

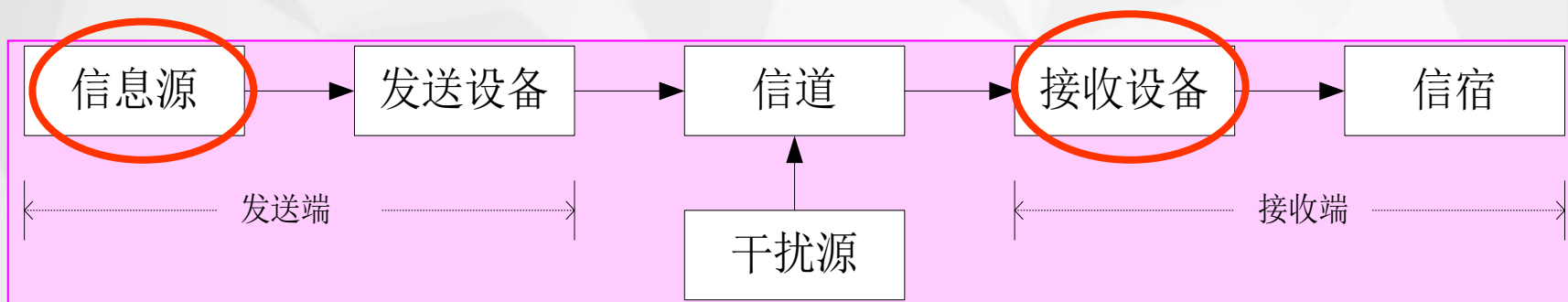


西安交通大学
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY

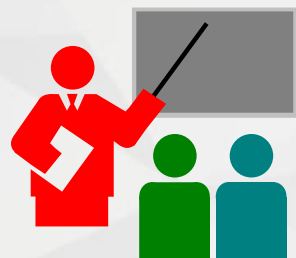
信号设计导论



本章内容在通信系统模型中的位置



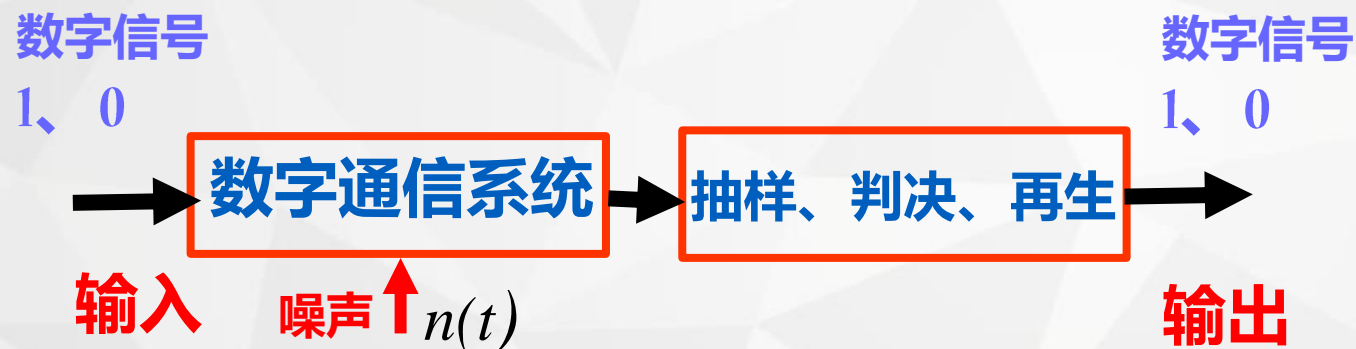
通信系统一般模型



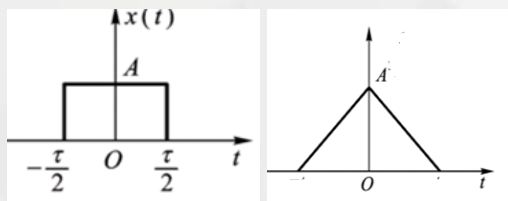
- 信号及信号设计
- 匹配滤波器
- 信号单元的相关函数
- 鸟声信号单元
- 巴克(*Barker*)序列
- m 序列信号单元



