

信号与系统：第 1 章信号与系统基础

考前复习提要与公式速查

使用说明：中文为主，核心术语附英文；每个考点均标注原课件与页码。建议先看“核心公式”和“解题方法”，再用页码回查课件推导与例题。

南京大学《信号与系统》课件整理

2026 年 6 月 8 日

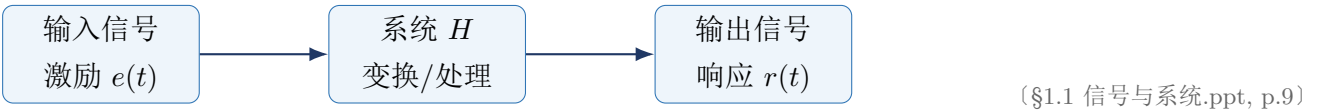
目录

1	1-1 信号、系统与基本研究对象	2
1.1	三个基本概念	2
2	1-2 信号的描述、分类与典型信号	2
2.1	描述方式与分类判据	2
2.2	典型确定性信号	3
3	1-3 信号的运算与波形变换	4
3.1	三种基本自变量变换	4
3.2	微分、积分与逐点代数运算	5
4	1-4 单位斜变 (<i>Unit Ramp</i>)、单位阶跃 (<i>Unit Step</i>)、单位冲激 (<i>Unit Impulse</i>) 与冲激偶 (<i>Impulse Doublet</i>)	5
4.1	斜变与阶跃	5
4.2	单位冲激及其核心性质	5
4.3	冲激偶	6
5	1-5 信号的分解	7
5.1	直流分量 (<i>DC Component</i>) / 交流分量 (<i>AC Component</i>) 与 奇分量 (<i>Odd Component</i>) / 偶分量 (<i>Even Component</i>) 分解	7
5.2	冲激、阶跃与复信号分解	7
6	1-6 系统模型、基本元件与分类	8
6.1	六种基本时域元件	8
6.2	系统分类速查	8
7	1-7 线性、时不变与因果性判断	9
7.1	线性判据	9
7.2	时不变判据	9
7.3	线性时不变系统 (<i>Linear Time-Invariant System, LTI</i>) 的微积分特性与因果性	10
8	1-8 系统建模与分析方法	10
8.1	两种建模描述	10
8.2	时域与变换域方法	11
9	考前速查：高频判断顺序	11

1 1-1 信号、系统与基本研究对象

1.1 三个基本概念

- **消息 (Message)** 是需要传送的内容，如语言、文字、图像和数据；**信号 (Signal)** 是消息的表现形式和传载体；**信息 (Information)** 强调消息带来的新知识。概念题可按“内容—载体—新增认知”依次辨认。 (§1.1 信号与系统.ppt, p.2)
- **系统 (System)** 是完成特定功能的整体，在本课程中可抽象为对输入信号进行变换的处理器。电子技术语境下，“系统”“电路”“网络”常可通用。 (§1.1 信号与系统.ppt, p.7)
- 信号理论包括信号分析、信号传输和信号处理；系统理论包括系统分析与系统综合。本课程重点是“给定信号研究其性质”和“给定系统求其响应”。 (§1.1 信号与系统.ppt, p.8)



概念题与框图题

先找输入与输出，再把内部装置抽象为算子 H 。通信系统的基本链路为“信息源—发送设备—信道—接收设备—受信者”，噪声从信道环节进入；发送端把消息变成信号，接收端把信号恢复为消息。 (通信系统.ppt, p.1)

信号处理的常见目的包括去冗余、滤除噪声和干扰、变换到便于分析识别的形式，以及估计特征参数。 (信号处理.ppt, p.1)

易错点

“系统分析”是由系统和输入求响应；“系统综合”是由性能要求反向设计系统。不要把信号本身等同于消息或信息。 (§1.1 信号与系统.ppt, p.8)

2 1-2 信号的描述、分类与典型信号

2.1 描述方式与分类判据

信号在物理上是信息寄寓变化的形式，在数学上是一个或多个变量的函数，在形态上表现为可观察的波形。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.2)

