



新形态一体化教材 配套MOOC课程

# 计算机网络技术基础

主编 阚宝朋 高等教育出版社

书号：978-7-04-043546-7

扫描教材上二维码 实现随扫随学

# 物理层作用与功能特性

# 目录

## Contents

### 1/ 物理层的功能

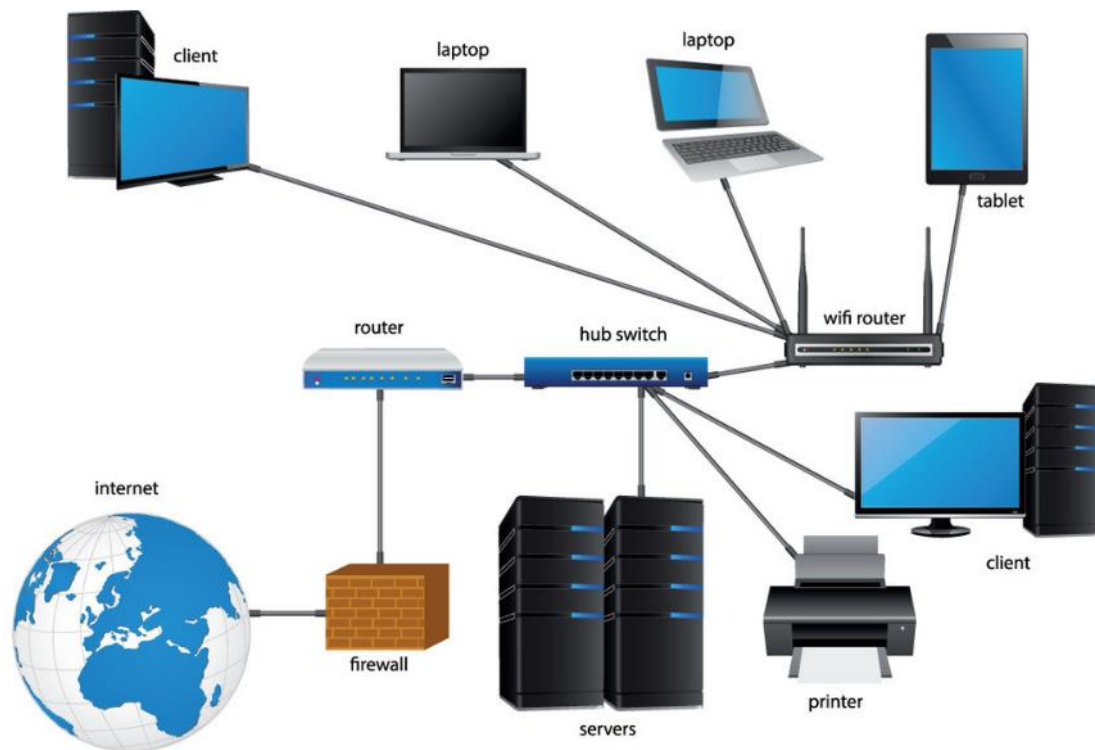
### 2/ 物理层的特性



#### 学习目标

- 了解物理层的功能；
- 了解物理层的四种特性。

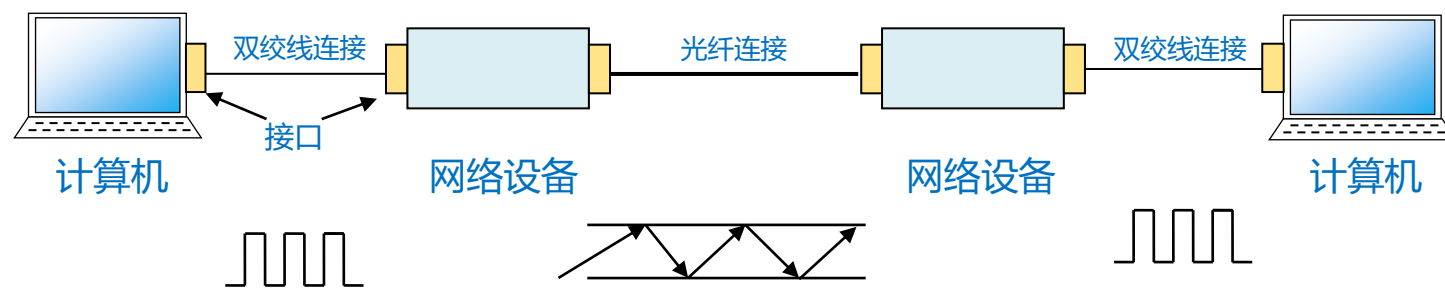
物理层主要实现计算机网络中的各种硬件设备和传输介质上传输比特的功能



- 物理层的作用是尽可能地屏蔽设备间的差异，使数据链路层感觉不到这些差异。
- 物理层传输的是比特流。

网络结构图

物理层提供机械的、电气的、功能的和规程的特性，目的是启动、维护和关闭数据链路实体之间进行比特传输的物理连接。



- 物理层的协议即物理层接口标准，也称为物理层规程。

物理层协议实际上是规定与传输介质接口的机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。

序号	特性	作用
1	机械特性	指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列方式、接口机械固定方式等。机械特性决定了网络设备与通信线路在形状上的可连接性。
2	电气特性	指明接口引脚中的电压范围，即用多大电压表示“1”或“0”。电气特性决定了数据传输速率和信号传输距离。
3	功能特性	指明某条线上出现某一电平表示何种意义，即接口信号引脚的功能分配和确切定义。按功能可将接口信号线分为数据信号线、控制信号线、定时信号线、接地线和次信道信号线5种。
4	规程特性	规定了使用接口线实现数据传输时的控制过程和步骤。不同的接口标准，其规程特性也不同。

### DTE和DCE:

- DTE(Data Terminal Equipment)是数据终端设备，指的是具有一定数据处理能力和数据发送接收能力的设备，包括各种I/O设备和计算机。
- DCE(Data Circuit-terminating Equipment)，在DTE和传输线路之间提供信号变换和编码的功能。



网络系统中广泛的使用的物理接口是RS-232和RJ-45



RS-232

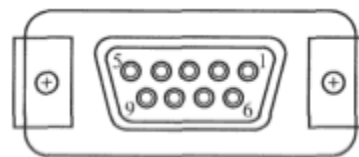
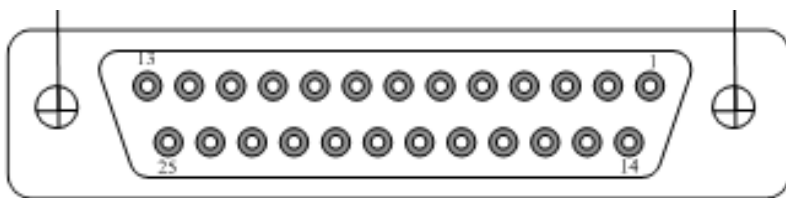


RJ-45



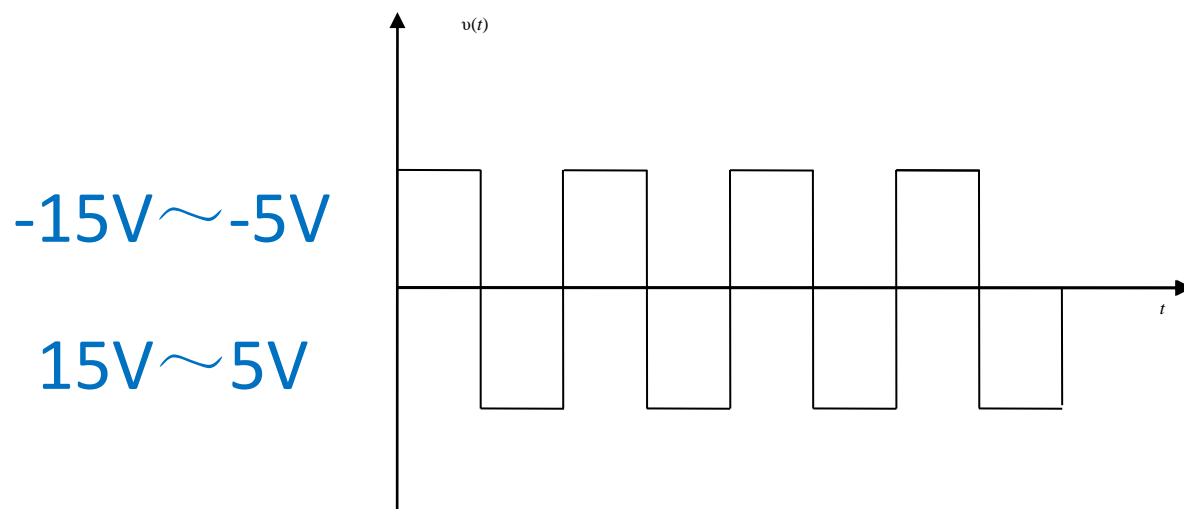
## 1.机械特性

机械特性决定了网络设备与通信线路在形状上的可连接性。



- 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列方式、接口机械固定方式等。机械特性决定了网络设备与通信线路在形状上的可连接性。

指明接口引脚中的电压范围，即用多大电压表示“1”或“0”。



➤ 电气特性决定了数据传输速率和信号传输距离。

### 3.功能特性

它规定了什么电路应当连接到25根引脚中的哪一根，以及该引脚的作用。



### 规定了在DTE和DCE之间所发生事件的合法序列



- 如果当DTE要进行通信时，就将引脚20“DTE就绪”置为“ON”，同时通过引脚2“发送数据”向DCE传送电话信号。
- 接下来DCE检测到载波信号时，将引脚8“载波检测”和引脚6“DCE就绪”都置为“ON”，以便使DTE端知道通信线路已经建立。
- 当DTE端要发送数据时，将其引脚4“请求发送”置为“ON”。DCE端响应将其引脚5“允许发送”置为“ON”，然后DTE通过引脚2“发送数据”。