信息寄托在波形之中，追求输出波形与输入一致。



信息寄托在状态之中，追求输出状态与输入状态一致。



信号设计基本概念

信号分类及信号设计

模拟信号（连续信号或波形信号），其物理量的变化是连续时间函数，**取值状态数是无限制的**。

数字信号（序列信号），是按一定的顺序排列的一串符号(或状态)，**取值状态数是有限的**。

信号设计：为达到通信的目的，对信息的载体**信号单元**进行合理的选择。

信号单元：指代表某个**发送状态**（或），并持续**一定时间**的一段完整信号。

信号设计出发点：使信号单元能够**有效地**从随机（白）噪声的干扰中**检测出来**或从信号单元的集合中**被分辨**出来。



信号设计的基本概念

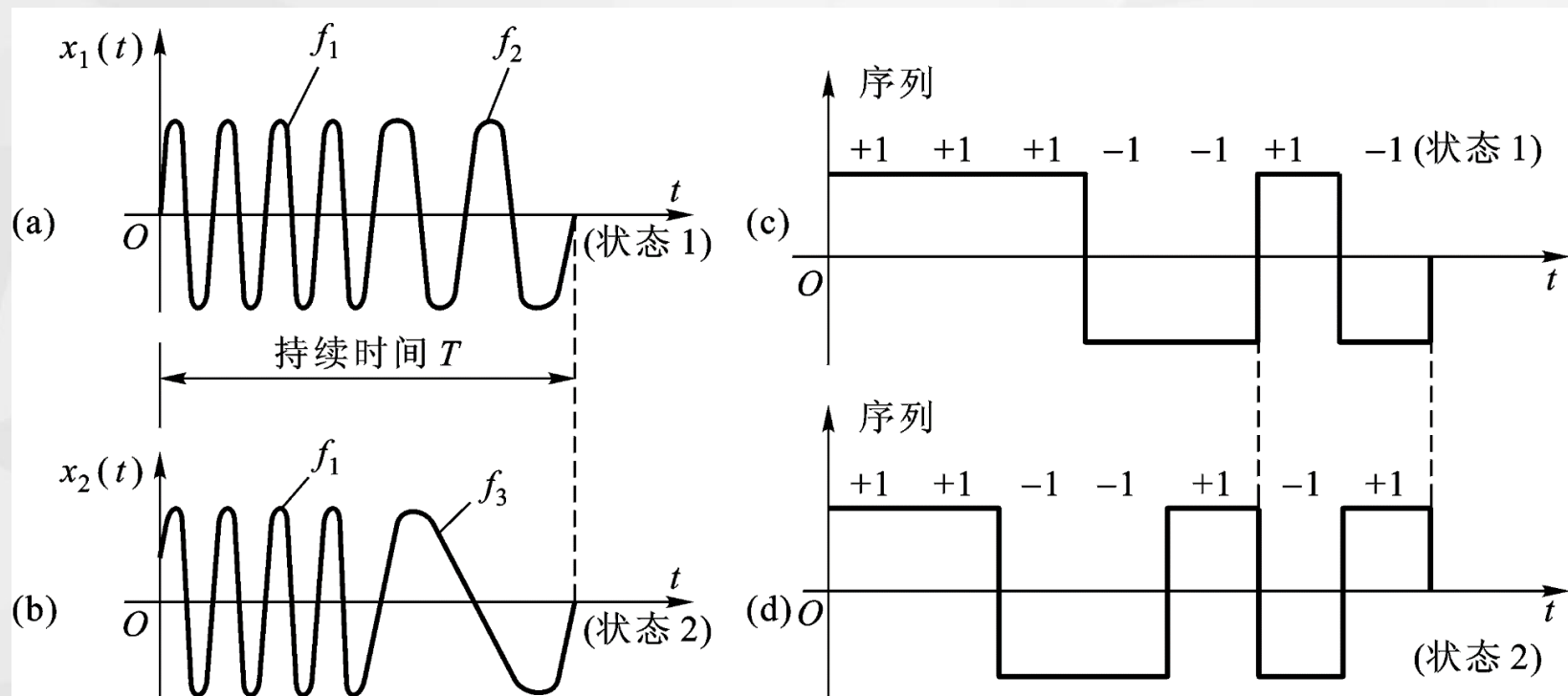
- 信号设计仅在传输有限个状态的系统中才有意义。

即在已知有限个发送状态的信号特征条件下，合理的选择信号单元以使信号在最大信噪比下被检测出来。

可以证明，当信道中存在白噪声干扰时，接收端采用匹配滤波—相关接收的方法能获得最大输出信噪比。

- 信号设计中，信号状态通常用某个信号单元来表示。

信号单元可以是波形信号单元，也可以是序列信号单元。



4-8

信号单元波形图

信号设计的基本概念

当传输的是序列信号时，关心的是序列信号的状态，接收端只要能正确判决发送的是哪种状态即可，并不关心在噪声的干扰下信号波形变成了什么样子，常用**误码率**衡量系统性能。