- **确定性信号 (Deterministic Signal) / 随机信号 (Random Signal)**：指定时刻能确定函数值的是确定性信号；不可预知的是随机信号；外观随机但按严格规律产生的是伪随机信号。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.13)
- **周期信号 (Periodic Signal) / 非周期信号 (Aperiodic Signal)**：准周期信号常由频率比为无理数的正弦分量组成；脉冲、衰减函数等属于瞬态信号。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.14)
- **连续时间信号 (Continuous-Time Signal) / 离散时间信号 (Discrete-Time Signal)**：连续时间信号在时间区间内任意时刻有定义；离散时间信号只在规定的离散时刻有定义。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.15)
- **模拟信号 (Analog Signal) / 抽样信号 (Sampled Signal) / 数字信号 (Digital Signal)**：模拟信号的时间与幅值均连续；抽样信号时间离散、幅值连续；数字信号的时间与幅值均离散。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.17)

- **一维/多维**：只需一个自变量描述的是一维信号，如语音；需要多个自变量描述的是多维信号，如图像。
(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.19)

波形分类题

按两层检查：先看时间轴上的定义点是否连续，再看样值集合是否连续。杆状图只能说明时间离散，不能直接推出幅值也量化；因此“离散时间信号”不一定是“数字信号”。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.18)

2.2 典型确定性信号

核心公式

指数信号

$$f(t) = Ke^{\alpha t}.$$

$\alpha = 0$ 为直流信号 (*Direct-Current Signal*), $\alpha < 0$ 为指数衰减, $\alpha > 0$ 为指数增长。单边衰减指数常写成

$$f(t) = e^{-t/\tau}u(t).$$

(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.21)

正弦信号

$$f(t) = K \sin(\omega t + \theta), \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}, \quad \omega = 2\pi f.$$

(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.22)

衰减正弦信号

$$f(t) = Ke^{-\alpha t} \sin(\omega t)u(t), \quad \alpha > 0.$$

(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.22)

欧拉公式

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \sin \theta, \quad \cos \theta = \frac{e^{j\theta} + e^{-j\theta}}{2}, \quad \sin \theta = \frac{e^{j\theta} - e^{-j\theta}}{2j}.$$

(欧拉公式.ppt, p.2)

复指数信号

$$f(t) = Ke^{st} = Ke^{\sigma t} \cos \omega t + jKe^{\sigma t} \sin \omega t, \quad s = \sigma + j\omega.$$

σ 决定包络增长或衰减, ω 决定振荡快慢。

(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.24)

核心公式

抽样函数

$$\text{Sa}(t) = \frac{\sin t}{t}, \quad \text{sinc}(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi t}.$$

$$\text{Sa}(0) = 1, \quad \text{Sa}(\pm n\pi) = 0 \quad (n = 1, 2, \dots), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \text{Sa}(t) dt = \pi.$$

$\text{Sa}(t)$ 为偶函数 (*Even Function*), 且当 $t \rightarrow \pm\infty$ 时趋于零。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.25)

高斯脉冲

$$f(t) = E \exp \left[-\left(\frac{t}{\tau} \right)^2 \right].$$

(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.26)

典型题型

- 正弦参数读图：依次读出振幅 K 、周期 T 、频率 f 、角频率 ω 与初相 θ 。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.22)
- 复指数分类：先看 σ 判包络，再看 ω 是否为零判有无振荡。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.24)
- 多正弦周期性：不能只因各分量都是正弦就判为周期；频率比为无理数时为准周期。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.14)

易错点

$\text{Sa}(t)$ 与 $\text{sinc}(t)$ 的归一化不同，零点位置也不同；“抽样函数”也不是“抽样信号”或单位冲激 (Unit Impulse)。(§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.25)

