

# 第二章 物理层

---

## 物理层基本概念

---

功能：如何在连接各计算机的传输媒体上传输数据比特流

- 数据链路层将数据比特流传送给物理层
- 物理层将比特流按照传输媒体的需要进行编码
- 然后将信号通过传输媒体传输到下一个节点的物理层

作用：尽可能地屏蔽掉不同传输媒体和通信手段的差异，为数据链路层提供一个统一的数据传输服务

物理层协议是数据终端设备(DTE)与数据电路端设备(DCE)间的约定，规定了两者的接口特性：机械特性、电气特性、功能特性、过程特性

## 数据通信基础

---

**通信**是在源点与终点之间传递消息或者信息，但信息和消息有着不同的概念

**消息**是指能向人们表达客观物质运动和主观思维活动的文字、符号、数据、语音和图像等。消息两个特点：能被通信双方所理解、可以相互传递

**信息**是指包含在消息中对通信者有意义的那部分内容

消息是信息的载体，消息中可能含有信息

**数据**是对某一事实的不经解释并赋予一定含义的数字、字母、文字等符号及其组合的原始表达。数据是消息的一种表示形式，是传达某种意义或信息的实体。

**信号**是消息的载体（比如电信号、光信号等）

传输方式：数字通信和模拟通信；基带传输和频带传输；串行传输和并行传输；异步传输和同步传输；单工、半双工和全双工

传输损伤：数据信号在数据通信系统的端到端连接的每个环节都可能受到伤害，ITU称之为传输损伤。并推荐用误码、抖动、漂移、滑动和时延来表示。

性能度量：

- 传输速率：如信号分为V级，则比特率=波特率\*  $\log_2(V)$
- 带宽(bandwidth)：带宽指计算机网络的通信线路所能传送数据的能力，即在单位时间内从网络中的某一点到另一点所能达到的“最高数据速率”。单位是b/s (bit/s)
- 模拟信道的容量：香农定律  $C=B\log_2(1+S/N)$ ；提升模拟信道容量方式：增加系统带宽、提升源端信号发射功率、降低噪声等
- 数字信道的容量： $C=B\log_2(M)$  b/s
- 传输质量：信噪比 $SNR=10\lg(S/N)$ ；平均误码率 指单位时间内接收到的出错码元数占总码元数的比例

## 传输介质

---

传输介质是指发送器与接收器之间的物理通路可分两大类：

- 导引型传输介质——指电磁波被导向沿着某一媒体传播，包括双绞线、同轴电缆、电力线和光纤等

- 非导引型传输介质——指电磁波在大气层、外层空间或海洋中进行的无线传播，包括短波传输、地面微波、卫星微波、光波传输等

## 无线与卫星通信

---

无线通信：利用电磁波的辐射和传播，经过空间传送信息的通信方式称之为无线电通信，也称之为无线通信。优势：省去通信连线，便于部署与移动

无线传输：可以在自由空间利用电磁波发送和接收信号进行通信。特点：传输环境复杂、传输环境不断变化、环境被电磁噪声污染

**波长\*频率=光速**

**卫星通信**是指利用人造地球卫星作为中继站，转发或反射无线电波，在两个或多个地球站之间进行的通信。卫星通信的两种：同步卫星通信和移动卫星通信

同步卫星有两种：一种是与赤道共面的静止卫星（称为地球静止轨道卫星），另一种是与赤道有倾斜角度的同步卫星（称为地球倾斜同步轨道卫星）

同步卫星在赤道上空36000km，三颗相距120度的卫星就能覆盖整个赤道圆周

卫星通信的特点

- 传播时延长，从一个地球站经卫星到另一个地球站的电波传播传播时间约需240~280ms（可取270ms）
- 传播损耗大，达200dB左右
- 受大气层的影响大
- “面覆盖”式的传播信道