# 数据通信的基本概念

# 目录

## Contents

1/ 数据通信系统模型

2/ 数据

3/ 信息

4/ 信号

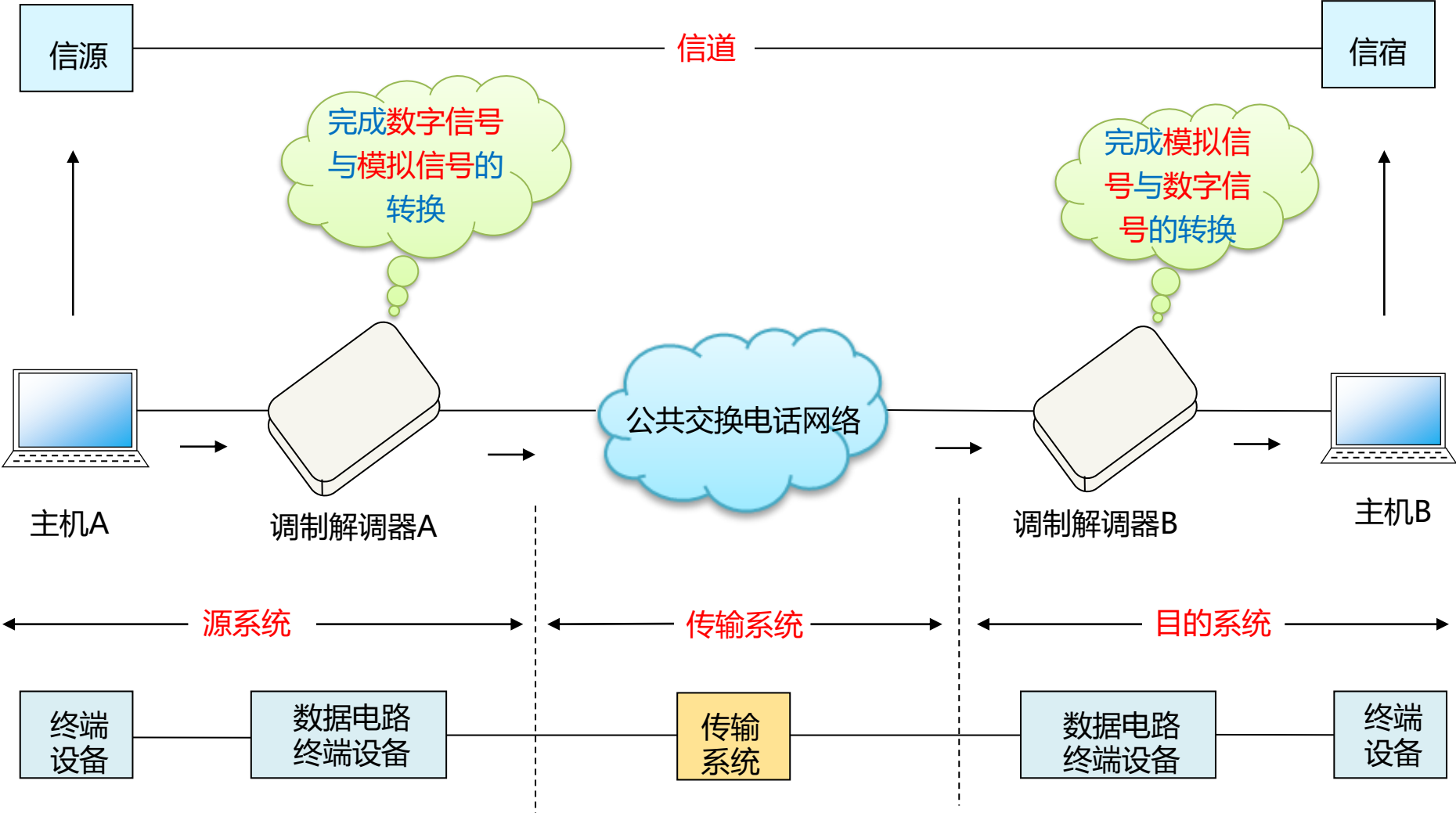
5/ 信道



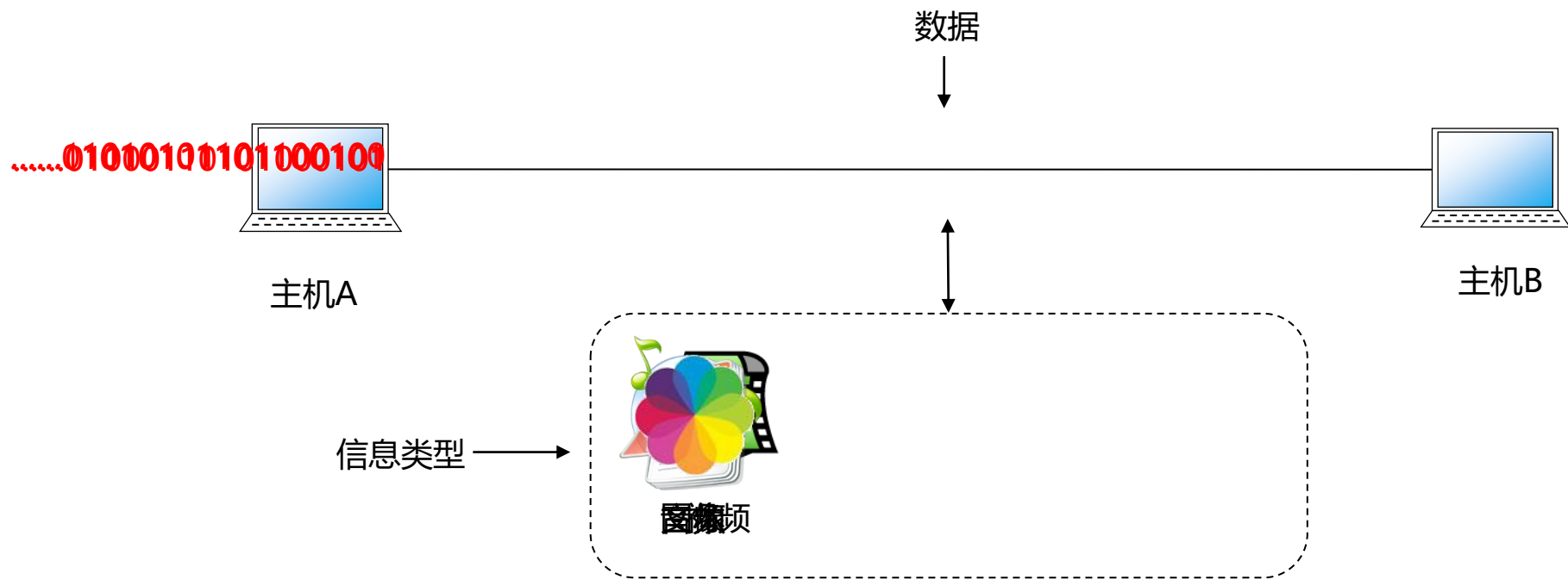
### 学习目标

- 了解数据通信系统模型；
- 理解数据、信息、信号与信道的概念。

# 数据通信系统模型



数据 (Data) 是用于表示客观事物的未经加工的原始素材。



- 位(bit): 一个 “0” 或 “1” 就分别代表1位。
- 字节(Byte): 一个字节由8位二进制数组成, 如10101100
- 1KB=1024Byte; 1MB=1024KB ; 1GB=1024MB。