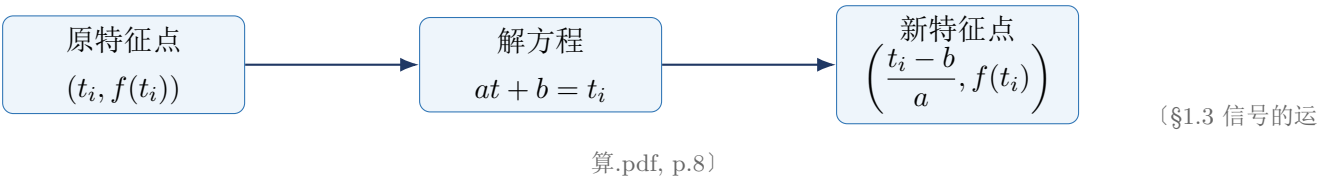
3 1-3 信号的运算与波形变换

3.1 三种基本自变量变换

核心公式

时移 (Time Shift): $f(t) \rightarrow f(t - \tau)$, $\tau > 0$ 右移, $\tau < 0$ 左移;
时间反转 (Time Reversal) (反褶): $f(t) \rightarrow f(-t)$, 关于纵轴翻转;
时间尺度变换 (Time Scaling): $f(t) \rightarrow f(at)$, $|a| > 1$ 压缩, $0 < |a| < 1$ 扩展.
(§1.3 信号的运算.pdf, p.3) (§1.3 信号的运算.pdf, p.4) (§1.3 信号的运算.pdf, p.7)
对一般变换 $g(t) = f(at + b)$, 若原波形特征点为 t_i , 则
$$at + b = t_i \implies t'_i = \frac{t_i - b}{a}.$$

纵坐标保持为原特征点的函数值; 当 $a < 0$ 时还包含反褶。(§1.3 信号的运算.pdf, p.8)



画 $f(at + b)$ 的稳健步骤

列出原波形全部关键时刻 (端点、跳变点、峰值点、过零点), 逐个解 $at + b = t_i$, 按新横坐标从小到大重排, 再保持原纵坐标连接。也可先做反褶/尺度变换, 再按实际平移量 $-b/a$ 平移。(§1.3 信号的运算.pdf, p.8)
例: 画 $f(3t + 5)$ 时, 原特征点 $-1, 0, 1$ 分别映射到 $-2, -5/3, -4/3$, 可用这些点检查作图结果。
(例 1-3-1.ppt, p.1)

3.2 微分、积分与逐点代数运算

核心公式

$$f'(t) = \frac{df(t)}{dt}, \quad F(t) = \int_{-\infty}^t f(\tau) d\tau.$$

微分突出变化和跳变，积分表示从 $-\infty$ 到当前时刻的累积。(§1.3 信号的运算.pdf, p.9)

$$s(t) = f_1(t) + f_2(t), \quad p(t) = f_1(t)f_2(t),$$

两种运算都在同一时刻逐点进行。(§1.3 信号的运算.pdf, p.10)

易错点

$f(at + b) = f[a(t + b/a)]$ ，当 $a > 0$ 时其平移量是 $-b/a$ ，不是 $-b$ 。普通信号的时间尺度变换不改纵坐标，但单位冲激必须同时修正强度。(§1.3 信号的运算.pdf, p.8) (单位冲激函数.ppt, p.10)

4 1-4 单位斜变（Unit Ramp）、单位阶跃（Unit Step）、单位冲激（Unit Impulse）与冲激偶（Impulse Doublet）

4.1 斜变与阶跃

核心公式

$$R(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ t, & t \geq 0, \end{cases} \quad u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1, & t > 0. \end{cases}$$

$R(t - t_0)$ 从 t_0 开始上升, $u(t - t_0)$ 在 t_0 跳变.

(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.3) (§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.4)

$$G_\tau(t) = u\left(t + \frac{\tau}{2}\right) - u\left(t - \frac{\tau}{2}\right), \quad \text{sgn}(t) = 2u(t) - 1.$$

门函数与普通信号相乘可截取指定时间区间。(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.5)

4.2 单位冲激及其核心性质

单位冲激 $\delta(t)$ 是广义函数：除 $t = 0$ 外为零，全轴积分为 1。它可看作面积固定为 1、宽度趋于零的窄脉冲极限。(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.7) (§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.9)

核心公式

定义与抽样性

$$\delta(t) = 0 \quad (t \neq 0), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1,$$
$$f(t)\delta(t - t_0) = f(t_0)\delta(t - t_0), \quad \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(t - t_0) dt = f(t_0).$$

(单位冲激函数.ppt, p.4) (单位冲激函数.ppt, p.7) (单位冲激函数.ppt, p.8)

