?

如果一个系统函数的极点位于左半平面, 零点位于右半平面, 而且零点和极点对于  $j\omega$  轴互为镜像, 那么这种系统函数称为全通函数, 此系统称为全通系统或全通网络。

## 20. 系统框图和信号流图有何区别? 它们的作用是什么?

系统框图和信号流图是进行系统模拟的有效方法。信号流图只有点和线组成, 可以看作作为系统框图的一种简化形式。它们都是用加法器、积分器和数乘器来模拟实际系统中出现的微分、放大和求和等信号处理和变换功能, 从而降低实验成本, 提高系统研制效率的目的。

## 21. 最小相移函数?

零点仅位于左半平面或  $j\omega$  轴的网络函数称为“最小相移函数”, 该网络称为最小相移网络。

## 22. 系统频域分析的特点是什么?

系统频域分析方法实际上也是对线性时不变系统的具体运用。它是将输入信号分解为不同频率的正弦信号的线性组合, 而这些正弦信号经系统后, 其稳态输出也是同频率的正弦信号, 但幅度和相位受到系统的控制而改变, 在输出端, 对这些幅度和相位发生改变的正弦信号相加, 即得到系统的输出信号。而将输入信号推广到任意的频谱存在的信号, 则为系统的频域分析方法。

## 23. 数字滤波器具有什么优点? 在实现时, 有几种结构? 各有什么特点?

优点主要有: 精度高, 稳定性好, 灵活性大, 体积小, 易于集成等。

实现时, 主要有三种结构:

- 直接型: 稳定性受系数影响较大, 零点和极点受系数的影响很大;
- 级联型: 实现的结构简单, 零点和极点受系数的影响较小;
- 并联型: 实现的结构也较简单, 极点受系数影响较小, 但零点受系数影响较大。

## 24. 状态变量以及与之有关的各个术语的意义?

- 状态: 表示系统的一组最少的物理量;
- 状态变量: 能够表示系统状态的那些变量;
- 状态矢量: 能够完全描述系统行为的一组状态变量;
- 状态空间: 状态矢量所在的空间;
- 状态轨迹: 在状态空间中, 状态矢量端点随时间变化而描出的路径。

## 25. 状态变量分析法的优点是什么?

便于研究系统内部的一些物理量在信号转换过程中的变化; 简化系统的分析, 因为状态变量分析法与系统的复杂程度无关; 适用于非线性系统或时变系统; 定性研究系统的稳定性和系统可控制性和可观测性; 便于采用计算机数值解法。

## 26. 调制、解调?

- 调制: 调制就是将信号频谱搬移到任何所需频率范围的过程; 调制过程的实质是把各种信号的频谱搬移, 使它互补重叠地占据不同的频率范围, 也即信号分别托付于不同频率的载波上, 接收机就可以分离出所需频率的信号, 不致互相干扰。将原始信号转换成适合信道传输的信号
- 解调: 把已调信号恢复至原始信号的过程。

## 27. 窗函数?

为了观察信号在时域或频域的局部性能可利用窗函数对信号进行加窗; 对信号加窗实际是对时间信号  $e(t)$  或频率信号  $E(w)$  乘以一个具有某种特性的窗函数  $w(t)$  或  $w(w)$ , 把信号限制在一定时间范围内或频率范围内, 改善信号的某些特性, 实现对信号的变换和处理。

## 28. 频分复用和时分复用?



频分复用就是将用于传输信道的总带宽划分成若干个子频带（或称子信道），每一个子信道传输一路信号。时分复用采用同一物理连接的不同时段来传输不同的信号。时分复用的理论依据是抽样定理；将各路信号的抽样值有序地排列起来就可实现时分复用；对于频分复用系统，每个信号在所有时间里都存在于信道中并混杂在一起。

## 29. 频响特性?

频响特性是指系统在正弦信号激励之下稳态响应随信号频率的变化情况。这包括幅度随频率的响应以及相位随频率的响应两个方面。

## 30. 线性系统与非线性系统?

具有叠加性与均匀性的系统称为线性系统。不满足叠加性或均匀性的系统称为非线性系统；所谓叠加性是指当  $n$  个激励信号同时作用于系统时，总的输出响应等于每个激励单独作用所产生的响应之和；均匀性的含义是当信号乘以某常数时，响应也倍乘相同的常数。

## 31. 吉布斯现象是如何产生的?

当周期信号存在不连续点时，如果用傅里叶级数逼近，则不论用多少项傅里叶级数，只要不是所有项，则在不连续点必然有起伏，且其起伏的最大值将趋近于一个常数，大约等于不连续点跳变值的 8.95%，我们称这种现象为吉布斯现象。

