



## 2.1 物理层

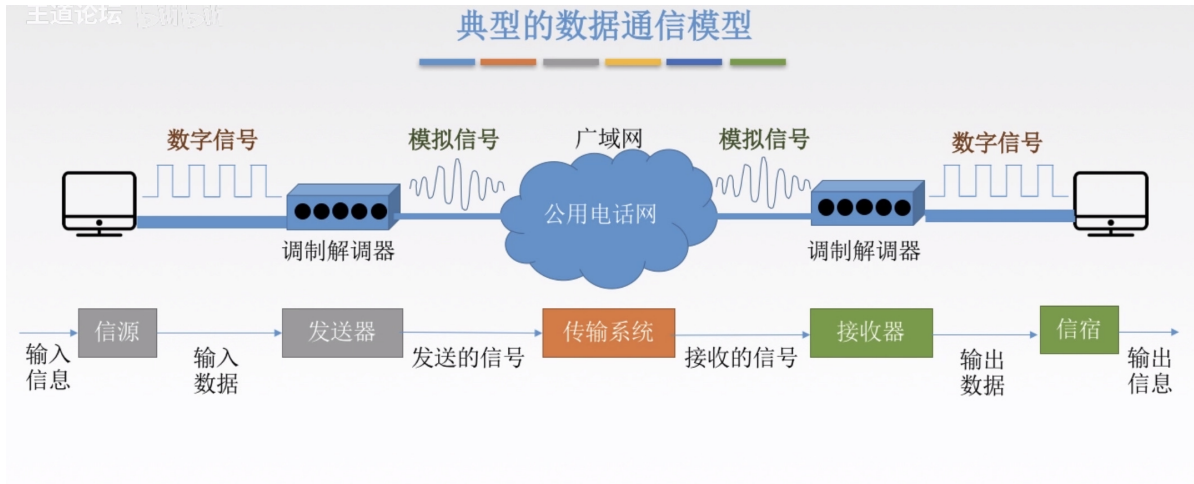
☰ Property

### 2.1.1 基本概念

- 传输bit stream
- 主要任务：确定与传输媒体接口相关的一些特性
- 基本特性：
  1. 机械特性（引线）
  2. 电气特性（电压范围，传输速率，距离）
  3. 功能特性（电平表达何种含义）
  4. 规程特性（规程和时序）

### 2.1.2 数据通信

- input → 信源 → 发送器 → 传输系统 → 接收器 → 信宿 → output



- 相关术语：
  1. data
  2. signal
  3. 信源
  4. 信宿
  5. 信道（模拟信道，无线信道）
  6. 三种通信方式（单工，半双工【不能同时发送和接收】，全双工）
  7. 两种传输方式（串行【速度慢，费用低，远距离】，并行【速度快，费用高，近距离】）

## 2.1.3 码元，波特，速率，带宽

- 码元：一个固定时长的基本信号波形，表示一个最基本，基本离散状态数为 $k$ ，则称为 $K$ 进制码元
- 速率：
  1. 码元传输速率（单位：波特Baud=1码元/s）1s传输多少码元  $M$
  2. 信息传输速率（b/s）1s传输多少bit= $M \times n$
- 带宽：最高数据发送率

## 练习题

某一数字通信系统传输的是四进制码元,4s传输了8000个码元,求系统的码元传输速率是多少?信息传输速率是多少?若另一通信系统传输的是十六进制码元,6s传输了7200个码元,求他的码元传输速率是多少?信息传输速率是多少?并指出哪个系统传输速率快?

2000Baud, 4000b/s; 1200Baud, 4800b/s; 十六进制更快

### 四进制码元系统

码元传输速率就是 $8000/4=2000\text{Baud}$ , 信息传输速率就是 $2000*\log_2 4=4000\text{b/s}$

### 十六进制码元系统

码元传输速率就是 $7200/6=1200\text{Baud}$ , 信息传输速率就是 $1200*\log_2 16=4800\text{bit/s}$

## 2.1.4 奈式准则 香农定理

- 码间串扰：接收端收到的信号波形失去了码元之间的清晰的界限，f太快
- 奈式准则：极限码元传输速率为  $2W \text{ Baud}$ ，W是信道带宽（Hz），极限数据传输率= $2W\log_2 V \text{ b/s}$ ，V代表码元的离散电平数目，W代表带宽（Hz）
- 香农定理：信噪比=信号平均功率/噪声平均功率  $S/N$ ，单位dB， $\text{dB} = 10\log_{10}(S/N)$ ，带宽受限且有噪声，极限数据传输速率= $W\log_2(1 + S/N)$ ，W代表带宽（Hz）

