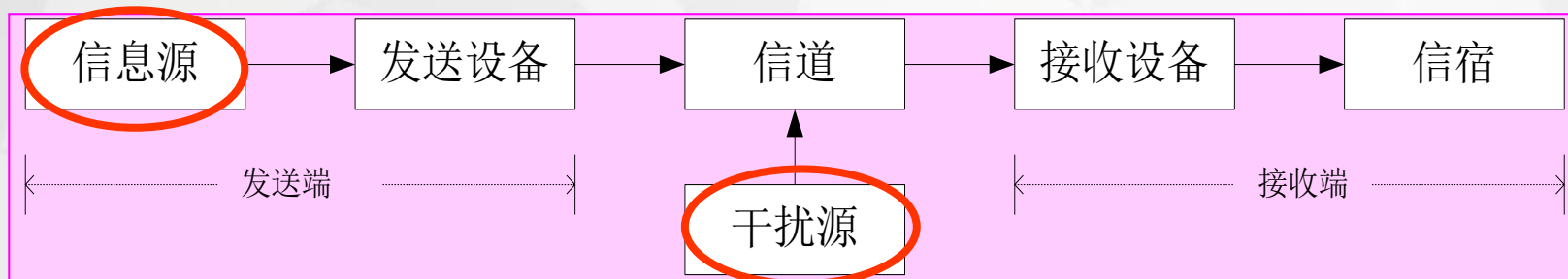




西安交通大学  
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

# 随机信号和噪声分析

## 本章内容在通信系统模型中的位置



## 通信系统一般模型

# 本章安排



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

- 随机过程的基本概念
- 随机过程的统计描述
- 平稳随机过程
- 维纳—欣钦定理
- 两个随机过程之间的统计联系
- 正态随机过程
- 平稳随机过程通过线性系统
- 白噪声、散弹噪声和热噪声
- 白噪声通过窄带线性系统——窄带噪声
- 正弦波加窄带高斯噪声的统计特性



