



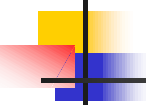
## 第3章 信号与系统的频域分析

- 本章首先以正弦、余弦或复指数函数为基本信号，通过傅里叶级数将信号分解为这些基本信号之和，引出周期信号频谱，并讨论其特点。
- 通过讨论周期信号周期趋于无穷大时频谱的变化，引出傅里叶变换定义，并学习常用基本信号的频谱密度函数（频谱）。
- 傅里叶变换建立了信号时域与频域表示之间的联系，而傅里叶变换的性质则揭示了信号时域变化相应地引起频域变化关系。
- 从频谱密度角度理解周期信号的频谱，使周期与非周期信号统一用傅里叶变换作为分析工具。



## 第3章 信号与系统的频域分析

- 本章介绍系统的频域分析方法。首先给出系统频率特性的概念和物理意义，从系统频率特性对输入信号频谱为达到特定功能而进行调整的角度，讨论输出信号的频谱，进而求系统对任意信号的响应。
- 通过学习采样定理，进一步理解时域和频域的对应关系。
- 本章还结合系统频域分析方法，介绍一些工程应用中非常重要的概念，例如，无失真传输系统、理想低通滤波器、信号的调制与解调等等。



## 本章主要内容

---

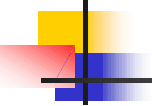
- 3.1 周期信号的分解与合成
- 3.2 周期信号的频谱及特点
- 3.3 非周期信号的频谱
- 3.4 傅里叶变换的性质与应用 (1)
- 3.5 傅里叶变换的性质与应用 (2)



## 本章主要内容

---

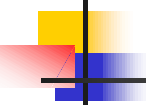
- 3.6 周期信号的频谱
- 3.7 系统的频域分析
- 3.8 无失真传输系统与理想低通滤波器
- 3.9 取样定理及其应用
- 3.10 频域分析用于通信系统



# 第 16 讲

---

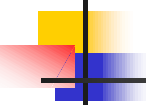
## 傅里叶变换的性质与应用(2)



# 傅里叶变换的性质

---

- 时域卷积定理
- 频域卷积定理
- 时域微分特性
- 时域积分特性
- 频域微分特性
- 频域积分特性



# 1.时域卷积性质

如果:

$$f_1(t) \leftrightarrow F_1(j\omega)$$
$$f_2(t) \leftrightarrow F_2(j\omega)$$

则:

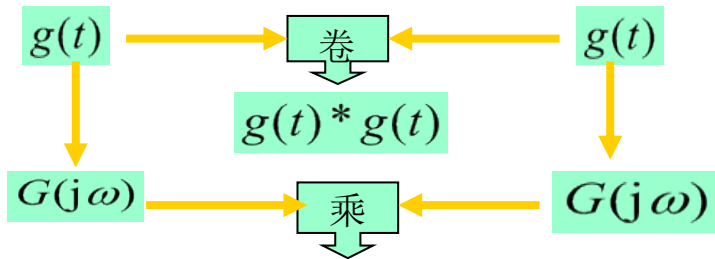
$$f_1(t) * f_2(t) \leftrightarrow F_1(j\omega)F_2(j\omega)$$