偶性与尺度变换

$$\delta(-t) = \delta(t), \quad \delta(at) = \frac{1}{|a|}\delta(t), \quad a \neq 0,$$

$$\delta(at - b) = \frac{1}{|a|} \delta\left(t - \frac{b}{a}\right).$$

(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.12)

(单位冲激函数.ppt, p.10)

微积分链

$$\frac{dR(t)}{dt} = u(t), \quad \frac{du(t)}{dt} = \delta(t),$$

$$\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = u(t).$$

(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.16)

4.3 冲激偶

核心公式

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t - t_0) f(t) dt = -f'(t_0),$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta^{(k)}(t) f(t) dt = (-1)^k f^{(k)}(0).$$

(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.14)

$$\delta'(-t) = -\delta'(t), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t) dt = 0, \quad \int_{-\infty}^t \delta'(\tau) d\tau = \delta(t).$$

(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.14)

$$f(t)\delta'(t) = f(0)\delta'(t) - f'(0)\delta(t),$$

$$f(t)\delta'(t - t_0) = f(t_0)\delta'(t - t_0) - f'(t_0)\delta(t - t_0).$$

(冲激偶性质 1.ppt, p.1)

(单位冲激函数.ppt, p.15)

冲激计算题四步法

1. 先把冲激宗量化为 $a(t - t_0)$ ，用 $\delta[a(t - t_0)] = \delta(t - t_0)/|a|$ 修正强度。(单位冲激函数.ppt, p.10)
2. 再用乘积抽样公式把普通函数替换为冲激位置处的值。(单位冲激函数.ppt, p.7)
3. 若是 δ' ，抽取导数并记住负号；若是乘积，还要保留附加的 δ 项。(§1.4 阶跃信号和冲激信号.ppt, p.14)
4. 最后检查冲激位置、强度与量纲。例：

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(5t) f(t) dt = \frac{1}{5} f(0).$$

(例 1-4-1.ppt, p.1)

易错点

- $\delta(at)$ 的系数必须是 $1/|a|$ ；负尺度的绝对值不能漏。(冲激信号尺度变换的证明.ppt, p.2)
- $\int f(t)\delta'(t - t_0) dt = -f'(t_0)$ ，不是 $f'(t_0)$ 。(冲激偶性质证明.ppt, p.1)

- 普通波形变换只移动横坐标；冲激波形变换还会改变箭头所代表的强度。由 $f(5-2t) = 2\delta(t-3)$ 反求可得 $f(t) = 4\delta(t+1)$ 。
(例 1-4-1.ppt, p.1)

5 1-5 信号的分解

5.1 直流分量 (DC Component) / 交流分量 (AC Component) 与 奇分量 (Odd Component) / 偶分量 (Even Component) 分解

核心公式

对周期信号，

$$f(t) = f_D + f_A(t), \quad f_D = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) dt, \quad f_A(t) = f(t) - f_D.$$

$$P = P_D + P_A = f_D^2 + \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f_A^2(t) dt.$$

(§1.5 信号的分解.ppt, p.3)

对任意实信号，

$$f(t) = f_e(t) + f_o(t),$$

$$f_e(t) = \frac{f(t) + f(-t)}{2}, \quad f_o(t) = \frac{f(t) - f(-t)}{2}.$$

(§1.5 信号的分解.ppt, p.4)

奇偶分量与直交流分量题

奇偶分解先画 $f(-t)$ ，再逐点作半和与半差；结果应满足 $f_e(-t) = f_e(t)$ 、 $f_o(-t) = -f_o(t)$ ，并能相加还原 $f(t)$ 。
(例 1-5-1.ppt, p.1)

直流分量可在任意完整一周期上求平均，但积分区间长度必须恰为 T ；交流分量的周期平均值应
为零。
(§1.5 信号的分解.ppt, p.3)

5.2 冲激、阶跃与复信号分解

核心公式

冲激分解 (Impulse Decomposition)

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau.$$

其含义是：任意连续信号可表示为不同时刻、不同强度的移位冲激连续叠加。
(§1.5 信号的分解.ppt, p.6)

