

# 一、物理层协议主要任务

- 机器特性：指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列、固定和锁定装置
- 电器特性：指明在接口电缆的各条线上出现的**电压的范围**
- 功能特性：指明某一线上出现的某一**电压表示的何种意义**
- 过程特性：指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

# 二、传输方式

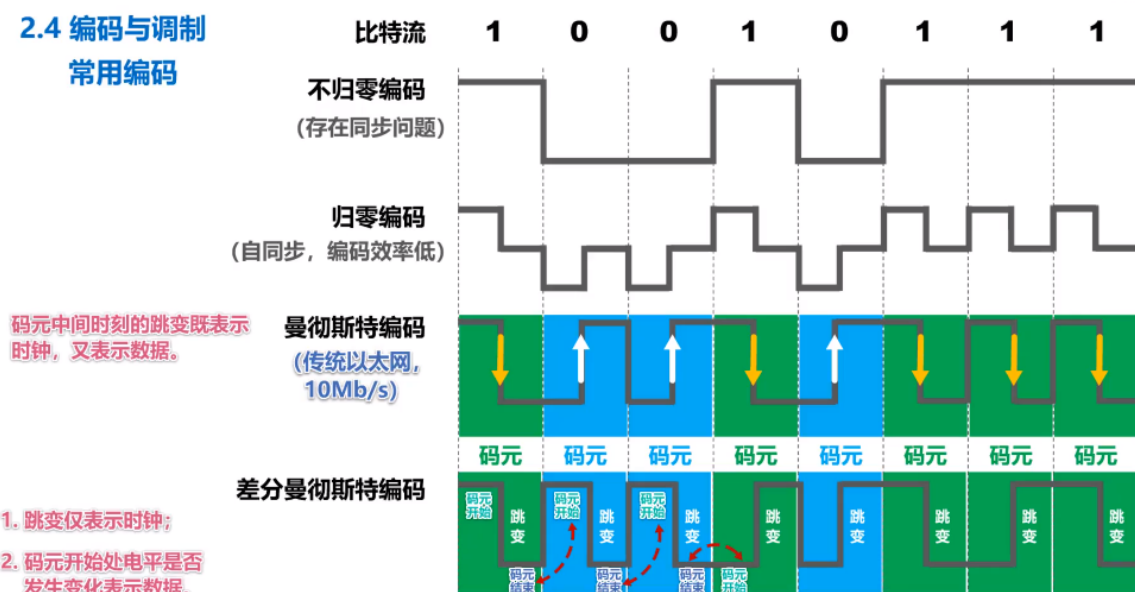
- 串行传输
- 并行传输
- 同步传输：内同步：发送端将时钟同步信号编码到发送数据中一起传输；外同步：在收发双方之间添加一条单独的时钟信号线。
- 异步传输：字节之间异步（字节之间的时间间隔不定）；字节中每个比特仍然需要同步（各比特的持续时间是相同的）
- 单向通信（单工）：只能有一个方向的通信而没有反方向的交互。
- 双向交替通信（半双工）：通信双方都可以发送信息，但不能双方同时发送。
- 双向同时通信（全双工）：通信双方可以同时发送和接收信息。