误码率的大小与接收端输出的**信噪比**有关，信噪比越大，误码率越小。

为此，希望信号在接收端能输出足够大的信噪比，以使信号可靠地被检测出来。

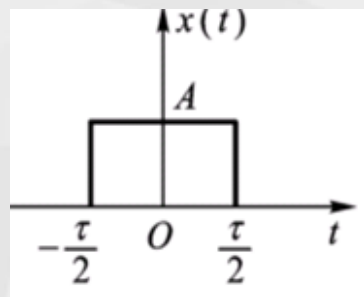
可以证明，当信道中存在白噪声干扰时，接收端采用**匹配滤波—相关接收**的方法获得的最大输出信噪比为

$$2E/n_0$$

由此可见，只要 E (**信号单元的能量**) 足够大就可以使信号可靠的被检测出来。

信号设计的基本概念

信号设计实例---雷达系统（一）

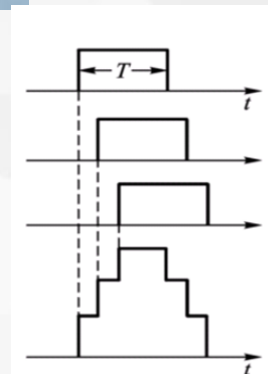


$$\rho_{\max} = \frac{2E}{n_0} \quad E = A^2 T$$

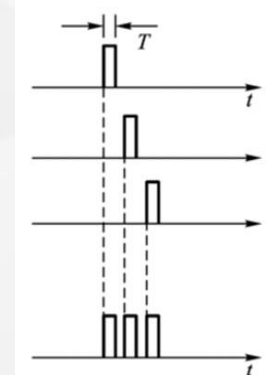


发射信号

反射信号



(a)



(b)

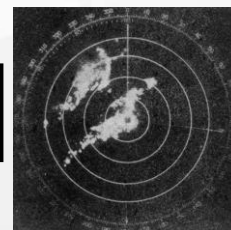
发射机



雷达天线

接收机(信号处理)

显示器



雷达工作原理

雷达系统中时间分辨率与能量的矛盾

信号设计实例---雷达系统（二）

- 发送一个矩形脉冲波时（**简单的信号单元**），要使脉冲能量（ $E=A^2T$ ）增大，只能增加脉冲宽度。
- 但由于脉冲宽度增加，在接收端会造成信号在时间轴上**直观分辨率**的**下降**，出现**模糊**现象。
- 为提高时间分辨率必须使发送脉冲变窄，但这样**信号单元的能量又会变小**，信号不易检出。

信号设计实例---雷达系统（三）

- 由上可看出，对于**简单的信号单元**，**增大信噪比**和提高**时间分辨率**的要求是**矛盾**的。
- 为此，必须设计一个**合理的信号单元**来解决这个矛盾。



信号设计的基本原则

基本要求

- 信号单元之间有**良好的可分辨性**---信号单元**自相关量尽量大**，**互相关量尽量小**。

接收端要分辨清楚发送的是那个信号单元，不仅要求有足够大的信噪比，而且应使信号单元的自相关函数与信号单元之间的互相关函数有明显的区别，以保证在给定的信号集合中实现最佳检测。



信号设计的基本原则

在信道干扰为白噪声，接收端采用**匹配滤波—相关接收**的前提下，**信号设计原则**：

1. 输出端信号在判决时刻具有**最大信噪比**；
2. 信号单元具有尖锐的自相关函数—即有**脉冲压缩**性能；
3. 信号单元之间的**互相关量很小**，且与自相关量有明显差别，即信号单元之间具有**良好的可分辨性**。

满足以上要求的信号，称为**优选信号单元**。
如：**鸟声信号、巴克码、m序列**。