

# 物理层

---

- 解决如何在连接各种计算机的**传输媒体上传输数据比特流**，不是指具体的传输媒体
- 机械特性
- 电气特性

## 数据通信的基础知识

---

- 信道：向一个方向传送信息的媒体
  - 单工通信
  - 半双工通信
  - 全双工通信
- 基带信号
  - 单极性不归零码
  - 双极性不归零码
  - 单极性归零码
  - 双极性归零码
  - 曼彻斯特编码
    - 低到高为 0，高到低为 1
  - 差分曼彻斯特编码
- 奈奎斯特速率：在假定的理想状态条件下，为了避免码间串扰，最高码元传输速率： $R = 2W$  W 为理想低通信道的带宽，R为码元传输速率
- 香农公式：带宽受限且有高斯白噪声的信道的极限信息传输速率， $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N}) \text{ bit/s}$

## 物理层的传输媒体

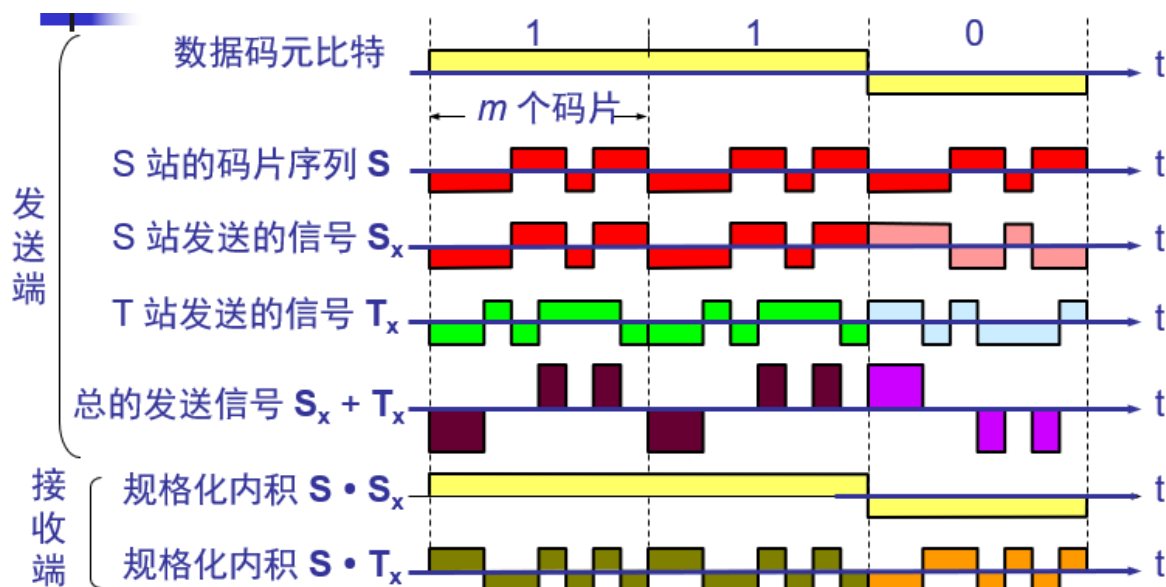
---

- 导向传输媒体：电磁波沿着固体媒体传播
  - 双绞线
    - 屏蔽双绞线
    - 无屏蔽双绞线
  - 同轴电缆
    - 50欧姆 同轴电缆
    - 75欧姆同轴电缆
  - 光纤
- 非导向传输媒体
  - 短波通信：电离层反射
  - 微波通信：直线传播，需要发射塔
  - ...
- 集线器（Hub）
  - 放大信号和重发，扩大网络的传输范围
  - 集线器连接的网络属于半双工，是一个大的冲突域

## 信道复用

- 频分复用 FDM
- 时分复用 TDM
  - 统计时分复用
- 波分复用 WDM
- 码分复用 CDM
  - 码分多址 CDMA

## 码分复用



- 每个站 (eg:每个不同的手机) 分配一个单独的mbit 码片序列
  - 当实际发送的比特为1时, 则发送该码片序列
  - 当实际发送的比特为0时, 则发送该码片序列的反码
- 不同站之间的码片序列是**正交**的
- **不同站发送的码片序列相加, 也就是最终总的发送信号**
- 接收时, 每个站用自己的码片序列去和接收到的序列做内积, 如果结果为1或者-1, 表明接收到了消息, 为1或者0, 否则说明没有消息传来
- 内积的计算

$$\bullet S \bullet T \equiv \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i T_i = 0$$

