

2.1 物理层的基本概念

- 物理层考虑的是怎样才能在连接各种计算机的传输媒体上传输数据比特流
- 物理层为数据链路层屏蔽了各种传输媒体的差异，使数据链路层只需要考虑如何完成本层协议和服务，而不必考虑网络具体的传输媒体是什么
- 物理层协议的主要任务：
 - 机械特性：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
 - 电气特性：指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围
 - 功能特性：指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义
 - 过程特性：指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序

2.2 物理层下面的传输媒体

传输媒体：

导引型传输媒体：

- 同轴电缆：
 - 基带同轴电缆（50欧），数字传输，过去用于局域网
 - 宽带同轴电缆（75欧），模拟传输，目前主要用于有线电视
 - **同轴电缆价格较贵，且布线不够灵活，随着集线器的出现在局域网领域，基本上采用的都是双绞线作为传输媒体**
- 双绞线：
 - 两根线绞合在一起，其中绞合的作用是：1) 抵御部分来自外界的电磁波干扰；2) 减少相邻导线之间的电磁干扰
- 光纤：
 - * 纤芯直径：
 1. 多模光纤：50微米，62.5微米
 2. 单模光纤：9微米
 - * 包层直径125微米
 - * 工作波长：
 1. 0.85微米（衰减较大）
 2. 1.20微米（衰减较小）
 - * 特点：
 1. 通信容量大（25000~30000GHz的带宽）
 2. 传输损耗小，远距离传输更经济
 3. 抗雷电和电磁干扰性好。在大电流脉冲干扰环境中尤为重要
 4. 无串音干扰，保密性好，不易被窃听
 5. 体积小，重量轻
 - * 缺点：
 1. 割接需要专用设备
 2. 光电接口价格较贵

非导引型传输媒体：

- 微波通道（2 - 40GHz）
- 无线电波
- 红外线：
 - 点对点无线传输
 - 直线传输，中间不能有障碍物，传输距离短
 - 传输速率低（4Mb/s~16Mb/s）
- 可见光

2.3 传输方式

- 串行传输：指数据是一个比特一个比特依次发生的，因此在发送端和接收端之间只需要一条传输线路即可
- 并行传输：指一次发送n个比特而不是一个比特，因此在发送端和接收端之间需要有n条传输线路