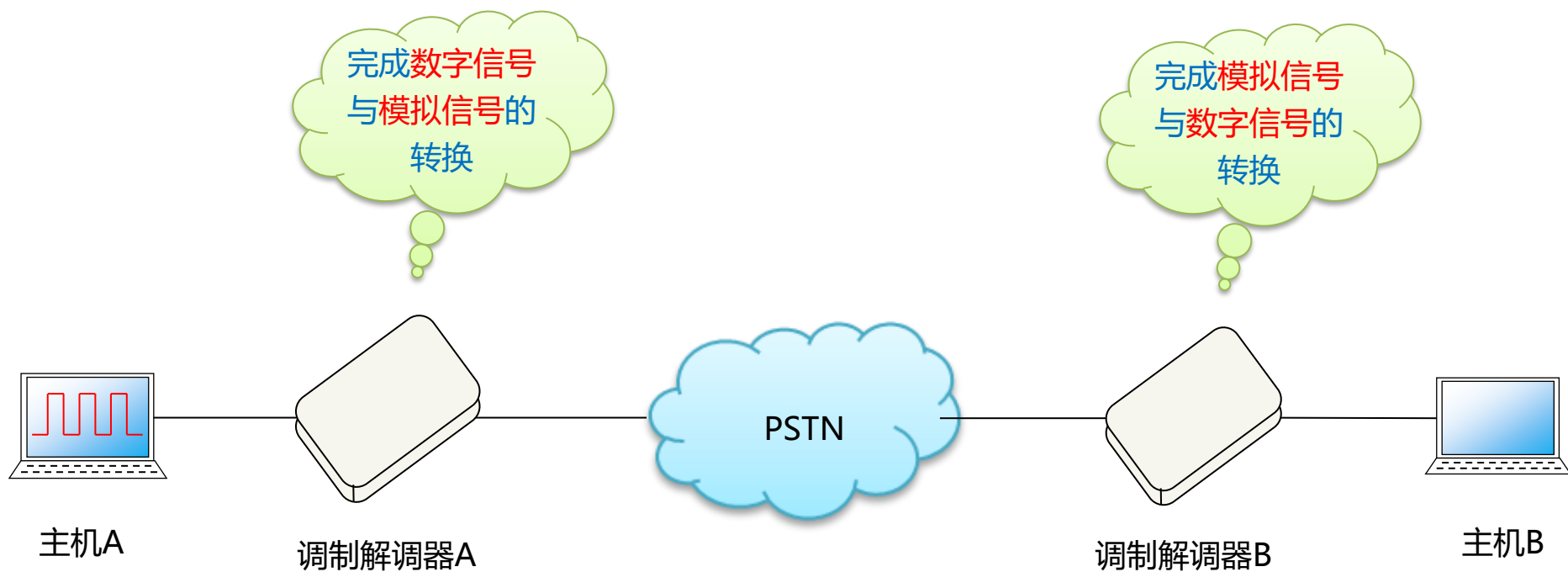
信息是数据的内容和解释。

- 凡经过加工处理或换算得到的数据，即可称为信息。
- 表示信息的形式可以是数值、文字、图形、声音、图像以及动画等，这些表示媒体归根到底都是数据的一种形式。

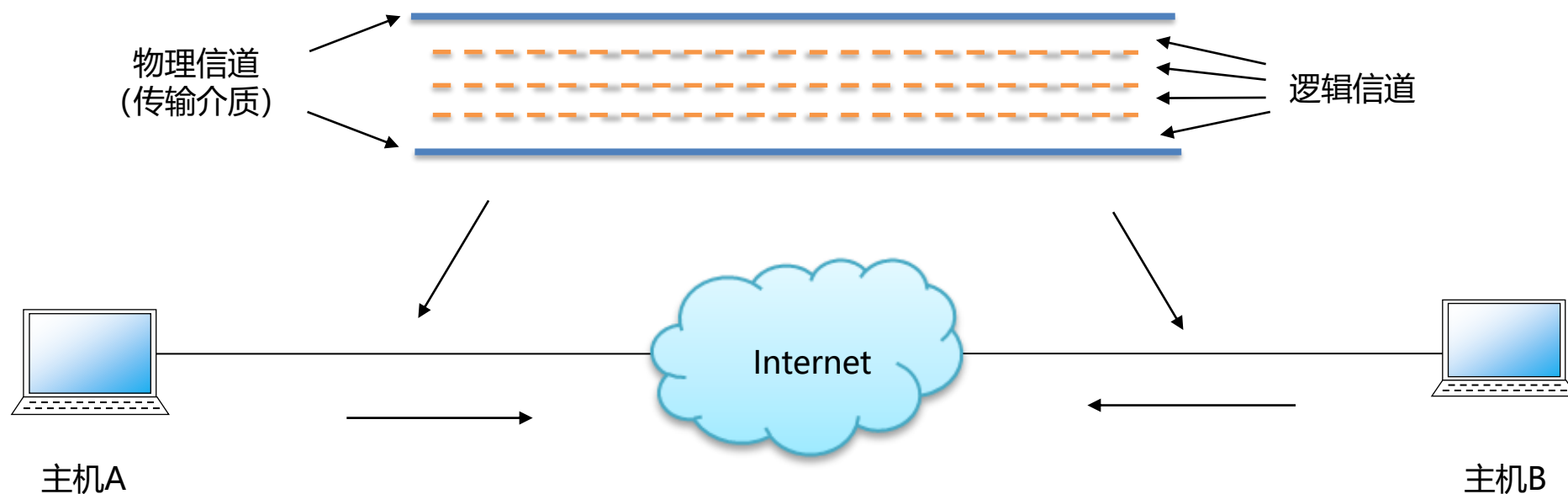
234.78      计算机网络



信号是数据的电子或电磁编码。信号可分为模拟信号和数字信号。



信道是信号在通信系统中传输的通道。



- 在一条物理信道上，可以建立多条逻辑信道，而每一条逻辑信道，只允许一路信号通过。

# 数据通信的三种方式

# 目录

## Contents

1/ 单工通信

2/ 半双工通信

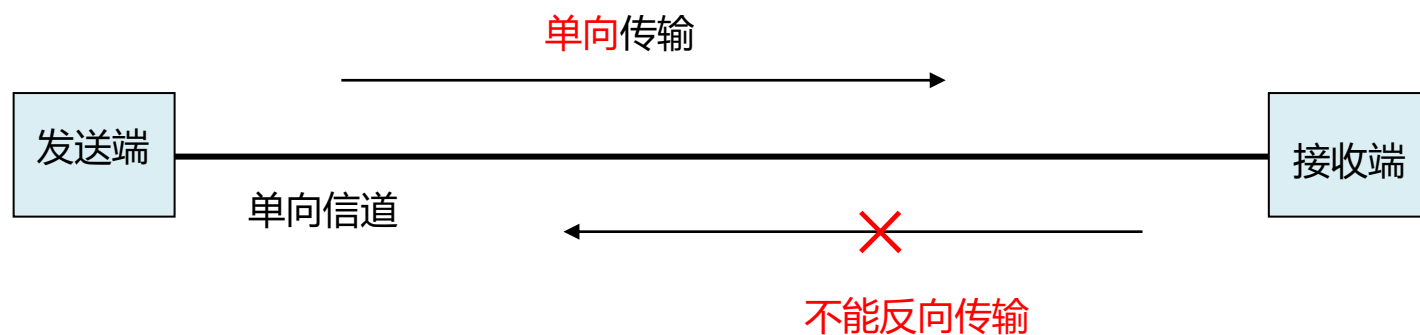
3/ 全双工通信



### 学习目标

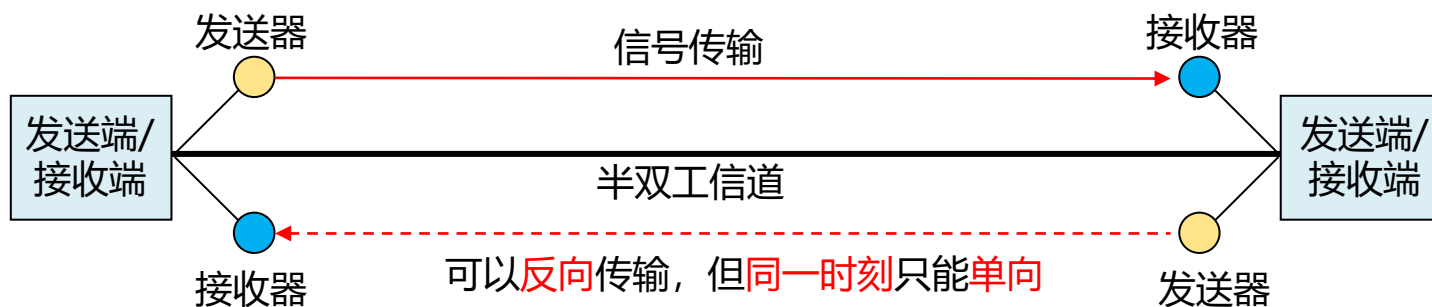
- 理解数据通信方式;
- 了解单工、半双工、全双工通信之间的区别。

单工(Simplex)指的是通信信道是单向信道，任何时候都不能改变信号的传送方向。



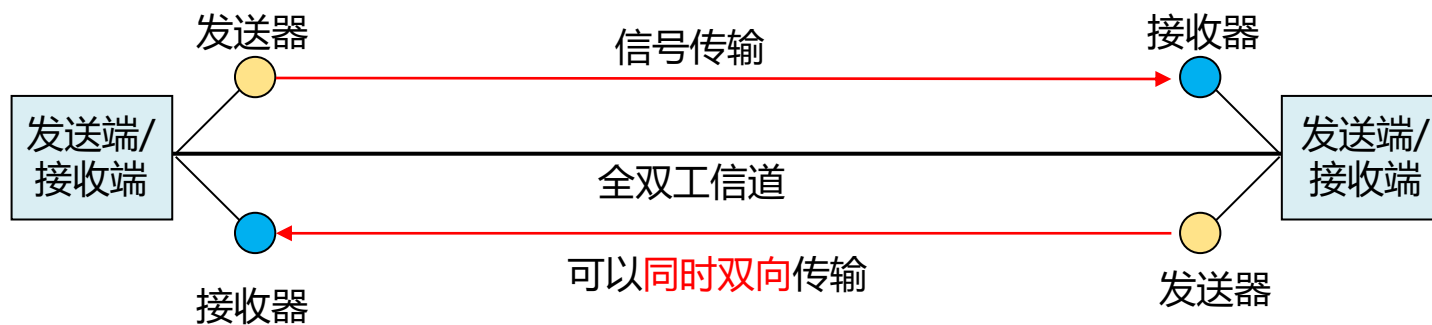
广播电视

- 数据信号仅沿一个方向传输，发送方只能发送不能接收，接收方只能接收不能发送。



- 半双工通信中信号可以沿着两个方向传送，但同一时刻只限于一个方向传输，即两个方向的传输只能交替进行。





计算机间通信

- 全双工通信是指同时可以作双向的通信，通信的一方在发送信息的同时也能接收信息。



# 数据通信主要性能指标

# 目录

## Contents

1/ 数据传输速率

2/ 信道带宽

3/ 信道容量

4/ 实际信道容量

5/ 误码率



### 学习目标

- 了解数据通信主要的性能指标;
- 掌握数据通信性能指标的计算方法。

数据传输率是指单位时间内传输的信息量，可用“**比特率**”和“**波特率**”来表示。

- **比特率**: 指每秒所传输的二进制位数，单位为**位/秒** (bits per second) , 记为bps或b/s

$$S = \frac{1}{T} \times \log_2 N \text{ (b/s)}$$

- **波特率**: 线路上每秒传送的**波形个数**。波特率又称为波形速率或码元速率，单位为**波特**，记作Baud。

$$B = \frac{1}{T} \text{ (Baud)}$$

- **波特率与比特率的对应关系**:  $S = B \times \log_2 N$  (b/s)  
或  $B = S / \log_2 N$  (Baud)

- 在**模拟信道**中，信道带宽（Bandwidth，简称带宽）又叫**频宽**，是指信道所能传送的信号的频率宽度，也就是可传送信号的最高频率与最低频率之差。
- 在**数字信道**中，信道带宽为信道能够达到的**最大数据速率**。
- 常用的带宽单位有b/s, Kb/s, Mb/s, Gb/s, Tb/s。

$$1 \text{ Kb/s} = 10^3 \text{ b/s}$$

$$1 \text{ Mb/s} = 10^6 \text{ b/s}$$

$$1 \text{ Gb/s} = 10^9 \text{ b/s}$$

$$1 \text{ Tb/s} = 10^{12} \text{ b/s}$$

$$10 \text{ M b/s} \rightarrow 1.25 \text{ M B/s}$$

$$1 \text{ Byte} = 8 \text{ bit}$$

- 信道容量是衡量一个信道传输数字信号的重要参数，信道容量是指单位时间内信道上所能传输数据的最大容量，单位是bit/s。

- 奈奎斯特公式：

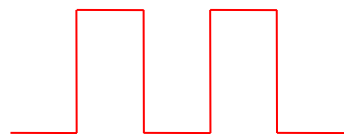
$$C=2 \times H \times \log_2 N \quad (\text{b/s})$$

其中：  $H$  是信道的带宽，也称频率范围，单位Hz，

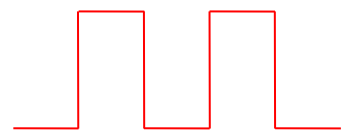
$N$  表示携带数据的码元可能取得的离散值的个数。

- 例3-3：普通电话线路的带宽约为3kHz，则其码元速率为6kBaud。若每个码元可能取的离散值的个数为16（即 $N=16$ ），则最大数据传输速率可达：

$$C=2 \times 3\text{k} \times \log_2 16=24\text{kbps}$$



输入信号波形



输入信号波形

通信质量**较好**的信道  
(带宽受限、有较**少**噪声、干扰和失真)



通信质量**很差**的信道  
(带宽受限、有较**大**噪声、干扰和失真)



实际信道容量的香农公式:

$$C = 2 \times H \times \log_2(1 + S/M) \quad (\text{b/s})$$

其中:  $S$  表示信号功率,  $M$  为噪声功率。信道的**噪声比**常表示为  $10\log_{10}(S/M)$ ,  
以分贝 (dB) 为单位计量。