西安交通大学  
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

# 随机过程的基本概念



# 随机过程的基本概念

## 随机信号：

具有随机特性（某个参数或几个参数不能预知或不能完全预知）的信号。

确定信号是随机信号的一种特定形式。

## 随机信号种类：

包含信息的信号、各种干扰（人为干扰、天电干扰）、噪声（热噪声、散弹噪声）

随机信号的数学模型：随机过程

随机信号和噪声分析方法：统计学随机过程理论和方法。



## 随机过程的基本概念

简单地说，随机过程是一种取值随机变化的时间函数，它不能用确切的时间函数来表示。

随机过程**两层含意**：

“**随机**”（指取值不确定，仅有取某个值的可能性）；

“**过程**”（为时间的函数）。

随机过程是随时间变化的随机变量的集合，在任意时刻考察随机过程的值是一个随机变量。

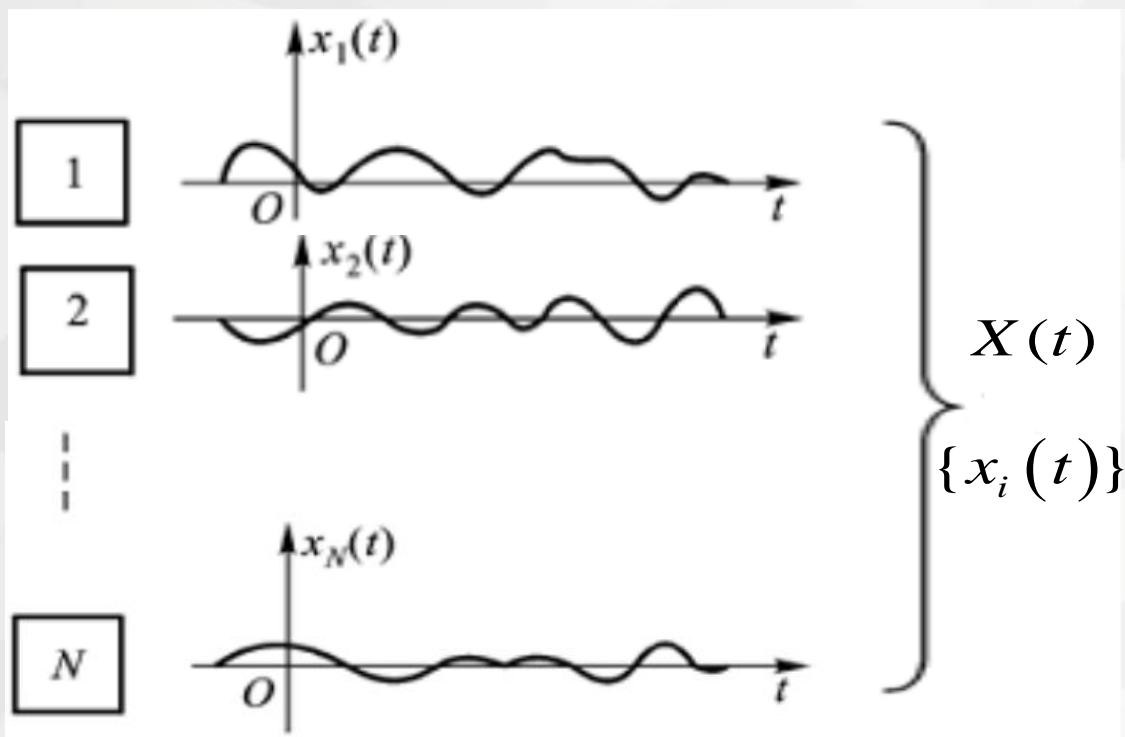
随机过程是一个由全部可能的实现（或**样本函数**）构成的集合，每个实现都是一个确定的时间函数，而随机性就体现在出现哪一个实现是不确定的。