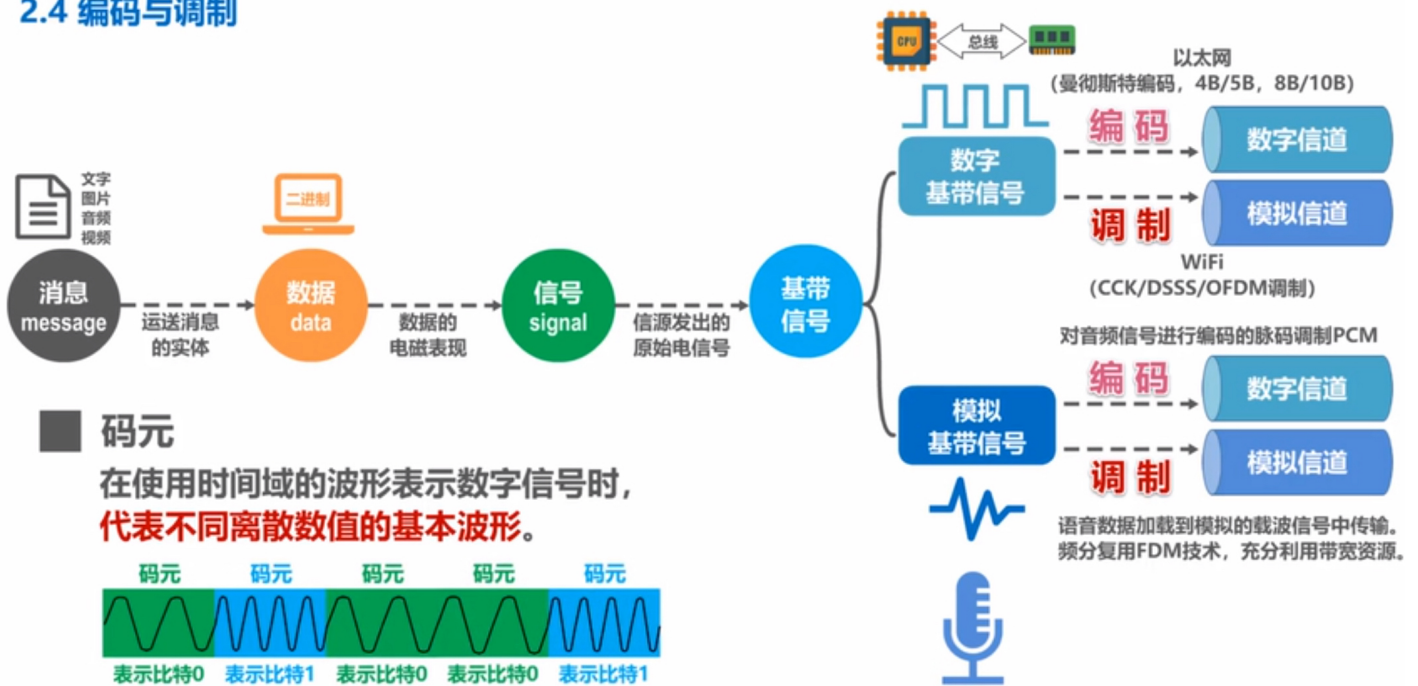
- 优点：速度是串行传输的n倍
- 缺点：成本高

在计算机网络中，数据在传输线路上的传输采用的 串行传输。
计算机内部的数据传输采用 并行传输

- 同步传输：数据以稳定的比特流的形式传输，字节之间没有间隔。接收端在美国比特信号的中间时刻进行检测，以判别接收到的是比特0还是比特1，由于设备之间存在差异，在传出过程中所产生的判别时刻的累计误差称为时钟误差积累。因此需要采取方法使收发双方的时钟保持同步
 - 收发双方时钟同步方法：
 - 外同步：在收发双方之间添加一条单独的时钟信号
 - 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（例如曼彻斯特编码【传统以太网】）
- 异步传输：以字节为独立的传输单位，字节之间的时间间隔不是固定的，接收端仅在每个字节的起始处对字节内的比特实现同步。因此，通常要在每个字节前后加上起始位和结束位
 - 字节之间异步（字节之间的时间间隔不固定）
 - 字节中的每个比特仍然要同步（各比特的持续时间是相同的）
- 单向（单工）通信：通信双方只有一个数据传输方向。（例如无线电广播）【一条信道】
- 双向交替（半双工）通信：通信双方可以相互传输数据，但不能同时进行。（例如对讲机）【两条信道】
- 双向同时（全双工）通信：通信双方可以同时发送和接收信息。（例如电话）【两条信道】