连续阶跃分解 对从 $t = 0$ 接入的连续信号（或仅讨论 $t \geq 0$ ），

$$f(t) = f(0)u(t) + \int_0^{\infty} f'(t_1)u(t - t_1) dt_1.$$

初始值由 $f(0)u(t)$ 给出，后续增量由各时刻接入的阶跃叠加。
(§1.5 信号的分解.ppt, p.7)

实部与虚部

$$f(t) = f_r(t) + j f_i(t),$$

$$f_r(t) = \frac{f(t) + f^*(t)}{2}, \quad f_i(t) = \frac{f(t) - f^*(t)}{2j}.$$

(§1.5 信号的分解.ppt, p.8)

把信号分解到相互正交的函数集合上，是傅里叶级数等后续频域方法的基础。 (§1.5 信号的分解.ppt, p.9)

易错点

冲激分解中的积分变量是 τ ， $\delta(t - \tau)$ 在积分过程中选择的是 $\tau = t$ ，不是固定选择 $\tau = 0$ 。实虚分解的虚部公式含 $1/(2j)$ 。

(§1.5 信号的分解.ppt, p.6) (§1.5 信号的分解.ppt, p.8)

6 1-6 系统模型、基本元件与分类

6.1 六种基本时域元件

核心公式

加法器： $r(t) = e_1(t) + e_2(t)$, 乘法器： $r(t) = e_1(t)e_2(t)$,
标量乘法器： $r(t) = ae(t)$, 微分器： $r(t) = \frac{de(t)}{dt}$,
积分器： $r(t) = \int_{-\infty}^t e(\tau) d\tau$, 延时器： $r(t) = e(t - \tau)$.

(§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.3) (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.4)

系统模型是系统物理特性的数学抽象，可表示为数学方程或系统框图。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.5)

6.2 系统分类速查

- 连续时间系统常由微分方程描述，离散时间系统常由差分方程描述，也存在混合系统。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.6)
- 即时/无记忆系统 (*Memoryless System*) 的当前输出只由当前输入的代数关系决定；动态/有记忆系统 (*System with Memory*) 通常由微分方程或差分方程描述。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.6)
- 集总参数系统 (*lumped-parameter system*) 通常对应常微分方程。分布参数系统 (*distributed-parameter system*) 含空间变量，通常由偏微分方程描述。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.6)
- 还需分别判断：线性系统 (*linear system*) 与非线性系统；时不变系统 (*time-invariant system*) 与时变系统；因果系统 (*causal system*) 与非因果系统；可逆系统 (*invertible system*) 与不可逆系统。可逆系统要求不同输入产生不同输出，从而可由输出唯一反推输入。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.7)

微分方程画积分器框图

以

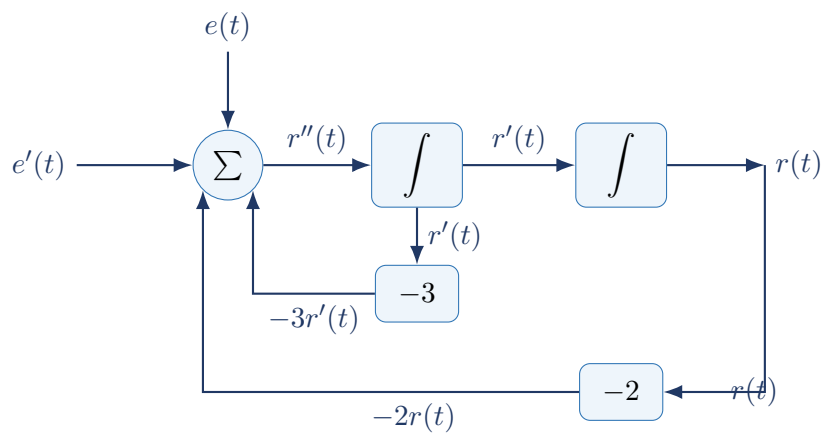
$$r''(t) + 3r'(t) + 2r(t) = e'(t) + e(t)$$

为例，先孤立最高阶输出导数：

$$r''(t) = -3r'(t) - 2r(t) + e'(t) + e(t).$$

二阶方程建立两级积分链，各项按原系数和符号接入求和节点； $-3r'(t)$ 、 $-2r(t)$ 为反馈支路，输入侧不能漏掉 $e'(t)$ 。

(例 1-6-1.ppt, p.1) (例 1-6-1.ppt, p.2)



