石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

随机信号分析

随机信号基本概念、幅值域分析

主讲 ： 任彬

目录

1 随机信号的基本概念

（1）随机信号不能用确定的数学关系式来描述，不能预测其未来任何瞬时值，任何一次观测值只代表在其变动范围中可能产生的结果之一。

①样本函数

对随机信号按时间历程所作的各次长时间观测记录称为样本函数，记作$x_i(t)$

②样本记录

样本函数在有限区间上的观测记录值。

③随机过程

在同一实验条件下，全部样本函数的集合（总体），记作$\{x(t)\}$

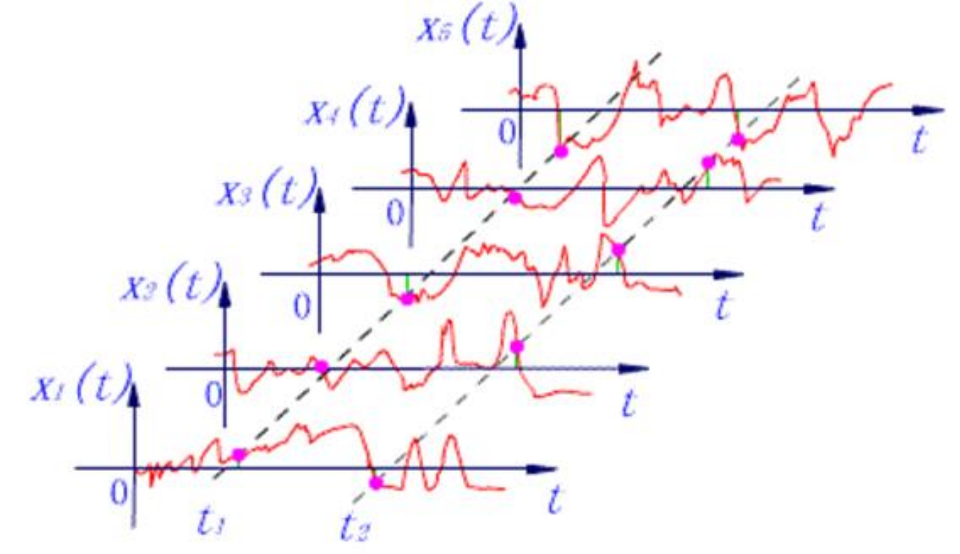
$$\{x(t)\}=\{x_1(t),x_2(t),\cdots\cdots,x_i(t),\cdots\}$$

④集合平均

将集合中所有样本函数对同一时刻t_i的观测值取平均。

⑤时间平均

按单个样本的时间历程进行平均的计算叫做时间平均。



随机过程信号与样本函数

石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

随机信号
- 平稳随机信号
- 非平稳随机信号

平稳随机信号：任一单个样本函数的时间平均统计特征参数等于该过程信号的集合平均统计特征参数，也称为各态历经随机信号

（2）随机信号的统计特征参数

均值 u_x、方差 σ_x^2、均方值 ψ_x^2

① $$u_x = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T x(t)dt$$ （静态强度）

② $$\sigma_x^2 = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T [x(t)-u_x]^2 dt$$ （动态强度）

③ $$\psi_x^2 = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T x^2(t)dt$$ （总强度）