2.4 编码和调制

2.4 编码与调制

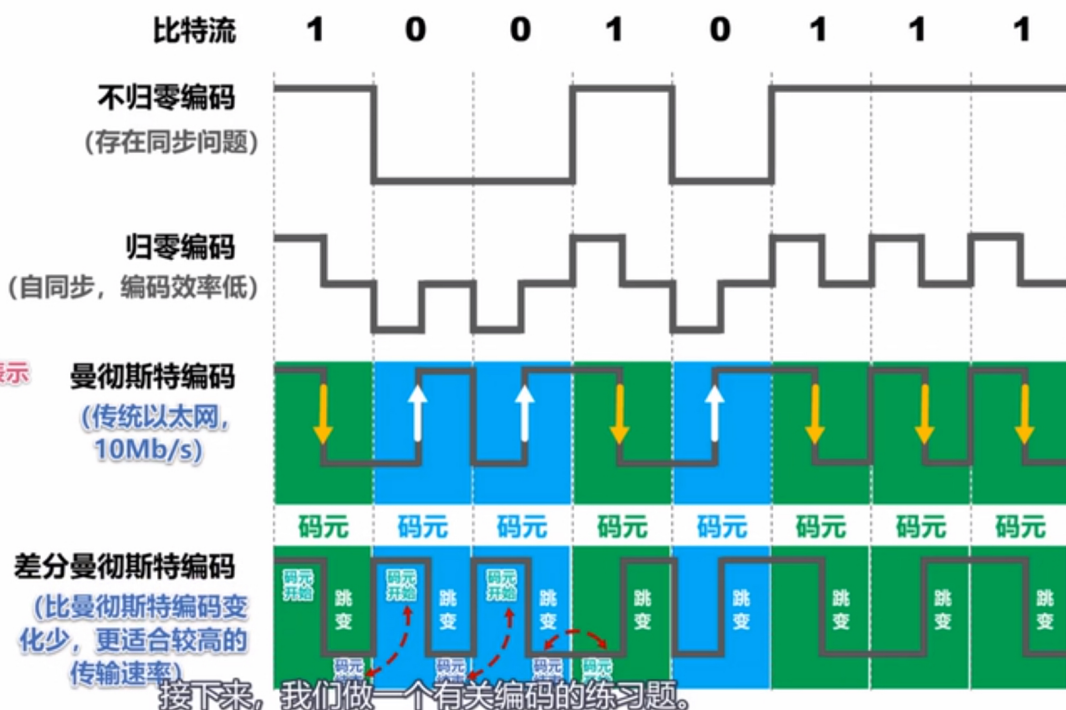


- 不归零编码：
 - 需要额外一根传输线来传输时钟信号，使发送方和接收方接收同步
 - 对于计算机网络，宁愿利用这根传输线传输数据信号，而不是传输时钟信号
- 归零编码：
 - 每个码元传输结束后信号都要“归零”，所以接收方只要在信号归零后进行采样即可，不需要单独的时钟信号
 - 实际上，归零编码相当于把时钟信号用“归零”方式编码在来数据之内，这称为“自同步”信号
 - 但是，归零编码中大部分的数据带宽，都用来传输“归零”，而浪费掉了

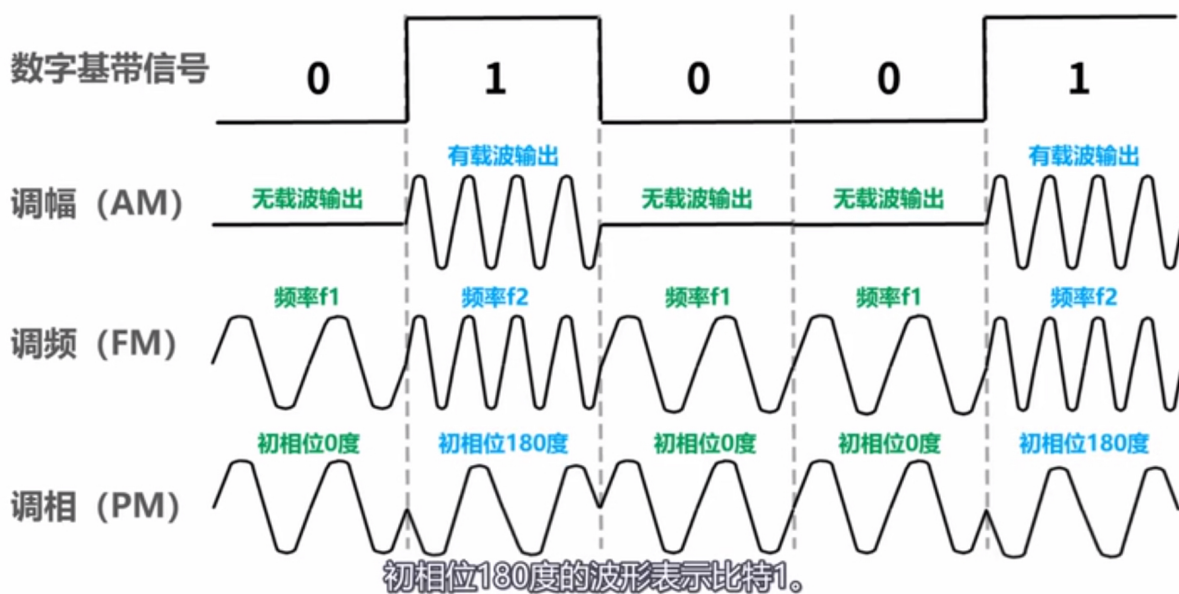
2.4 编码与调制 常用编码

码元中间时刻的跳变既表示时钟，又表示数据。

1. 跳变仅表示时钟；
2. 码元开始处电平是否发生变化表示数据。



2.4 编码与调制 基本调制方法



使用基本调制方法, 1个码元只能包含1个比特信息

2.5 信道极限容量

一段正常的信号在通过传输信道之后, 输出的信号波形难以辨别什么时候是0, 什么时候是1, 这种现象称为

码间串扰（失真）。

- 失真因素：
 - 码元传输速率
 - 信号传输距离
 - 噪声干扰
 - 传输媒体质量
- 奈氏准则：在假定的理想条件下，为了避免码间串扰，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：
 - 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，则波特率转化为比特率时，数值要乘以 n
- 要提高信息传输速率（比特率），就必须设法使每一个码元能携带更多个比特的信息量，这需要采用多元制
- 实际的信道所能传输的最高码元速率，要明显低于奈氏准则给出的这个上限数值
- 香农公式：带宽受限且有高斯白噪声干扰的极限信息传输速率
 - $c = W \times \log_2 (1 + S/N)$
 - 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）= $10 \times \log_{10} (S/N)$
 - 信道带宽或信道中信噪比越大，信息的极限传输速率越高
 - 在实际信道上能达到的信息传输速率要比该公式的极限传输速率低不少。这是因为在实际信道中，信号还要受到其他的一些损失，如各种脉冲干扰、信号在传输中的衰减和失真，这些因素在香农公式中并未考虑