## 32. 能量信号与功率信号?

- 能量信号：在无限大的时间间隔内，信号的能量为有限值，功率为零
- 功率信号：在无限大的时间间隔内，信号的平均功率为有限值，总能量为无穷大。

## 33. 卷积方法的原理?

- 卷积：时间轴上每一点的输入值所产生的响应的叠加
- 卷积方法的原理是将信号分解为冲激信号之和，借助系统的冲激响应  $h(t)$ ，求解系统对任意激励



信号的零状态响应。

### 34. 自由响应与强迫响应?

自由响应由系统本身特性决定，微分方程的齐次解决定了自由响应的全部形式；

完全解中的特解称为系统的强迫响应，强迫响应只与外加激励函数的形式有关。

### 35. 零输入响应与零状态响应?

零输入响应：没有外加激励信号的作用，只有起始状态（起始时刻系统储能）所产生的响应；

零状态响应：不考虑起始时刻系统储能的作用（起始状态等于零），由系统的外加激励信号所产生的响应。

### 36. 冲激响应与阶跃响应?

冲激响应：系统在单位冲激信号的激励下产生的零状态响应；

阶跃响应：系统在单位阶跃信号的激励下产生的零状态响应；

### 37. 单位冲激函数的重要性?

一般信号都可以表示为延迟冲激的加权和在线性时不变的系统里就能用单位冲激响应的加权和表征信号的响应。

### 38. 为什么要进行傅里叶分析?

一个线性时不变系统对复指数信号的响应也是一个复指数信号，而且只是在幅度上有简单的变化

傅里叶级数，傅里叶变换可以将信号  $x(t)$  表示成一个复指数信号的线性组合，这样信号的响应就能很方便地被表示。

### 39. 频谱 $X(j\omega)$ 是什么?

展示了  $x(t)$  是怎么由不同频率的复指数信号组成的

#### 40. 狄里赫利条件是什么?

- 任何周期内, 信号  $x(t)$  必须绝对可积,  $\int_T |x(t)| dt < \infty$
- 在任意有限区间内, 信号  $x(t)$  具有有限个起伏变化
- 在任意有限区间内, 只有有限个不连续点, 在这些不连续点上, 函数是有限点。

#### 41. DFT 的物理意义是什么?

$x(n)$  的长度为  $M$ ,  $N \geq M$ ,  $X(k)$  为  $N$  点离散傅里叶变换

- DFT 是 DTFT 的有限点离散采样  $X(k) = X(e^{j\omega})|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$
- $X(k)$  是  $X(z)$  在单位圆上  $N$  点等间隔采样  $X(k) = X(z)|_{z=e^{j\frac{2\pi}{N}k}}$
- $X(k)$  是  $X(e^{j\omega})$  在  $[0, 2\pi]$  上的  $N$  点等间隔采样  $X(k) = X(e^{j\omega})|_{\omega=\frac{2\pi}{N}k}$

#### 42. 为什么要使用 DFT?

- DTFT 幅频特性是连续的, DFT 将频域离散化, 即对频域进行数字化处理。
- DFT 有多种快速算法, 就可以很方便地用 DFT 表示信号的频谱。

#### 43. DFT 和周期序列 DFS 的关系

DFT 相当于是对周期序列的主值区间作变换, DFS 是对周期序列做变换, DFT 是 DFS 在主值区间上的采样

#### 44. 拉普拉斯变换与傅里叶变换的关系?

$$X(\sigma + j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-\sigma t} e^{-j\omega t} dt = F[x(t)e^{-\sigma t}]$$

傅里叶变换有个限制条件: 信号需要绝对可积; Laplace 就是用来打破这个限制, 而如果在这些信号上乘以指数衰减因子, 它们就满足绝对可积, 就可以进行傅里叶变换。Laplace 就相当于将原信号乘以指数衰减因子然后进行傅里叶变换; 指数衰减因子为 1 时, Laplace 就是 Fourier

#### 45. 用拉普拉斯分析与表征线性时不变系统?

- 因果性: 一个因果系统的系统函数的收敛域是某个右半平面

- 稳定性:  $H(s)$ 的收敛域包括实轴时, 一个线性时不变系统是稳定的

#### 46. 最小相位系统是什么?

- 因果稳定系统  $H(z)$ 的所有零点也在单位圆内
- 若均在单位圆外: 最大相位系统