### 奈氏准则 内忧

带宽受限无噪声条件下，为了避免码间串扰，码元传输速率的上限  $2W \text{ Baud}$ 。

理想低通信道下的极限数据传输率= $2W\log_2 V$

要想提高数据率，就要提高带宽/采用更好的编码技术。

### 香农定理 外患

带宽受限有噪声条件下的信息传输速率。

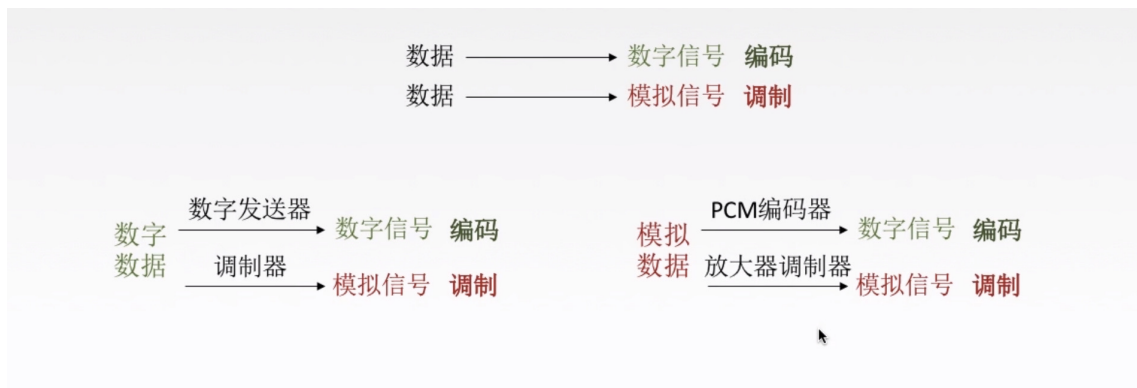
信道的极限数据传输速率= $W\log_2(1+S/N)$

要想提高数据率，就要提高带宽/信噪比。

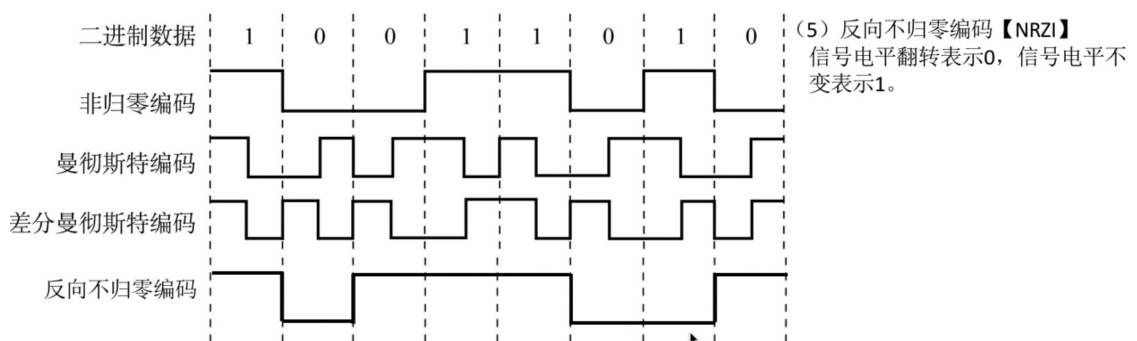
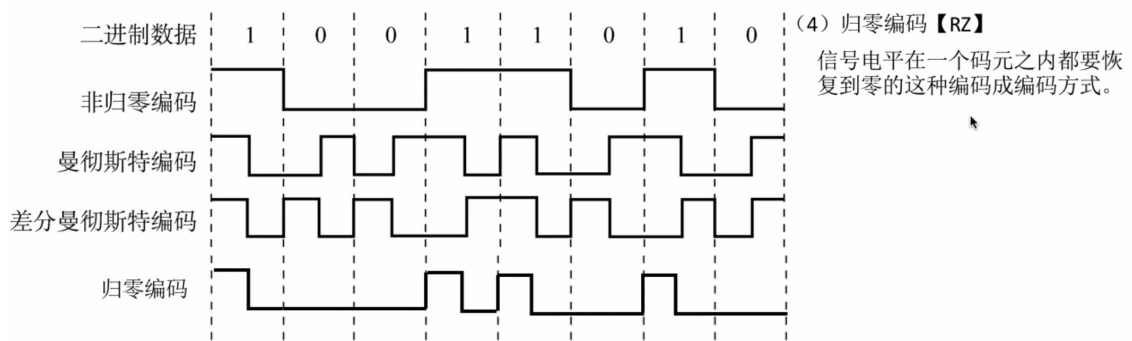
## 2.1.5 编码与调制