(例 1-6-1.ppt, p.1-2)

易错点

方框图中的普通乘法器表示逐点相乘，不是卷积器；系统因果性也不等同于“是否有记忆”。 (§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.3)

(§1.6 系统模型及其分类.ppt, p.7)

7 1-7 线性、时不变与因果性判断

7.1 线性判据

核心公式

若 $H[f_1(t)] = y_1(t)$ 、 $H[f_2(t)] = y_2(t)$ ，则线性要求对任意常数 α_1, α_2 有

$$H[\alpha_1 f_1(t) + \alpha_2 f_2(t)] = \alpha_1 H[f_1(t)] + \alpha_2 H[f_2(t)].$$

它同时包含齐次性与叠加性。

(§1.7 线性时不变系统.ppt, p.2)

(§1.7 线性时不变系统.ppt, p.4)

线性判断

先做快速零输入检查：若 $H[0] \neq 0$ ，则必非线性；完整证明再比较 $H[\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2]$ 与 $\alpha_1 H[f_1] + \alpha_2 H[f_2]$ 。常数偏置、平方、绝对值和一般三角非线性通常破坏线性。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.4)

例： $r'(t) + 10r(t) + 5 = e(t)$ 含与输入无关的常数项 5，不满足齐次性和叠加性，因此是非线性系统。

(例 1-7-1.ppt, p.1)

7.2 时不变判据

核心公式

设

$$y(t) = H[f(t)].$$

若对任意时移 τ 都有

$$H[f(t - \tau)] = y(t - \tau),$$

则系统时不变，即“先时移后过系统”等于“先过系统后时移”。

(§1.7 线性时不变系统.ppt, p.7)

时不变判断的两条路径

第一条路径把输入换成 $f(t - \tau)$ 后代入原系统；第二条路径先求 $y(t)$ ，再把输出表达式中的所有 t 换成 $t - \tau$ 。两式完全相同才是时不变。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.7)

$y(t) = \cos[f(t)]$ 虽然非线性，但两条路径都得到 $\cos[f(t - \tau)]$ ，所以时不变； $y(t) = f(t) \cos t$ 的两条路径分别含 $\cos t$ 与 $\cos(t - \tau)$ ，所以时变。 (例 1-7-2.ppt, p.1) (例 1-7-2.ppt, p.2)

7.3 线性时不变系统 (Linear Time-Invariant System, LTI) 的微积分特性与因果性

核心公式

对线性时不变系统，若

$$e(t) \longrightarrow r(t),$$

则

$$\frac{de(t)}{dt} \longrightarrow \frac{dr(t)}{dt}, \quad \int_{-\infty}^t e(\tau) d\tau \longrightarrow \int_{-\infty}^t r(\tau) d\tau.$$

(§1.7 线性时不变系统.ppt, p.8)

在任意时刻 t_0 ，若输出只依赖 $t \leq t_0$ 的输入，则系统因果；若依赖 $t > t_0$ 的未来输入，则系统非因果。实际物理可实现系统均为因果系统。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.9) (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.10)

因果信号 (Causal Signal) 满足

$$e(t) = e(t)u(t),$$

即 $t < 0$ 时为零。

(§1.7 线性时不变系统.ppt, p.10)

因果性判断

把输出表达式中的各输入时刻与当前时刻 t 比较： $e(t - a)$ ($a > 0$) 使用过去输入， $e(t)$ 使用当前输入， $e(t + a)$ 使用未来输入。因此 $r(t) = e(t) + e(t - 2)$ 因果，而 $r(t) = e(t) + e(t + 2)$ 非因果。

(例 1-7-4.ppt, p.1)