## 数字传输系统

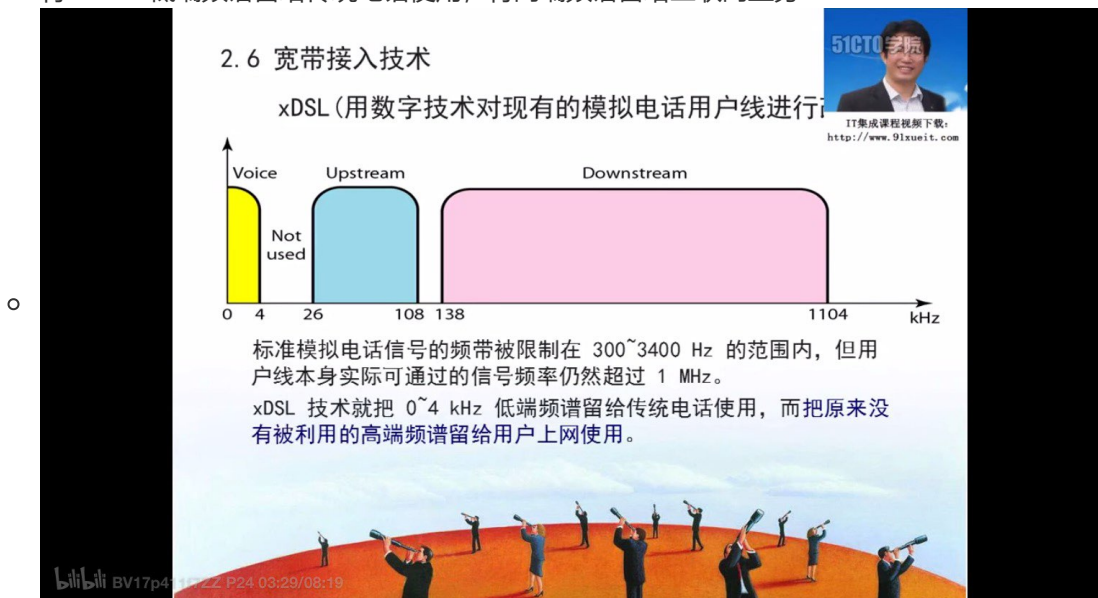
## PCM

### 两个标准

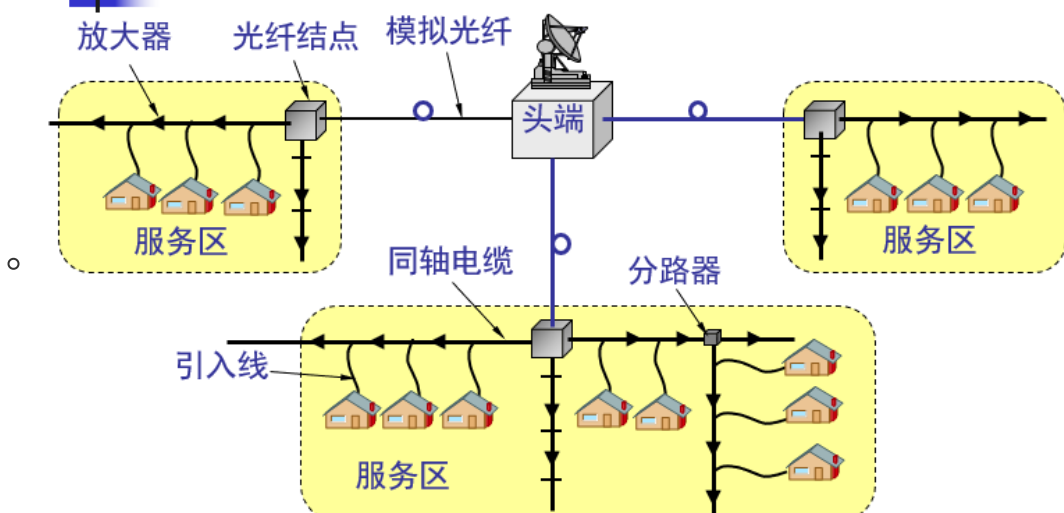
- 北美的24路PCM (T1) 1.544Mb/s
  - 每秒采样8000次, 8bit, 24路话音信号,  $8000 \times (8 \times 24 + 1) = 2.048\text{Mb/s}$ , 1bit的控制信号
- 欧洲的30路PCM (E1) Mb/s 2.048  $8000 \times (8 \times 30 + 2 \times 8) = 2.048\text{Mb/s}$ , 2个8bit的控制信号
  - 我国采用

## 带宽接入技术

- xDSL(Digital Subscriber Line)
  - 对现有的模拟电话用户线改造, 使得其可以承载互联网业务
  - 将0-4kHz低端频谱留给传统电话使用, 将高端频谱留给互联网业务



- 利用FDM技术
- 光纤同轴混合网 (HFC,Hybrid Fiber Coax)
  - 对现有的CATV网进行改造, 在原有的同轴电缆基础上, 加装光纤以及光纤节点



- 模拟光纤从头端连接到光纤结点(fiber node), 即光分配结点 ODN (Optical Distribution Node)。在光纤结点光信号被转换为电信号。在光纤结点以下就是同轴电缆。
- FTTx

- 光纤到家 **FTTH** (Fiber To The Home): 光纤一直铺设到用户家庭可能是居民接入网最后的解决方法
- 光纤到大楼 **FTTB** (Fiber To The Building): 光纤进入大楼后就转换为电信号, 然后用电缆或双绞线分配到各用户。
- 光纤到路边 **FTTC** (Fiber To The Curb): 从路边到各用户可使用星形结构双绞线作为传输媒体