用  $X(t)$  或  $\{x(t)\}$  表示。

# 随机过程的基本概念



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



典型随机过程---接收机噪声



# 随机过程的基本概念

## 随机过程的实际定义：

随机过程包含有空间与时间双重概念。

是各次实现的集合（并列的空间概念）。

又是时间的函数（时间的概念）。

实践中，不可能得到空间上并列的各样本函数，只能得到时间很长的一次实现。

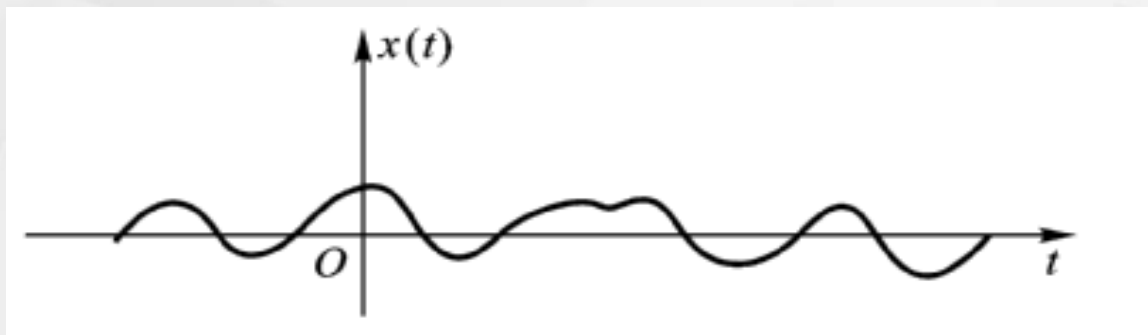
因此，可从实践中容易获得的一次实现来定义随机过程，如下图所示。



# 随机过程的基本概念



西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY



图中信号是随机过程的一次实现，它是随机取值的时间函数，在已经过去的时间上取值已经确定，随机性消失。

在未来的时间点上，取值随机，是一个随机变量。

该随机变量取值的分布规律就是随机过程在该时间上的分布规律。

# 随机过程的基本概念



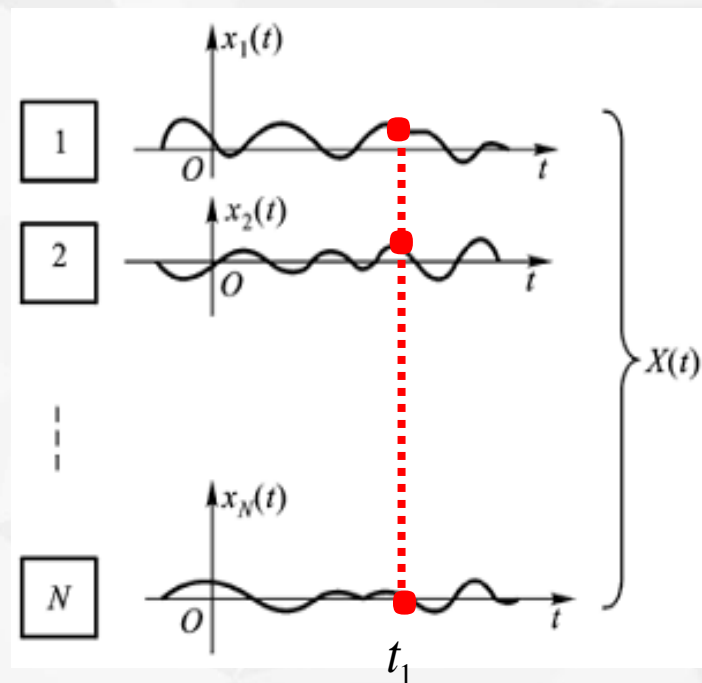
西安交通大学  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

归纳起来，随机过程具有如下特性：

(1) 取值的随机性；

$X(t_1)$  是一个随机变量。

(在  $t_1$  时刻观察随机过程的值)



# 随机过程的基本概念

归纳起来，随机过程具有如下特性：

(1) 取值的随机性；

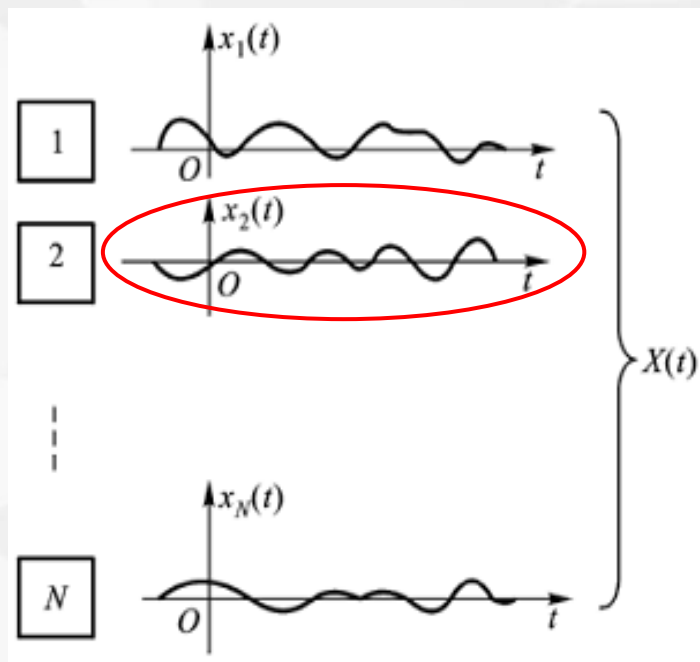
$X(t_1)$  是一个随机变量。

(在  $t_1$  时刻观察随机过程的值)

(2) 样本的确定性。

随机过程的某一个样本函数

$x_i(t)$  为时间的确定函数。



**举例：**  $X(t) = A \cos(\omega_0 t + \Theta)$  为随机过程。

其中,  $A$ 、 $\omega_0$  为常数  
 $\Theta$  为  $[0, 2\pi]$  内均匀分布的随机变量。

(1) 取值的随机性

$t_1 = 0$  时,

$X(t_1) = A \cos \Theta$  是一个随机变量;

(2) 样本的确定性

$\Theta_1 = 0$  时,

$x_1(t) = A \cos \omega_0 t$  为时间的确定函数。