- 误码率 (BER: biterror) : 是衡量数据在规定时间内数据传输精确性的指标。指二进制数据位传输时出错的概率。

- 误码率计算公式为:

$$Pe = Ne / N$$

其中:  $Ne$  为其中出错的位数 (比特数) ,  
 $N$  为传输数据的总位数 (比特数) 。

# 数据传输的六种技术



# 目录

## Contents

1/ 并行传输

2/ 串行传输

3/ 异步传输

4/ 同步传输

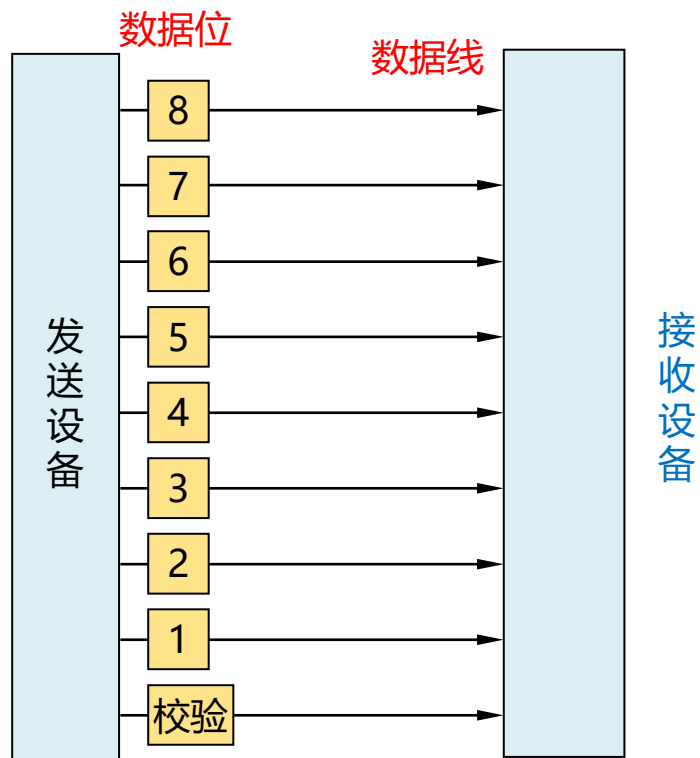
5/ 基带传输

6/ 频带传输

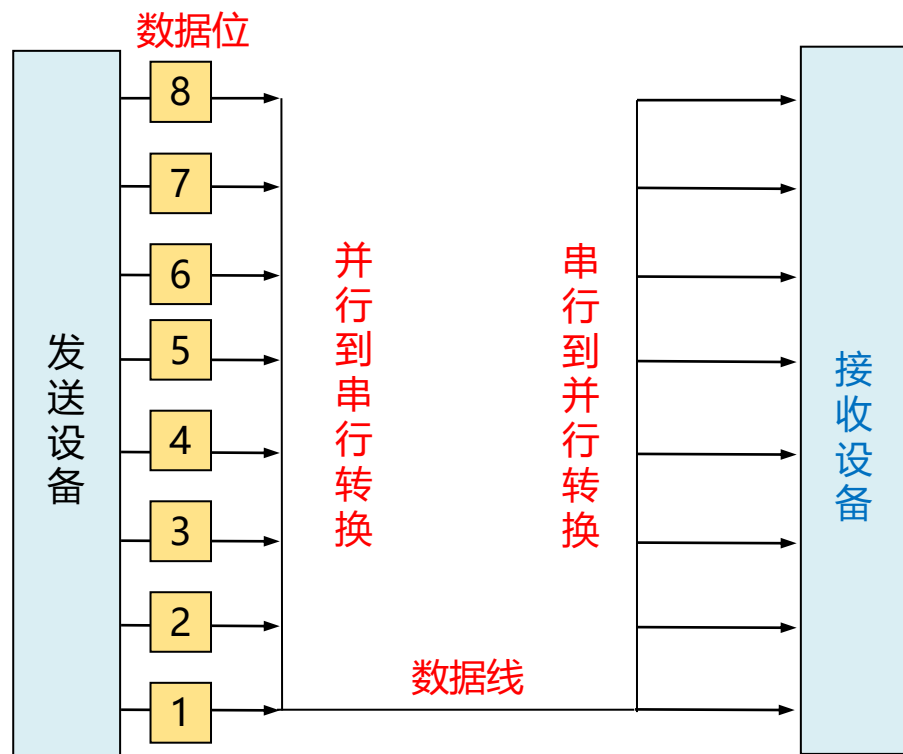


### 学习目标

- 了解数据传输的几种技术;
- 了解并行与串行传输的区别;
- 了解异步与同步传输的区别;
- 了解基带传输与频带传输的区别。

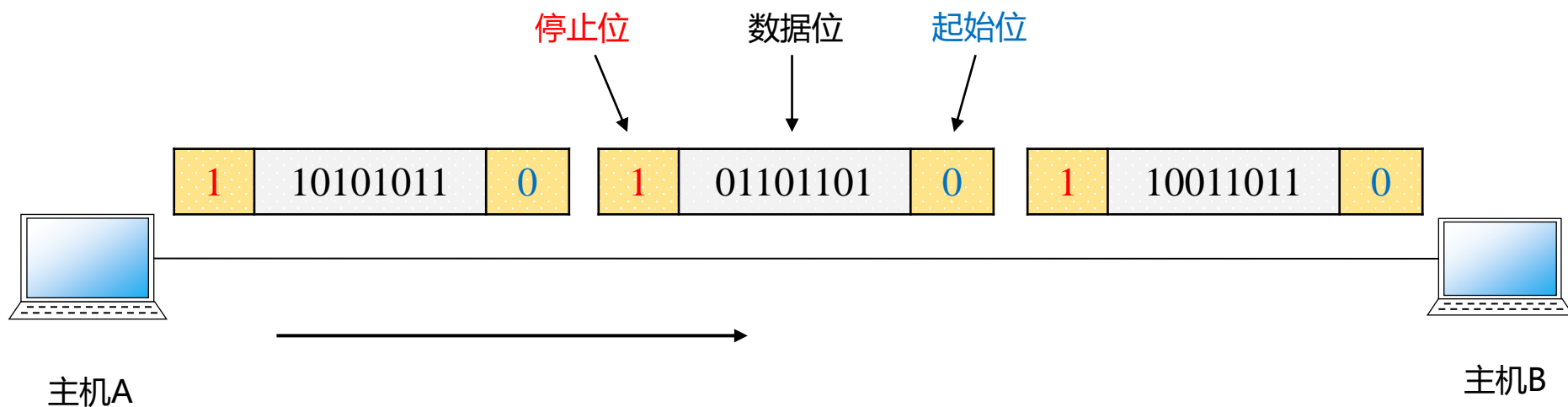


- 并行通信是指数据以成组的方式在多个并行信道上同时  
进行传输，即有多个数据位同时在两个设备之间传输。
- 优点：速度快，处理简单。
- 缺点：费用高，仅适合于近距离和高速率的通信。



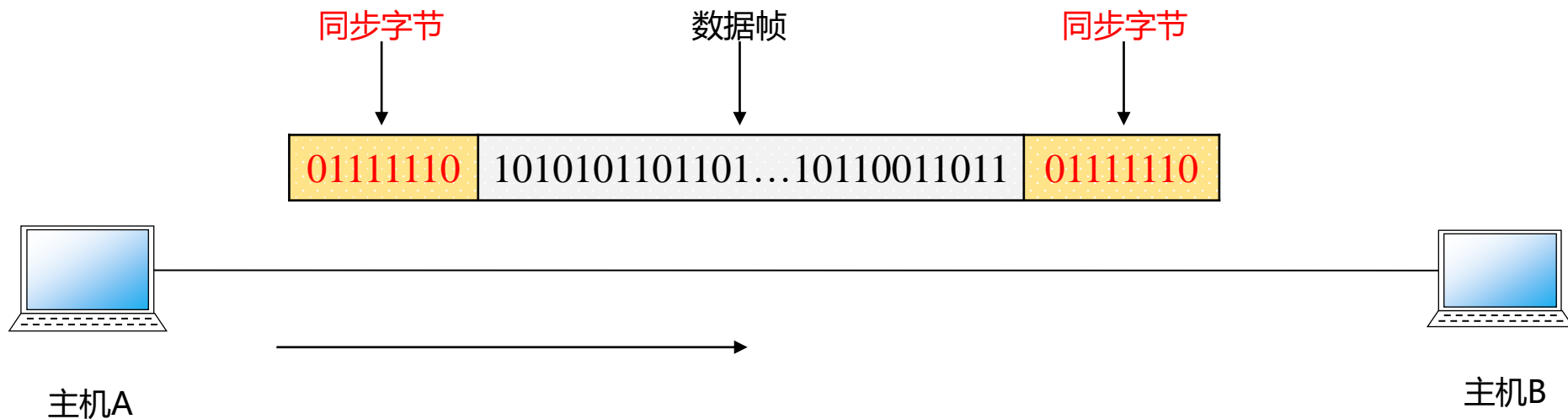
- 串行通信是指数据一位一位地以串行方式在一条信道上传输。
- 优点：收、发双方只需要一条传输信道，易于实现，成本低。

- 所谓异步传输 (Asynchronous Transmission) 又称起止式传输, 即指发送者和接收者之间不需要合作。



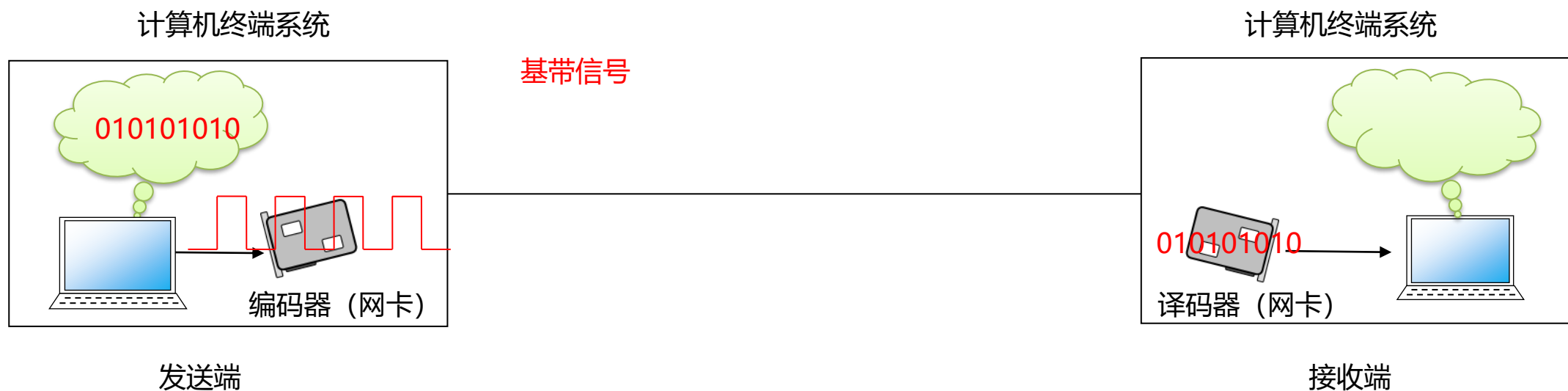
- 优点: 字符同步实现简单, 收发双发的时钟信号不需严格同步。
- 缺点: 对每一个字符都需要加入 “起”、“止” 码元, 使传输效率变低。