# 三、编码与调制

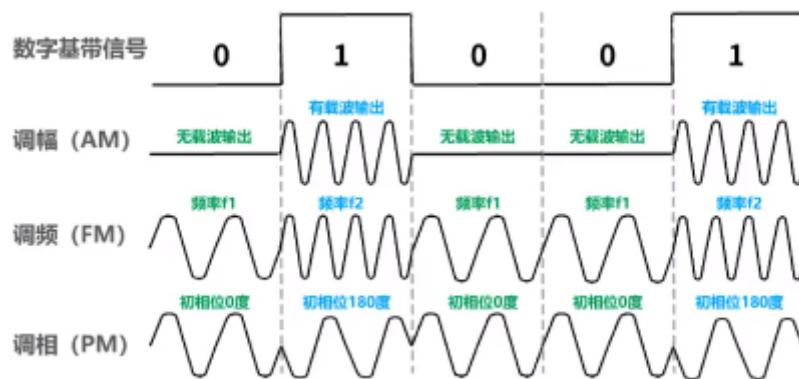
## 编码

- 归零编码：相当于把归零方式编码在数据之内，称为“自同步信号”。但编码效率低
- 不归零编码：存在同步问题
- 反向不归零编码：在码元时间内不会出现零电平。若后一个码元时间内所持续的电平与前一个码元时间内所持续的电平不同则表示0，若电平保持不变则表示1。
- 曼切斯特编码：码元中间时刻的跳变即表示时钟，又表示数据
- 差分曼切斯特编码：跳变仅表示时钟；码元开始处电平是否变化表示数据：变化表示1，不变化表示0。

### 2.4 编码与调制 常用编码



## 调制



## 四、信道的极限容量

### 奈氏准则

在理想条件下，为避免码间串扰，码元传输速率是有上限的。

**理想低通信道的最高码元传输速率** =  $2W$  Baud =  $2W$  码元/秒

**理想带通信道的最高码元传输速率** =  $W$  Baud =  $W$  码元/秒

W: 信道带宽（单位为Hz）

Baud: 波特，即码元/秒

码元传输速率又称为波特率、调制速率、波形速率或符号速率。

它与比特率有一定关系：(香农公式的单位是**b/s**，因此要用)

- 当1个码元只携带1比特的信息量时，则波特率（码元/秒）与比特率（比特/秒）在数值上是相等的。
- 当1个码元携带n比特的信息量时，则波特率转换为比特率时，数值要乘以n。

### 香农公式

带宽受限且有高斯白噪声干扰的信道的极限信息传输速率。

$$c = W * \log_2(1 + S/N)$$

c: 信道的极限信息传输速率（单位：**b/s**）

W: 信道带宽（单位：Hz）

S: 信道内所传信号的平均功率

N: 信道内的高斯噪声功率

S/N: 信噪比，使用分贝（dB）作为度量单位. 信噪比(dB) =  $10 * \log_{10}(S/N)(dB)$

$$\text{数据传输速率} = \text{波特率（码元传输速率）} * \text{每个码元携带的信息量}$$

【2009年 题34】在无噪声情况下，若某通信链路的带宽为3kHz，采用4个相位，每个相位具有4种振幅的QAM调制技术，则该通信链路的最大数据传输速率是

- A. 12 kbps                      B. 24 kbps                      C. 48 kbps                      D. 96 kbps

【解析】

(1) 根据奈氏准则可知，该通信链路的最高码元传输速率 =  $2 \times 3\text{k} = 6\text{k}$  (Baud) = 6k (码元/秒)

(2) 采用4个相位，每个相位4种振幅的QAM调制技术，可以调制出  $4 \times 4 = 16$ 个不同的基本波形 (码元)；

采用二进制对这16个不同的码元进行编码，需要使用4个比特 ( $\log_2 16 = 4$ )。换句话说，每个码元可以携带的信息量为4比特；

综合 (1) 和 (2) 可知，该通信链路的最大数据传输速率 =  $6\text{k}$  (码元/秒)  $\times 4$  (比特/码元) =  $24\text{k}$  (比特/秒) = 24 kbps

【2017年 题34】若信道在无噪声情况下的极限数据传输速率不小于信噪比为30dB条件下的极限数据传输速率，则信号状态数至少是

- A. 4                                  B. 8                                  C. 16                                  D. 32

【解析】

设信号状态数 (可调制出的不同基本波形或码元数量) 为X

则每个码元可携带的比特数量为 $\log_2 X$

信道在无噪声情况下的极限数据传输速率 (用奈氏准则计算) =  $2W$  (码元/秒) =  $2W \log_2 X$  (比特/秒)

30dB信噪比条件下的极限数据传输速率 (用香农公式计算) =  $W \log_2(1 + 1000)$  (比特/秒)

根据题意列出不等式:  $2W \log_2 X \geq W \log_2(1 + 1000)$       解得  $X \geq 32$