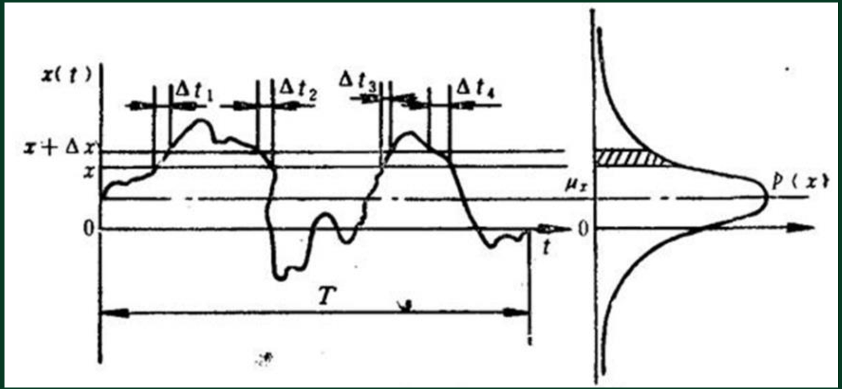
$$\psi_x^2 = \sigma_x^2 + u_x^2$$

2 幅值域分析

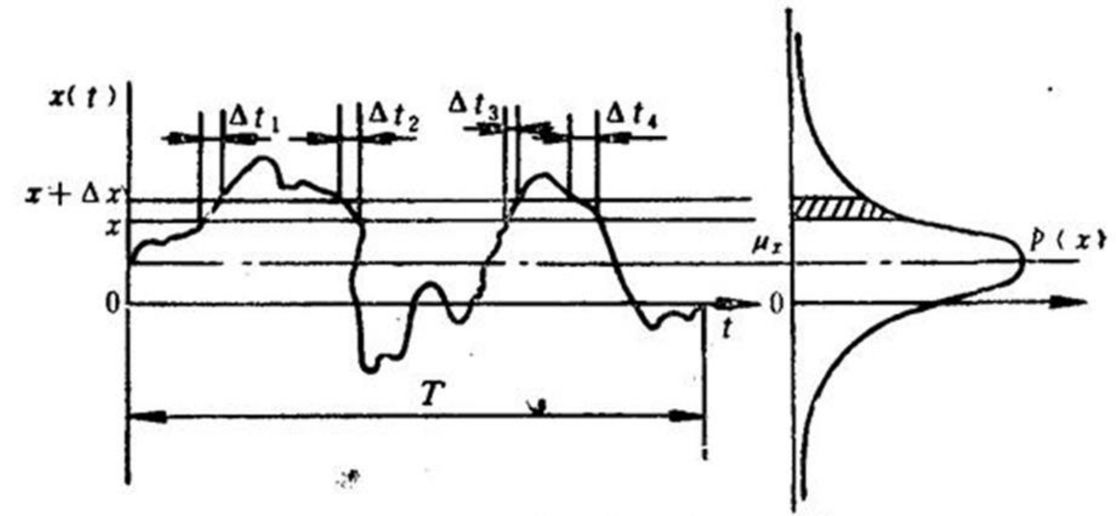
在线开放课程

（1）幅值概率密度函数

随机信号的幅值落在指定幅值区间内的概率。



在样本函数的观测记录时间T内，信号x(t)的瞬时幅值落在$(x, x+\Delta x)$**区间内的总时间Tx为**$T_x = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \cdots + \Delta t_n = \sum_{i=1}^{n} \Delta t_i$

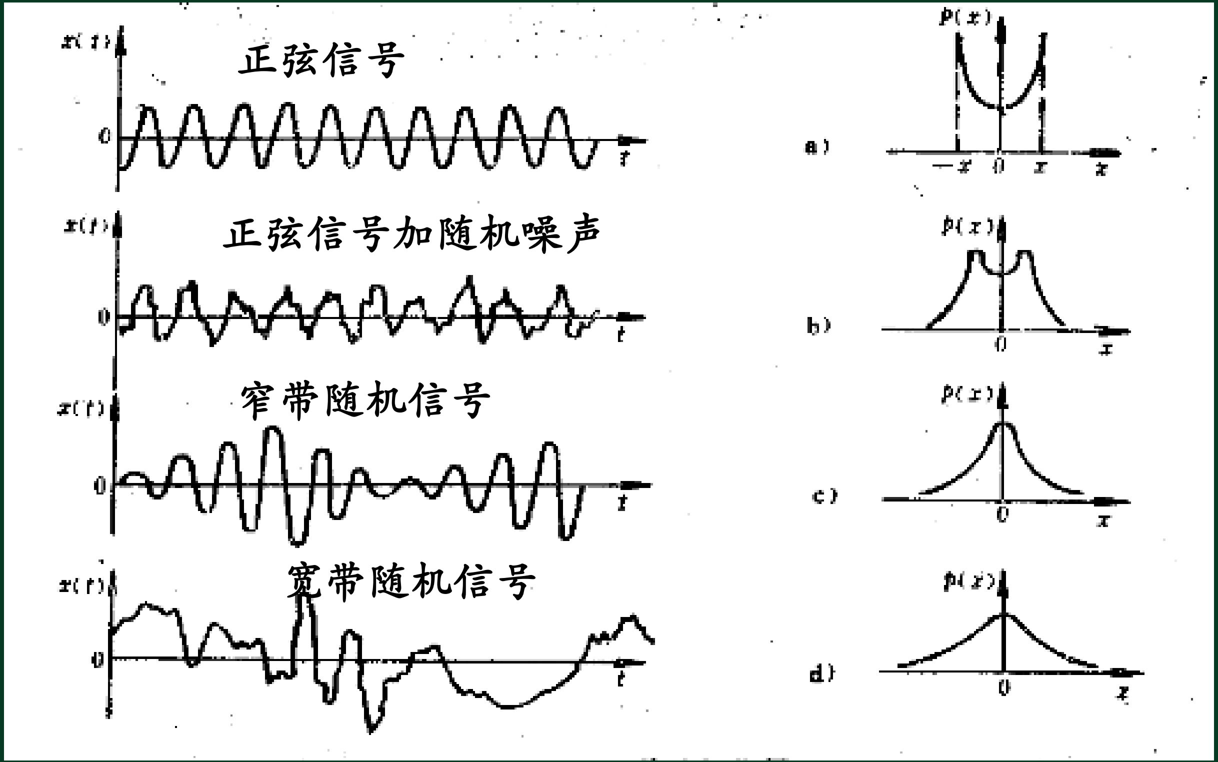


$$\Pr[x < x(t) \le x + \Delta x] = \lim_{T \to \infty} \frac{T_x}{T}$$

幅值概率密度函数p(x)

$$p(x)=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{\Pr[x<x(t)\le x+\Delta x]}{\Delta x}$$

幅值概率密度函数p(x)反映了随机信号幅值分布的信息，可以借助不同随机信号的不同概率密布函数图形，进行识别随机信号的性质。



四种常见随机信号的概率密度函数

（2）幅值概率分布函数

幅值概率分布函数P(x)表示随机信号x(t)的瞬时幅值在样本函数的观测记录时间T内，小于或等于某一给定值x的概率。即

$$P(x)=P_{rob}[x(t)\le x]=\lim_{T\to+\infty}\frac{T_x'}{T}$$

$$p(x)=\frac{dP(x)}{dx} \qquad P(x)=\int_{-\infty}^{x}p(x)dx$$

（3）概率密度函数与信号特征参数的关系

统计均值与密度函数的关系：

$$\mu_x = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) x dt$$

均方值与密度函数的关系：

$$\psi_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) x^2 dt$$

方差与密度函数的关系：

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x)(x-\mu_x)^2 dt$$

小结

（1）随机信号的基本概念和统计特征参数

（2）随机信号幅值域分析方法