- 同步传输(Synchronous)就是使接收端接收的每一个数据块或一组字符都要和发送端准确地保持同步。在下串数据发送前，为保证数据同步，一般采用一个同步字节“01111110”，并在结束时使用该同步字节。



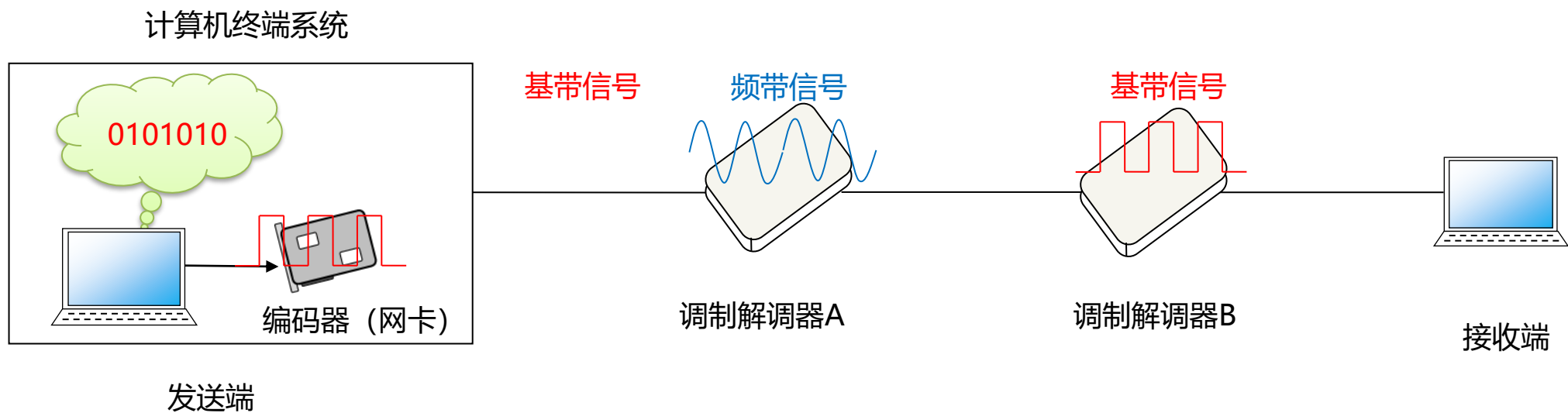
- 传输效率高，适合较高速率的数据通信系统。

- 在信道上直接传送数据的基带信号称为基带传输。



- 在总线拓扑结构的局域网中通常使用基带传输技术。

- 频带传输是指将数字信号调制成音频信号后再发送和传输，到达接收端时再把音频信号解调成原来的数字信号。



- 解决了利用电话系统传输数字信号的问题，还可以实现多路复用，提高传输信道利用率。

# 数字数据的数字信号编码



# 目录

## Contents

### 1/ 不归零码与归零码

### 2/ 曼彻斯特编码与差分曼彻斯特编码

### 3/ 4B/5B编码与8B/10B编码

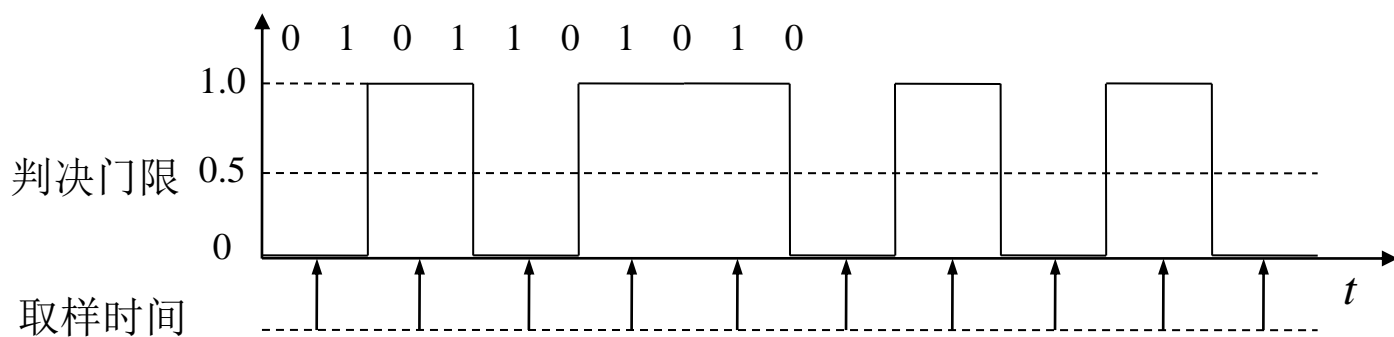


#### 学习目标

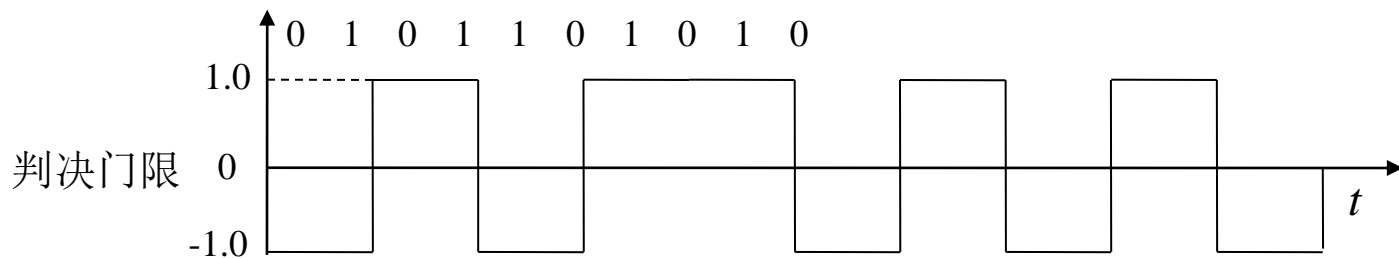
- 了解不归零码、归零码及其区别；
- 了解曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码及其区别
- 了解4B/5B编码、8B/10B编码。

## ➤ 不归零码 (NRZ)

不归零码是指编码在发送“0”或“1”时，在一码元的时间内不会返回初始状态(零)。当连续发送“1”或者“0”时，上一码元与下一码元之间没有间隙，使接收方和发送方无法保持同步。