- 信道分类：
  1. 按传输信号：digital information channel, analog information channel

2. 按传播介质：wireless information channel, wire information channel
- signal on information channel:
    1. 基带信号（来自信源的信号）基带传输发生在数字信道上（因为计算机来自信源的信号是digital）
    2. 宽带信号 宽带传输发生在模拟信道
  - 编码与调制
    1. 编码：data → digital signal
    2. 调制：data → analog signal



- digital → digital
  1. 非归零编码【NRZ】：最传统，0就是低电平，1就是高电平
  2. Manchester encode：0/1中间会跳变一次，先低后高/先高后低代表1/0（固定的），码元传输速率是信号传输速率的2倍
  3. 差分Manchester encode：和Manchester encode类似，1则延续前一个编码的后半部分组成前半部分，0则反转前一个编码的后半部分
  4. 归零编码【RZ】
  5. 反向不归零编码
  6. 4B/5B编码

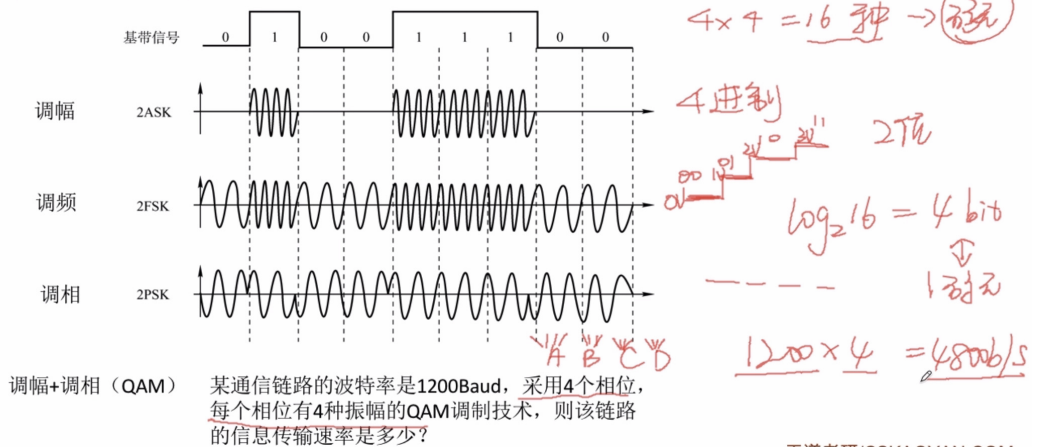


- digital → analog / analog → digital

#### 1. Modulation:

- ASK (调幅) : 0 → no amplitude; 1 → amplitude
- FSK (调频) : 0 → low frequency; 1 → high frequency
- PSK (调相)
- QAM (调幅+调相)

数字数据调制技术在发送端将数字信号转换为模拟信号，而在接收端将模拟信号还原为数字信号，分别对应于调制解调器的调制和解调过程。



## 2. Demodulation:

- PCM: 抽样 (采样定理:  $f_{\text{采样频率}} \geq 2f_{\text{信号最高频率}}$ ) - 量化 (连续电平变成离散数字量) - 编码 (把量化结果转化为二进制编码)