## 时域卷积性质的证明

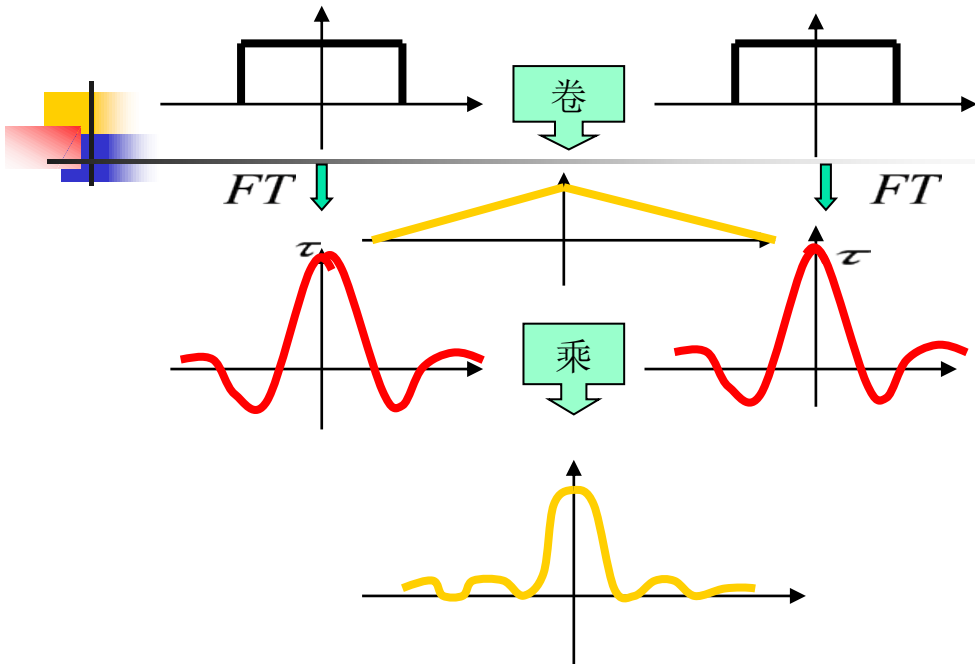
$$\begin{aligned}\mathcal{F}[f_1(t) * f_2(t)] &= \int_{-\infty}^{+\infty} \left[ \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(\tau) f_2(t - \tau) d\tau \right] e^{-j\omega t} dt \\&= \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(\tau) \left[ \int_{-\infty}^{+\infty} f_2(t - \tau) e^{-j\omega t} dt \right] d\tau \\&= \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(\tau) F_2(j\omega) e^{-j\omega \tau} d\tau \\&= F_2(j\omega) \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(\tau) e^{-j\omega \tau} d\tau \\&= F_1(j\omega) F_2(j\omega) \quad (\text{得证})\end{aligned}$$

# 求三角脉冲的频谱

三角脉冲可看成两个同样矩形脉冲的卷积



$$F(j\omega) = \frac{E\tau}{2} Sa^2\left(\frac{\omega\tau}{4}\right)$$





# 时域卷积定理的应用

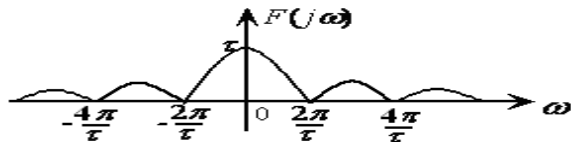
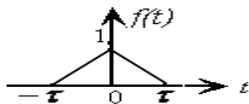
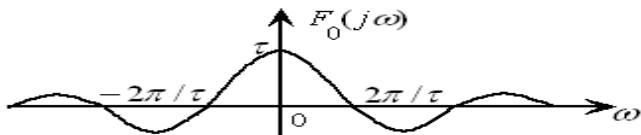
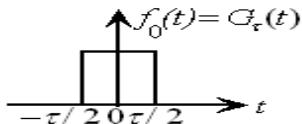
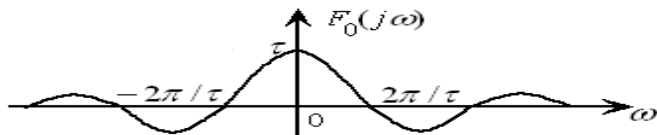
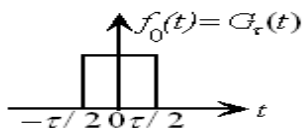
例1：根据时域卷积特性，求单个三角脉冲的频谱

解：三角脉冲可看做是两个门函数  $G_\tau(t)$  的卷积

$$G_\tau(t) \leftrightarrow \tau \frac{\sin(\frac{\omega\tau}{2})}{\frac{\omega\tau}{2}} = \tau \text{Sa}(\frac{\omega\tau}{2})$$

$$f(t) = G_\tau(t) * G_\tau(t) \frac{1}{\tau} \quad F(j\omega) = \tau \text{Sa}^2(\frac{\omega\tau}{2})$$

# 时域卷积性质的应用



## 时域卷积性质的应用

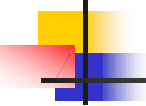
例2：求  $f(t) = \frac{\sin(t-t_0)}{2t-2t_0}$  的傅里叶变换

解：  $f(t) = \frac{1}{2} \text{Sa}(t) * \delta(t-t_0)$

$$\text{Sa}(t) \leftrightarrow \pi g_2(\omega)$$
$$\delta(t-t_0) \leftrightarrow e^{-j\omega t_0}$$

根据时域卷积定理：

$$f(t) \leftrightarrow \frac{1}{2} \pi g_2(\omega) e^{-j\omega t_0}$$



## 2. 频域卷积定理

---

如果:  $f_1(t) \leftrightarrow F_1(j\omega)$

$$f_2(t) \leftrightarrow F_2(j\omega)$$

则:  $f_1(t) \cdot f_2(t) \leftrightarrow \frac{1}{2\pi} F_1(j\omega) * F_2(j\omega)$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/137144146134006141>