卫星通信的缺点

- 传输时延大：500毫秒~800毫秒的时延
- 高纬度地区难以实现卫星通信
- 为了避免各卫星通信系统之间的相互干扰，同步轨道的星位是有一点限度的，不能无限制地增加卫星数量
- 太空中的日凌现象和星食现象会中断和影响卫星通信

卫星通信系统通常由地球站、通信卫星、跟踪遥测及指令系统和监控管理系统4大部分组成。卫星通信线路，即两个地球站通过卫星进行通信的链路，是由发端地球站，上、下行无线传输路径和收端地球站组成的。

**低轨道卫星系统(LEO)**一般是指多个卫星构成的可以进行实时信息处理的大型的卫星系统，其中卫星的分布称之为卫星星座。主要优点：信号传输时延小，地面终端设备简单、造价低，是手持式终端的最佳方式，卫星造价低、发射容易

## 复用技术

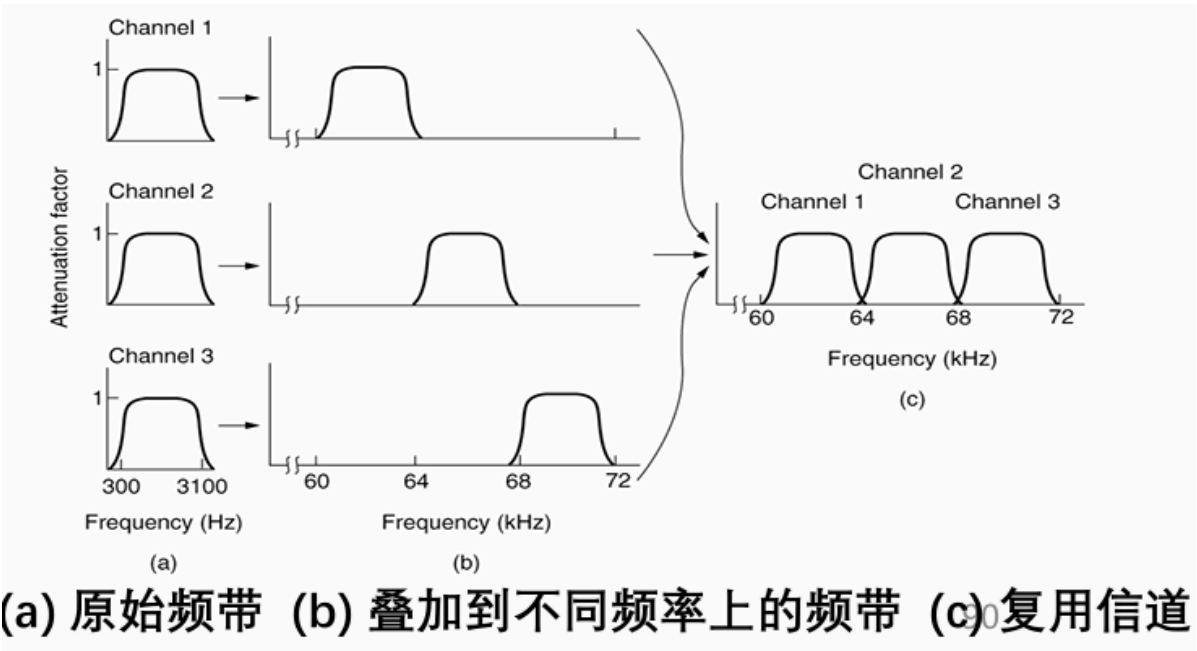
---

复用(multiplexing)技术的目的是：允许用户使用一个共享信道进行通信，避免相互干扰，降低成本，提高利用率。