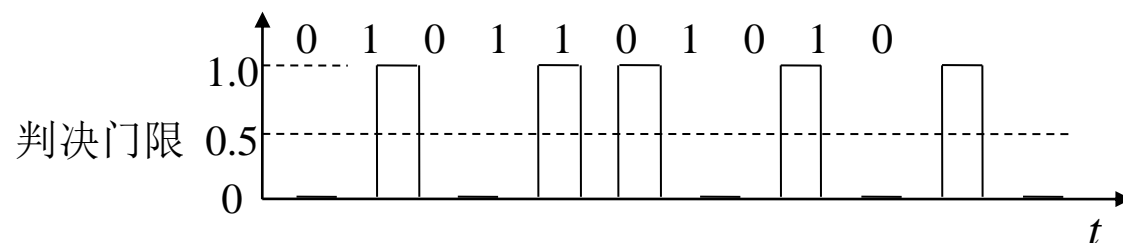
(a) 单极性不归零码



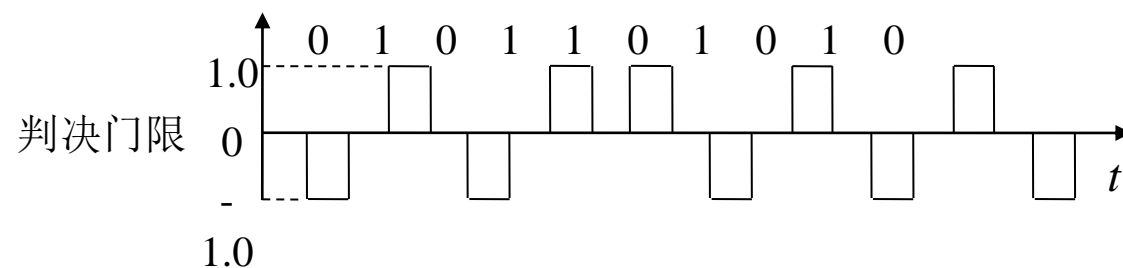
(b) 双极性不归零码

## ➤ 归零码 (RZ)

归零码是指编码在发送“0”或“1”时，在一码元的时间内会返回初始状态（零）。归零码可分为单极性归零码和双极性归零码。



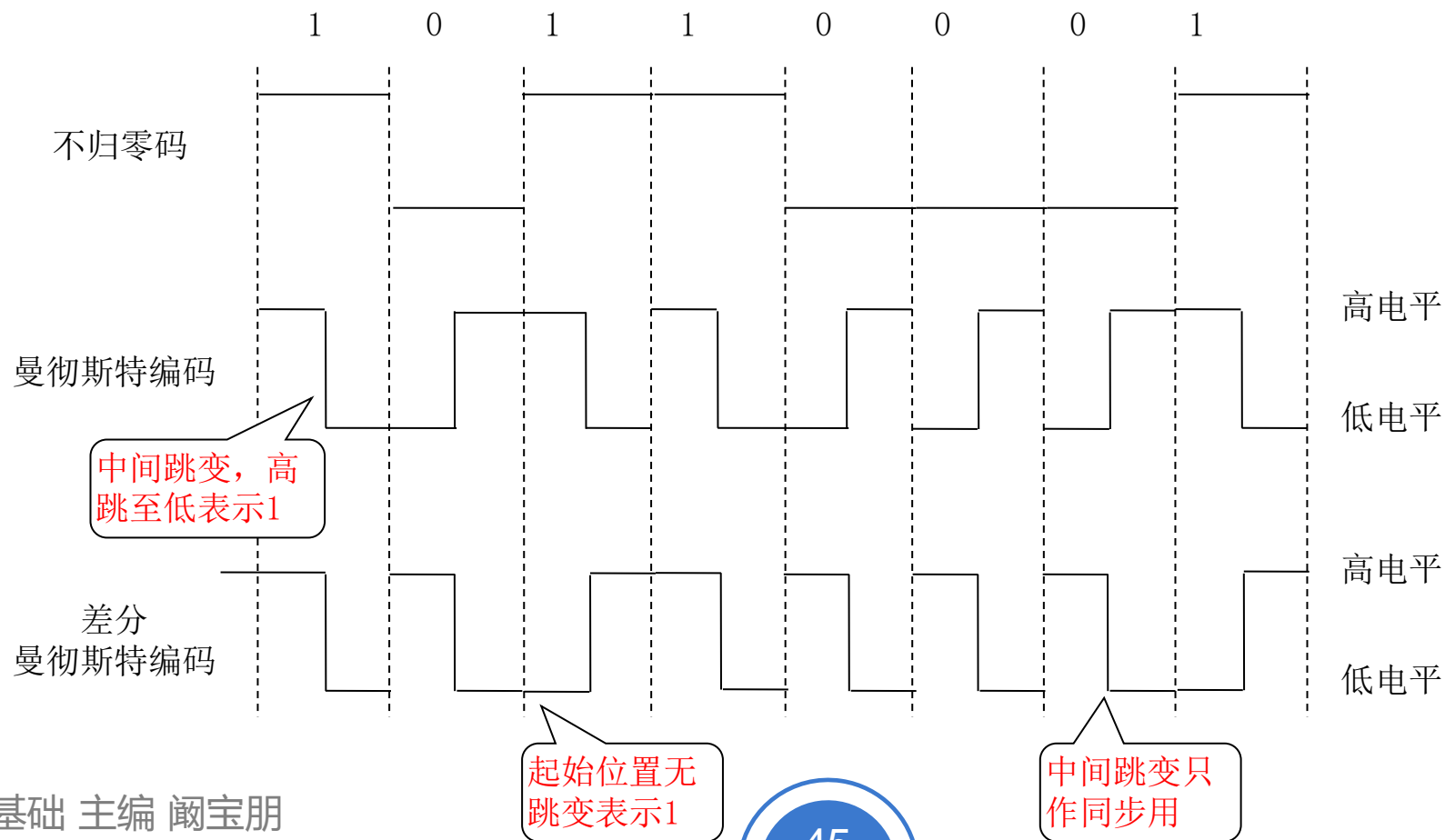
(a) 单极性归零码



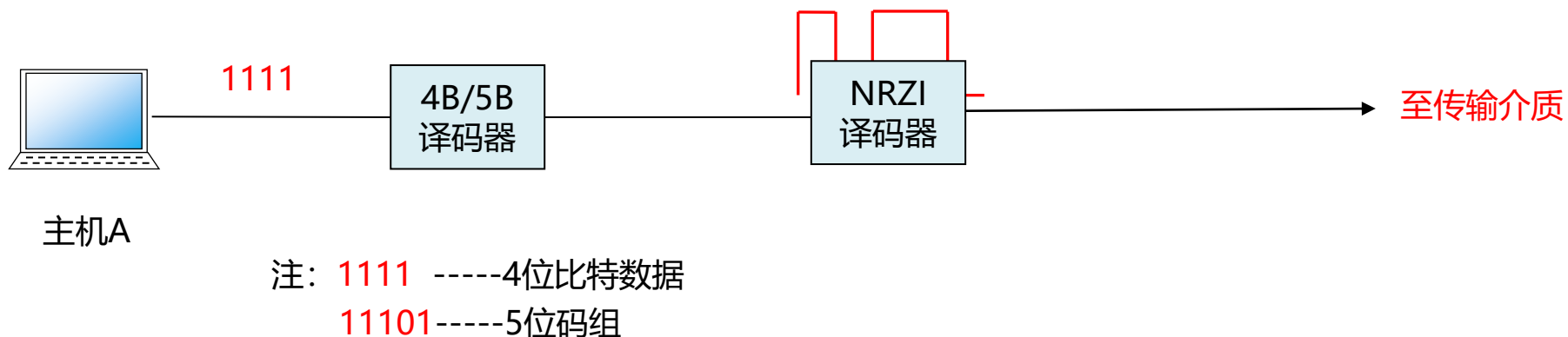
(b) 双极性归零码

- 曼彻斯特编码 (Manchester Encoding) 也称为自同步码(Self-Synchronizing Code)。
- 在曼彻斯特编码方式中，每一位的中间都有一个跳变。位中间的跳变既作为时钟，又作为数据；从高电平到低电平的跳变表示“1”，从低电平到高电平的跳变表示“0”。由于跳变都发生在每一个码元的中间位置（半个周期），接收端可以方便的利用它作为同步时钟，因此这种曼彻斯特编码又称为“自同步曼彻斯特编码”。

- 差分曼彻斯特(Different Manchester)：用每一位的起始处有无跳变来表示“0”和“1”。在起始处与前一个码元比较，若有跳变则为“0”，若无跳变则为“1”。而每一位中间的跳变只用于作为同步的时钟信号，所以它也是一种子同步编码。



- **mBnB**码是分组码的一种，它将原始码流**m**个比特一组，根据一定的规则变为**n**个比特（ $n > m$ ）一组的码组输出。
- 4B/5B编码的特点是将欲发送的数据流每4位作为一组，然后按照4B/5B编码规则将其转换为相应的5位码。5位码共有32种组合，但只采用24种（要求每个5位码中不含多余3个“0”，或者不会少于2个“1”），其中16种对应4位码的16种状态，8种用作控制码，以表示帧的开始和结束、光纤线路状态（静止、空闲、暂停）等。8B/10B编码与4B/5B的概念类似，在千兆以太网中就采用了8B/10B的编码方式。



# 数字数据的模拟信号调制

# 目录

## Contents

1/ ASK移幅键控

2/ FSK移频键控

3/ PSK移相键控制



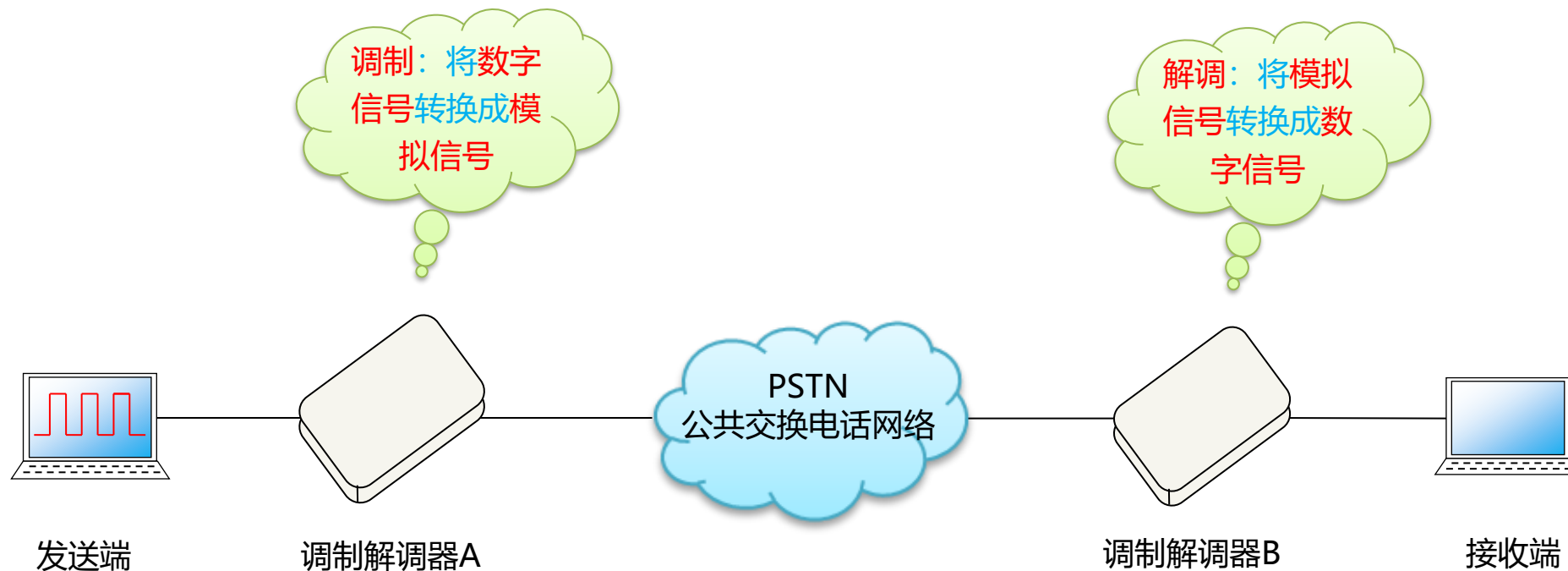
学习目标

- 了解数字数据的模拟信号调制方法；
- 了解ASK移幅键控、FSK移频键控、PSK移相键控及其区别。



## 数字数据的模拟信号调制

- 要在模拟信道上传输数字数据，要将模拟信号作为载波运载要传送的数字数据。在发送端的数字数据要转换成模拟信号才能传输，这个过程称为调制（Modulate）；在接收端需要将模拟信号转换成数字数据，这个过程称为解调（Demodulate）。



- 模拟信号发送的载波信号是一种连续的频率恒定的信号，可以表示为正玄波形式：

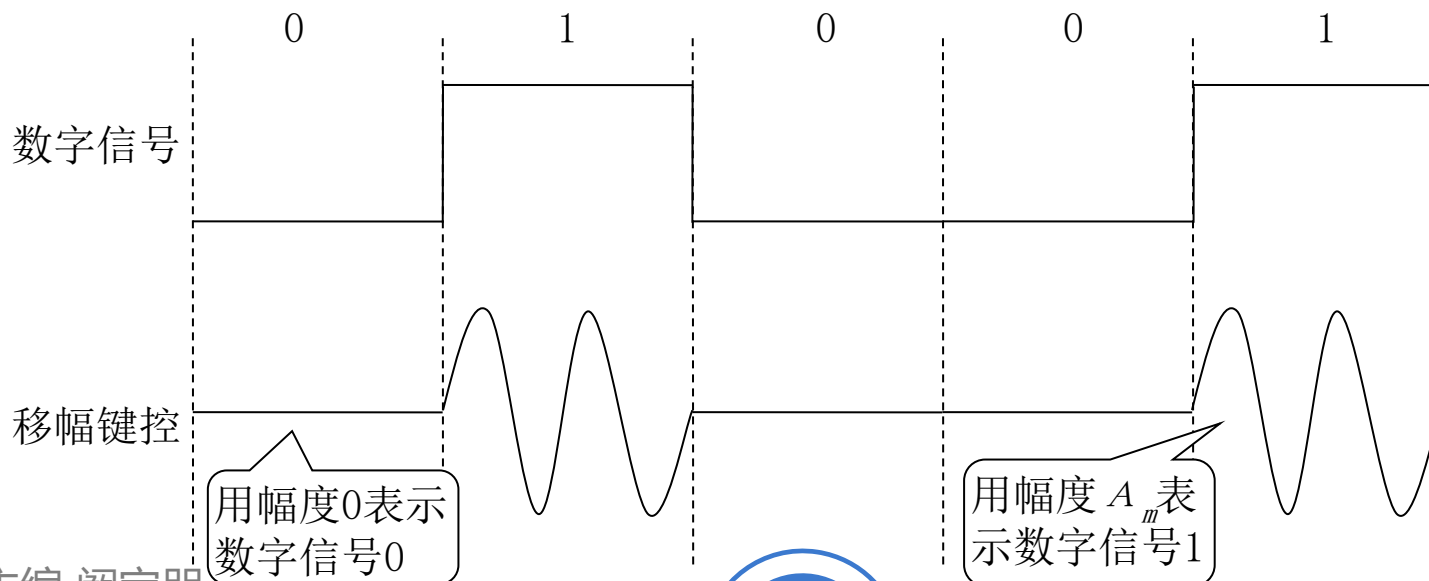
$$\text{载波 } S(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$$

