



北京交通大学

信号与系统



主讲人：陈后金
电子信息工程学院



无失真传输系统

- ◆ 无失真传输系统的时域特性
- ◆ 无失真传输系统的频域特性



无失真传输系统

信号传输过程中引起失真的原因：

非线性失真（产生新的频率成分）

线性失真（不产生新的频率成分）

幅度失真、相位失真

在实际应用中对失真问题的研究有两类：

信号传输失真尽可能小(高保真系统)

有意识地产生失真（预失真波形产生）



无失真传输系统

若输入信号为 $x(t)$ ，则无失真传输系统的输出信号 $y(t)$ 为

$$y(t) = K \cdot x(t - t_d)$$

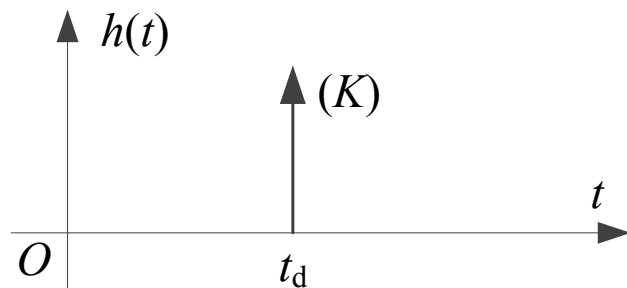
K 为正常数， t_d 是输入信号通过系统后的延迟时间。



无失真传输系统

➤ 无失真传输系统的时域特性

$$h(t) = K \cdot \delta(t - t_d)$$



无失真传输系统的冲激响应

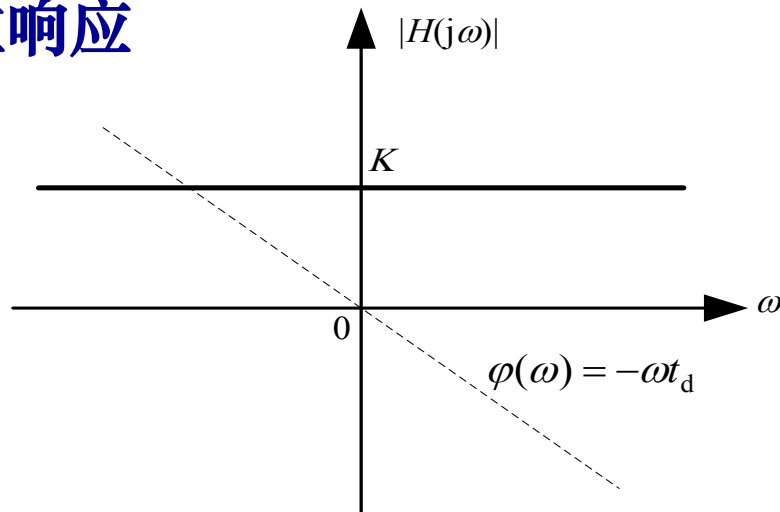


无失真传输系统

➤ 无失真传输系统的幅度响应和相位响应

$$|H(j\omega)| = K$$

$$\varphi(\omega) = -\omega t_d$$



✓ 无失真传输系统应满足两个条件：

- ※ 系统的幅度响应 $|H(j\omega)|$ 在整个频率范围内为常数 K ，意味着系统的带宽为无穷大；
- ※ 系统的相位响应 $\varphi(\omega)$ 与 ω 成线性关系。



例 已知某连续LTI系统的频率响应为 $H(j\omega) = \frac{1-j\omega}{1+j\omega}$

- (1) 求系统的幅度响应 $|H(j\omega)|$ 和相位响应 $\varphi(\omega)$,
并判断系统是否为无失真传输系统。
- (2) 当输入为 $x(t)=\sin t+\sin 3t$ ($-\infty < t < \infty$) 时, 求系统的稳态响应。

解: (1) 因为 $H(j\omega) = 1 \cdot e^{-j2\arctan(\omega)}$

所以系统的幅度响应和相位响应分别为

$$|H(j\omega)| = 1 \quad \varphi(\omega) = -2\arctan(\omega)$$

系统的幅度响应 $|H(j\omega)|$ 为常数, 但相位响应 $\varphi(\omega)$ 不是 ω 的线性函数, 所以系统不是无失真传输系统。



例 已知某连续LTI系统的频率响应为 $H(j\omega) = \frac{1-j\omega}{1+j\omega}$

- (1) 求系统的幅度响应 $|H(j\omega)|$ 和相位响应 $\varphi(\omega)$,
并判断系统是否为无失真传输系统。
 - (2) 当输入为 $x(t) = \sin t + \sin 3t$ ($-\infty < t < \infty$) 时, 求系统的稳态响应。
-

解: (2)

$$\begin{aligned} y(t) &= |H(j1)| \sin[t + \varphi(1)] + |H(j3)| \sin[3t + \varphi(3)] \\ &= \sin(t - \pi/2) + \sin(3t - 0.7952\pi) \end{aligned}$$

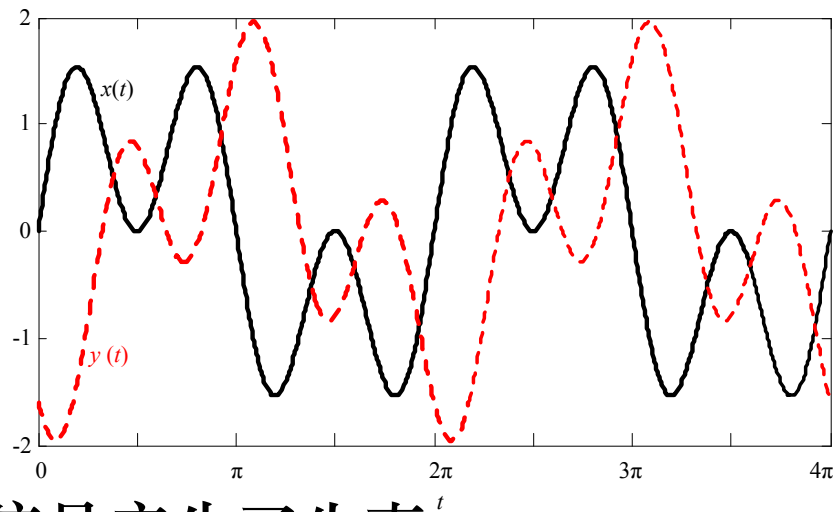


例 已知某连续LTI系统的频率响应为 $H(j\omega) = \frac{1-j\omega}{1+j\omega}$

- (1) 求系统的幅度响应 $|H(j\omega)|$ 和相位响应 $\varphi(\omega)$,
并判断系统是否为无失真传输系统。
- (2) 当输入为 $x(t) = \sin t + \sin 3t$ ($-\infty < t < \infty$) 时, 求系统的稳态响应。

解: (2)

输入和输出
信号的波形



显然, 输出信号相对于输入信号产生了失真。
输出信号的失真由于系统的非线性相位而引起。



无失真传输系统

➤ 无失真传输系统的概念

$$y(t) = K \cdot x(t - t_d)$$

➤ 无失真传输系统的时域特性

$$h(t) = K \cdot \delta(t - t_d)$$

➤ 无失真传输系统的频域特性

$$H(j\omega) = K e^{-j\omega t_d}$$



无失真传输系统

谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事、同行、朋友的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！