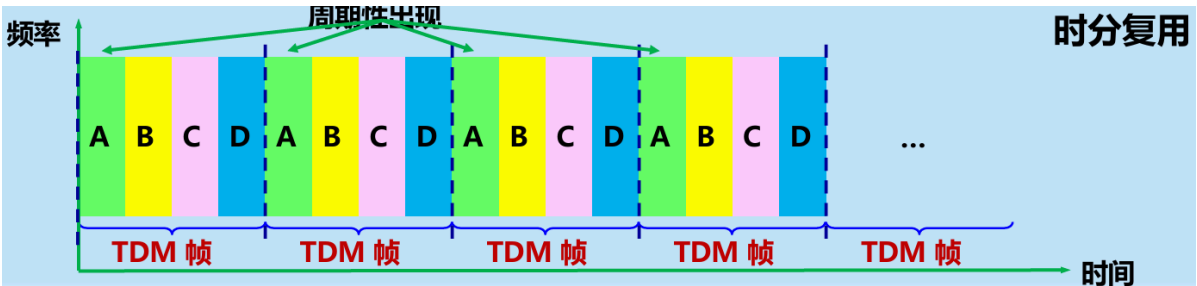
**频分复用FDM**，是一种将多路基带信号调制到不同频率载波上，再进行叠加形成一个复合信号的多路复用技术。

频分复用将整个带宽分为多份，用户在分配到一定的频带后，在通信过程中自始至终都占用这个频带

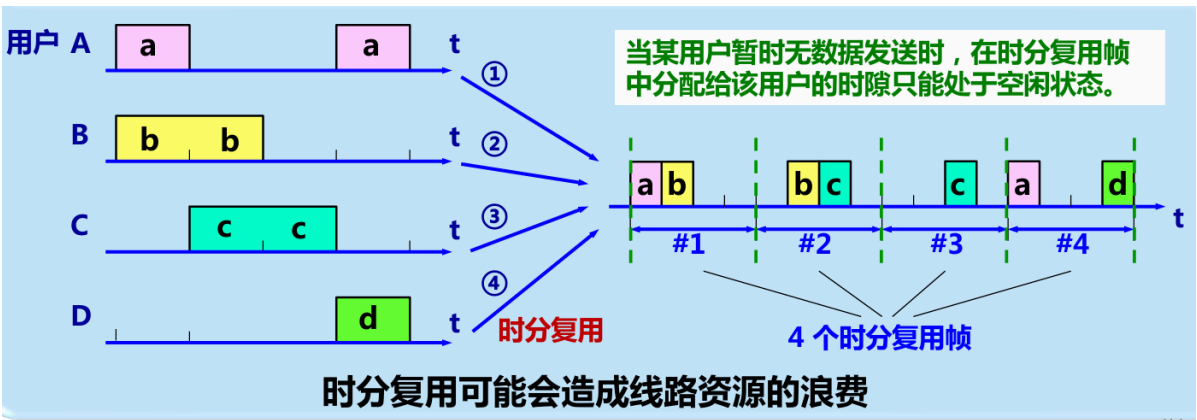
频分复用的所有用户在同样的时间占用不同的带宽资源（请注意，这里的“带宽”是频率带宽而不是数据的发送速率）



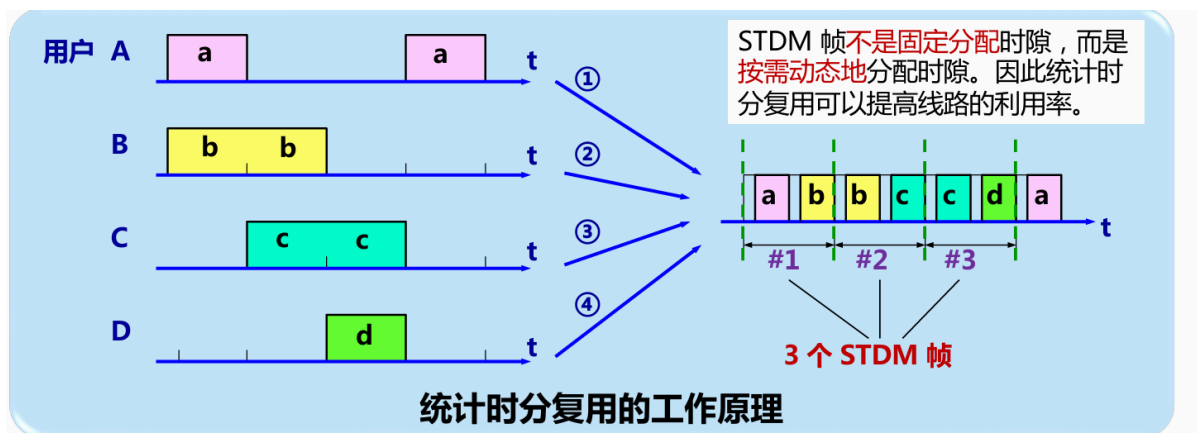
**时分复用(TDM)** 将时间划分为一段段等长的时分复用帧（TDM帧），每一个时分复用的用户在每一个TDM 帧中占用固定序号的时隙，每一个用户所占用的时隙是周期性地出现（其周期就是TDM帧的长度）的。