其中，其中 $A$ 为幅度， $\omega$ 为频率， $\varphi$ 为初相位。

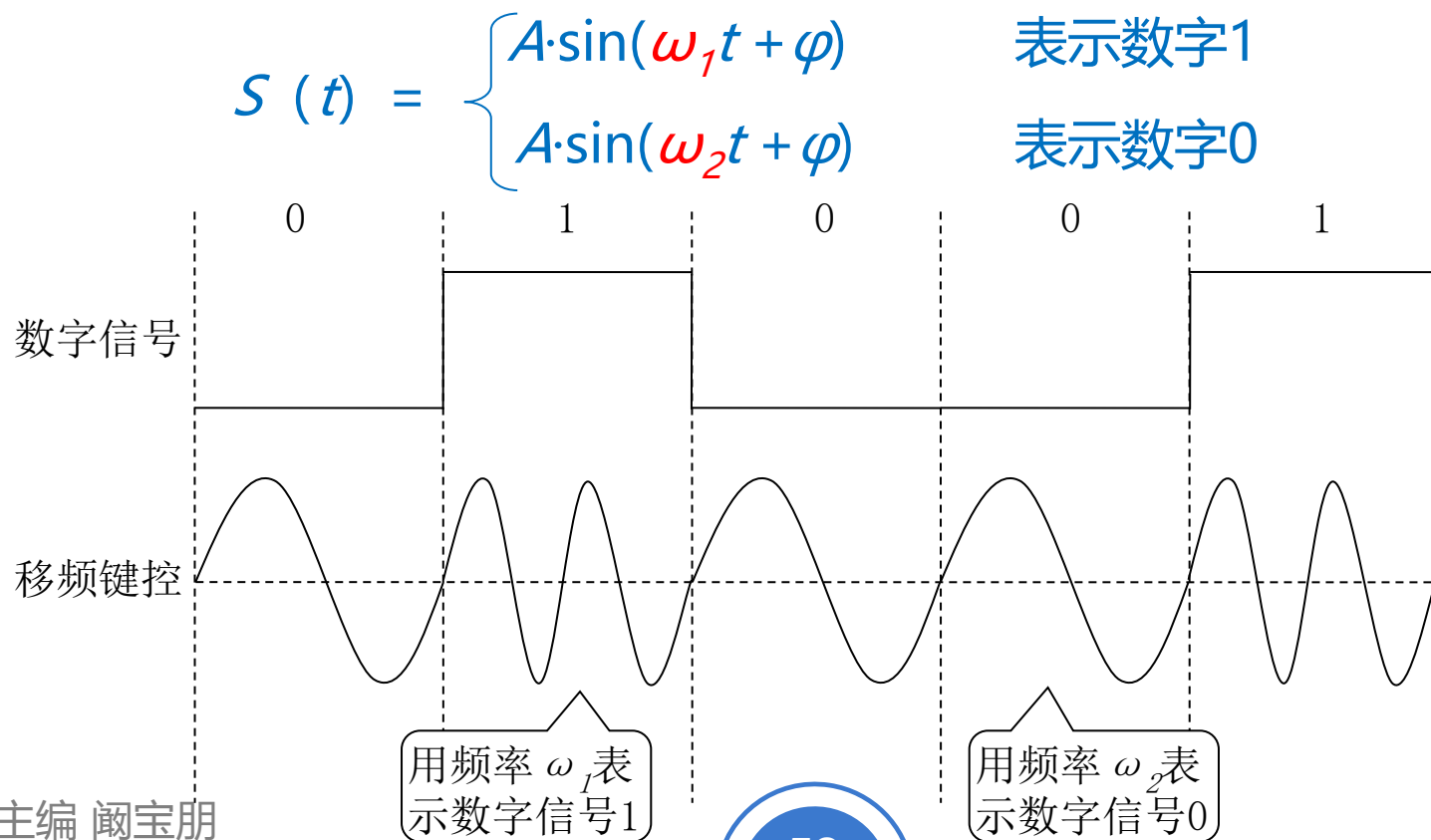
- 调制的方法主要通过改变正玄波的幅度、频率或相位来传送信息，使 $A$ 、 $\omega$ 或 $\varphi$ 随着数字基带信号的变化而变化。其基本原理为把数据信号寄生在载波的两个参数中的一个上，即用数字信号来进行幅度调制、频率调制或相位调制。
- 从几个具有不同参量的独立震荡源中选择参量，为此把数字信号的调制方式称为“键控”。数字调制主要有：移幅键控、移频键控和移相键控。

- 移幅键控使用载波频率的两个不同振幅来表示两个二进制值。移幅就是把频率、相位作为常量，而把振幅作为变量，信息比特是通过载波的幅度来传递的。
- 用载波幅度 $A_m$ 表示数字1，用载波幅度0表示数字0，频率和相位都是常量。其数字表达式为：

$$S(t) = \begin{cases} A_m \cdot \sin(\omega t + \varphi) & \text{表示数字1} \\ 0 \cdot \sin(\omega t + \varphi) & \text{表示数字0} \end{cases}$$



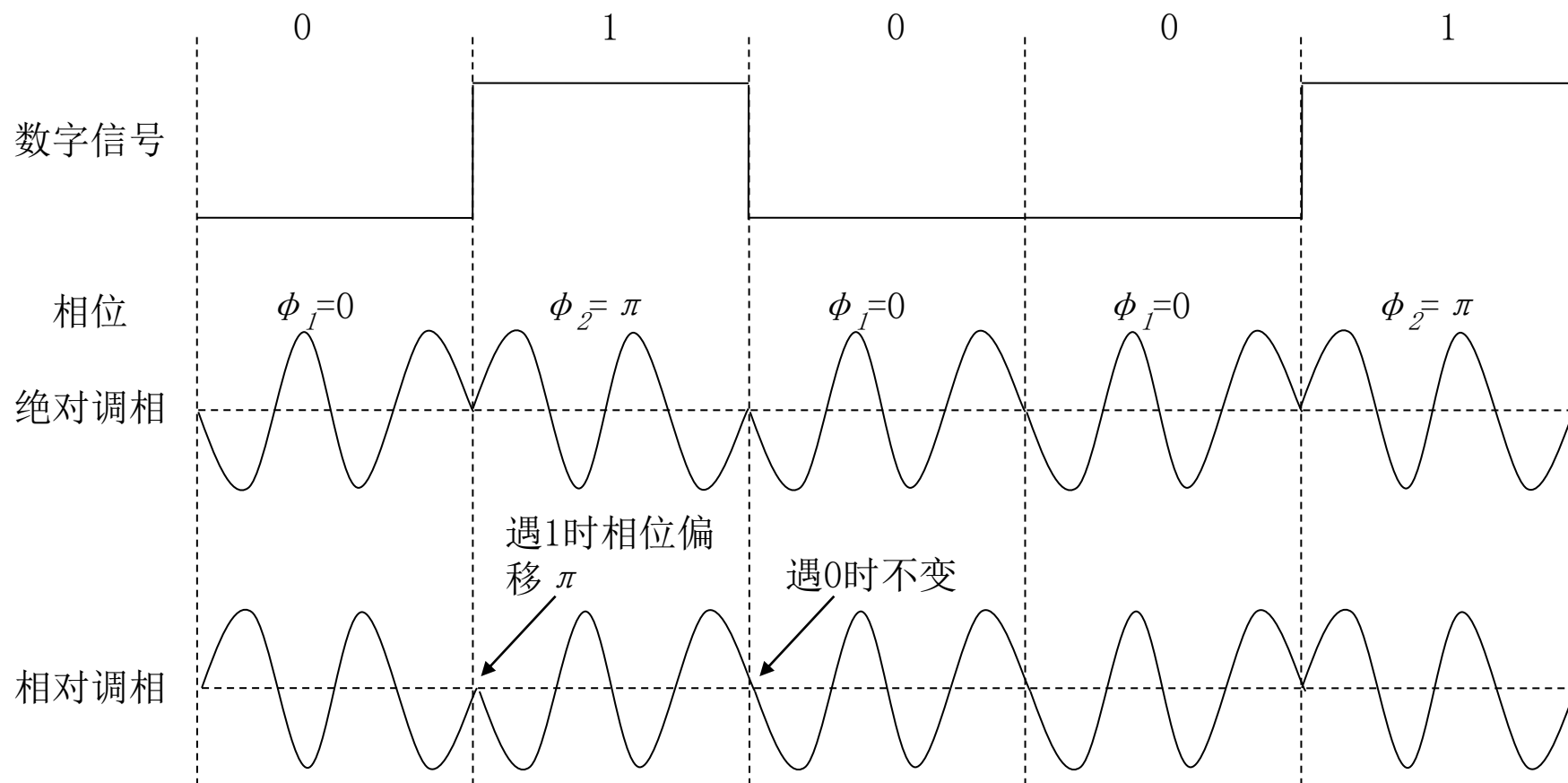
- 移频键控法是使用载波频率附近的两个不同频率来表示两个二进制值，即通过改变载波信号的角频率来表示数字信号1、0的方法。
- 对于移频键控来说，幅度和相位是常量，频率是变量。用角频率 $\omega_1$ 表示数字1，用角频率 $\omega_2$ 表示数字0。其数字表达式为：



- 移相键控是使用载波信号的相位移动来表示二进制数据，即通过改变载波信号的相位值来表示数字信号1、0的方法。对于移相键控来说，幅度和频率为常量，相位为变量。
- 如果用相位的绝对值表示数字信号1、0，则称为**绝对调相**；如果用相位的相对偏移来表示数字信号1、0，则称为**相对调相**。
- **绝对调相**：当表示数字1时，取 $\varphi_1=0$ ；当表示数字0时，取 $\varphi_2=\pi$ 。其数字表达式为：

$$S(t) = \begin{cases} A \cdot \sin(\omega t + \varphi_1) & \text{表示数字1} \\ A \cdot \sin(\omega t + \varphi_2) & \text{表示数字0} \end{cases}$$