易错点

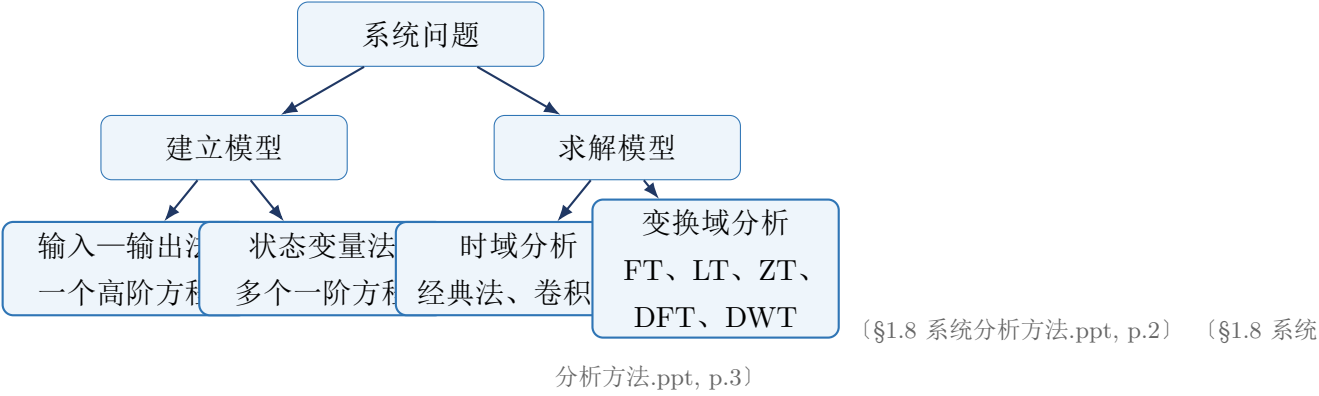
- 线性、时不变、因果是三个独立性质，必须分别判断。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.2)
- “表达式显含 t ” 是时变的警示，但最终结论必须由两条时移路径比较得到。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.7)
- 线性算子判断通常针对零状态输入输出关系；非零初始状态应与外加激励分开处理。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.4)

8 1-8 系统建模与分析方法

8.1 两种建模描述

- 输入—输出描述法 (Input-output Description) 只关心外部激励与响应，适合单输入单输出系统，通常建立一个 n 阶微分方程。 (§1.8 系统分析方法.ppt, p.2)
- 状态变量分析法 (State-variable Analysis) 还描述电容电压、电感电流等内部状态，适合多输入多输出系统，通常建立多个耦合的一阶微分方程。 (§1.8 系统分析方法.ppt, p.2)

8.2 时域与变换域方法



分析方法选择

1. 先判断任务是“建立模型”还是“求解模型”。 (§1.8 系统分析方法.ppt, p.2)
2. 只关心端口关系时选输入—输出法；需要内部状态或多输入多输出关系时选状态变量法。
(§1.8 系统分析方法.ppt, p.2)
3. 连续系统经典时域法求微分方程，离散系统经典时域法求差分方程；LTI 系统还可用卷积积分或卷积和。
(§1.8 系统分析方法.ppt, p.3)
4. 需要把微分、卷积等运算化为代数运算时，转入傅里叶、拉普拉斯、 z 或离散变换域。 (§1.8 系统分析方法.ppt, p.3)

易错点

卷积积分和卷积和属于时域分析；课件中的 DWT 指离散沃尔什变换，不要与其他课程常用的离散小波变换缩写混淆。
(§1.8 系统分析方法.ppt, p.3)

9 考前速查：高频判断顺序

1. **信号分类**：先判时间连续性，再判幅值连续性；多正弦再检查频率比。 (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.14) (§1.2 信号的描述、分类和典型示例.ppt, p.18)
2. **波形变换**：列原特征点，统一解 $at + b = t_i$ ，最后按新坐标重排。 (§1.3 信号的运算.pdf, p.8)
3. **冲激计算**：先化宗量并除以 $|a|$ ，再抽样；遇 δ' 记负号和附加项。 (单位冲激函数.ppt, p.10) (单位冲激函数.ppt, p.15)
4. **信号分解**：直交流先求周期平均；奇偶分解先求 $f(-t)$ ；冲激分解注意积分变量。 (§1.5 信号的分解.ppt, p.3) (§1.5 信号的分解.ppt, p.6)
5. **系统判断**：线性做线性组合比较，时不变走两条时移路径，因果性检查是否调用未来输入。 (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.4) (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.7) (§1.7 线性时不变系统.ppt, p.9)
6. **方程到框图**：孤立最高阶输出导数，建立积分链，再逐项接入输入与反馈支路。 (例 1-6-1.ppt, p.1)