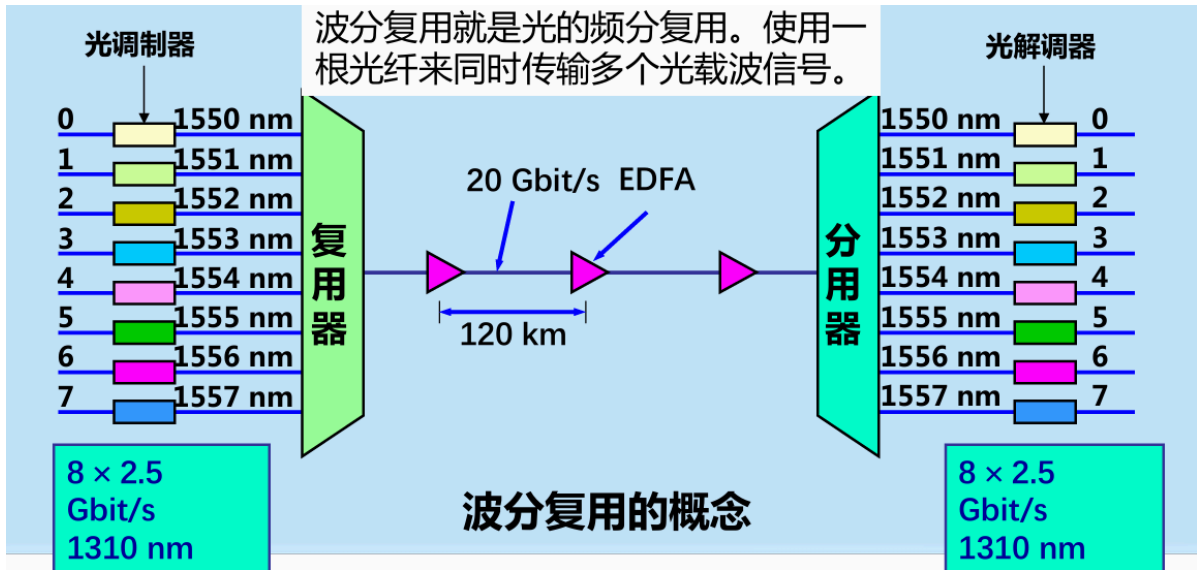
存在的不足：使用时分复用系统传送计算机数据时，由于计算机数据的突发性，用户对分配到的子信道的利用率一般是不高的



统计时分复用（STDM）是指动态地按需分配共用信道的时隙，只将需要传送数据的终端接入共用信道，以提高信道利用率的多路复用技术。



**波分复用 (WDM)** 是利用多个激光器在单条光纤上同时发送多束不同波长激光的技术



码分多址(Code Division Multiple Access, CDMA)是指利用码序列相关性实现的多址通信, 基本思想是靠不同的地址码来区分的地址

空分复用(Space Division Multiplexing, SDM)是指让同一个频段在不同的空间内得到重复利用

## 宽带接入技术

DSL、ADSL、HDSL、HFC、光波接入