- **相对调相**：用载波在2位数字信号的交接处产生的相位偏移来表示载波所表示的数字信号。最简单的相对调相方法是，两比特信号交接处遇0，载波信号相位不变；两比特信号交接处遇1，载波信号相位偏移 $\pi$ 。



- ASK方式的编码效率较低，容易受噪声变化的影响，抗干扰性较差。在音频电话线路上，一般只能达到1200bit/s的传输速率。
- FSK比ASK的编码效率高，在音频电话线路上的传输速率可以大于1200bit/s。技术简单，不易受干扰的影响，抗干扰性较强，是目前常用调制方式之一。
- PSK方式具有很强的抗干扰能力，其编码效率比FSK还要高。在音频线路上传输速率可达9600bit/s

# 模拟数据的数字信号编码



# 目录

## Contents

1/ 采样

2/ 量化

3/ 编码

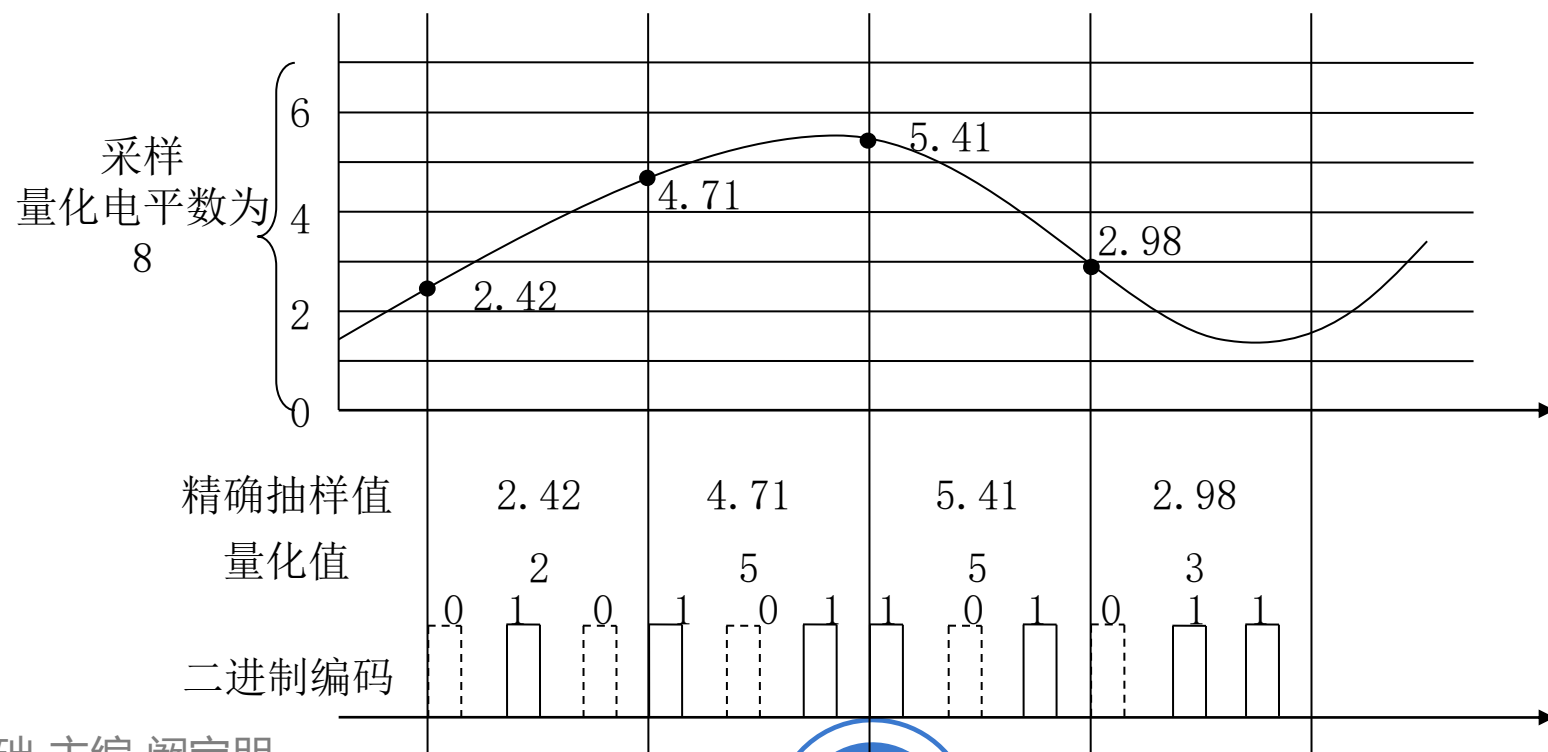


学习目标

- 了解模拟数据的数字信号编码方法-PCM;
- 了解PCM的工作过程: 采样、量化、编码

# 数字数据的模拟信号调制

- 在模拟数据的数字信号编码最常用的方法是脉冲编码调制（Pulse Code Modulation, PCM）。
- PCM是一个模拟信号转换为二进制数脉冲序列的过程。在光纤通信、数字微波通信、卫星通信等均获得了极为广泛的应用。
- PCM的工作过程主要包括采样、量化与编码3个步骤。



➤ 采样(Sampling)是模拟信号数字化的第一步。模拟信号是电平连续变化的信号，**采样**是每隔一定的时间间隔，将模拟信号的电平幅度值取出来作为样本，让其表示原来的信号的过程。

➤ 采用频率 $f$ 为：

$$f \geq 2B \text{ 或 } f = 1/T \geq 2f_{\max}$$

其中： $B$ 为通信信道带宽， $T$ 为采样周期， $f_{\max}$ 为信道所允许通过信号的最高频率。

➤ 研究表明，如果 $f \geq 2B$ ，则定时对信号采样，其样本可以包含足以重构原模拟信号的所有信息。例如，语音信号的带宽近似为4kHz，则采样频率应不小于8000样本/秒，若用8位二进制编码，则信道的数据传输速率为 $8 \times 8000 \text{ bps} = 64 \text{ kbps}$ 。

➤ 每一路采样信号称为脉冲振幅调制(Pulse Amplitude Modulation, PAM)。

- 量化 (Quantizing) 就是将采样的样本幅度按照量化级别决定取值的过程，也就是取整。这样脉冲序列就成了数字信号了。
- 编码 (Encoding) 就是利用相应位的二进制代码表示量化后的采样样本量级的方法，它用一定位数的二进制码表示。如果有N个量化级，那么就应当有 $\log_2 N$ 位二进制码。
- **举例：**在语音数字化的脉冲调制系统中，如果语音数据的限于4000Hz一下的频率，那么每秒8000次的采样可以满足完整的表示语音限号特征的需要。使用7位二进制表示每次采样的数据的话，就允许128个量化级，这就意味着，仅仅是语音信号就需要有 $8000\text{次/秒} \times 7\text{bit/次} = 56\text{kbps}$ 的数据传输速率。

# 模拟数据的数字信号编码

# 目录

## Contents

1/ 频分多路复用

2/ 时分多路复用

3/ 波分多路复用

4/ 码分多路复用



学习目标

- 了解四种多路复用技术；
- 了解四种多路复用技术的区别。

- 当传输介质的带宽超过了传输单个信号所需的带宽，可以通过在一条传输介质上“同时”传送多路信号的技术，就称为**多路复用技术**（Multiplexing）
- 多路复用技术就是把多个低信道组合成一个高速信道的技术，它可以有效地提高数据链路的利用率，从而使得一条高速的主干链路同时为多条低速的接入链路提供服务。特别是在远距离传输时，可大大节省电缆的成本、安装与维护费用。

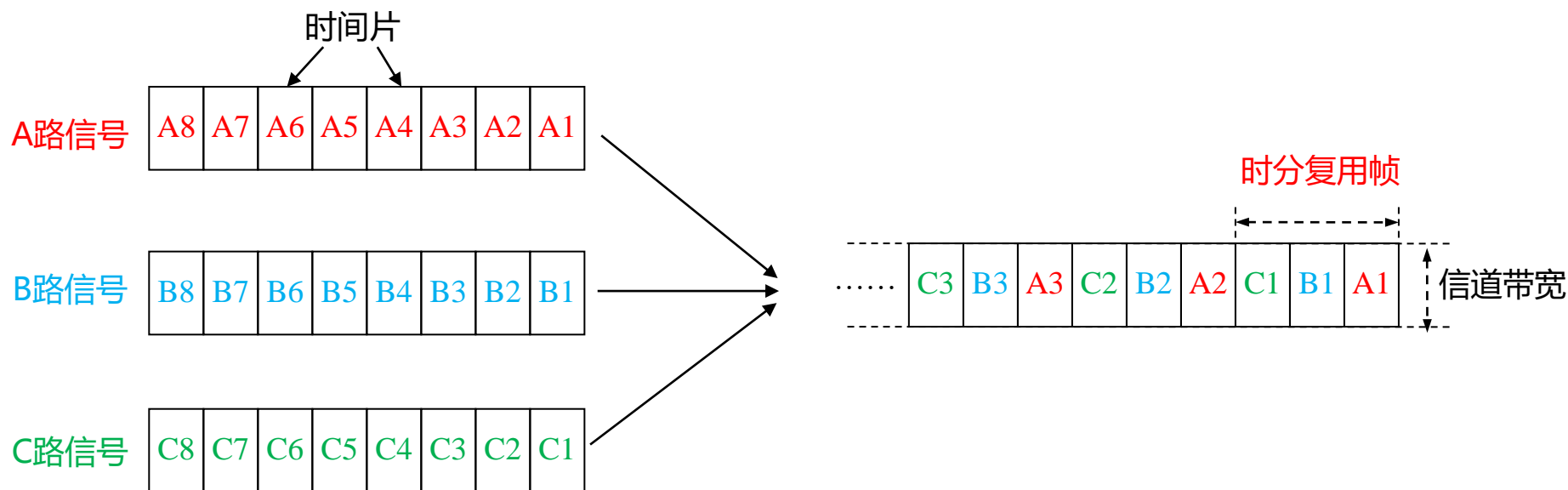
- **频分多路复用**(Frequency Division Multiplexing, FDM)是在一个传输介质上使用多个不同频率的模拟载波信号进行多路传输，每一个载波信号形成一个信道的技术



- 在FDM中，各路信号以不同的载波频率进行调制，各路信号所占用的频带不相互重叠，相邻信号之间会有保护频道，以防止多路信号之间的互相干扰。

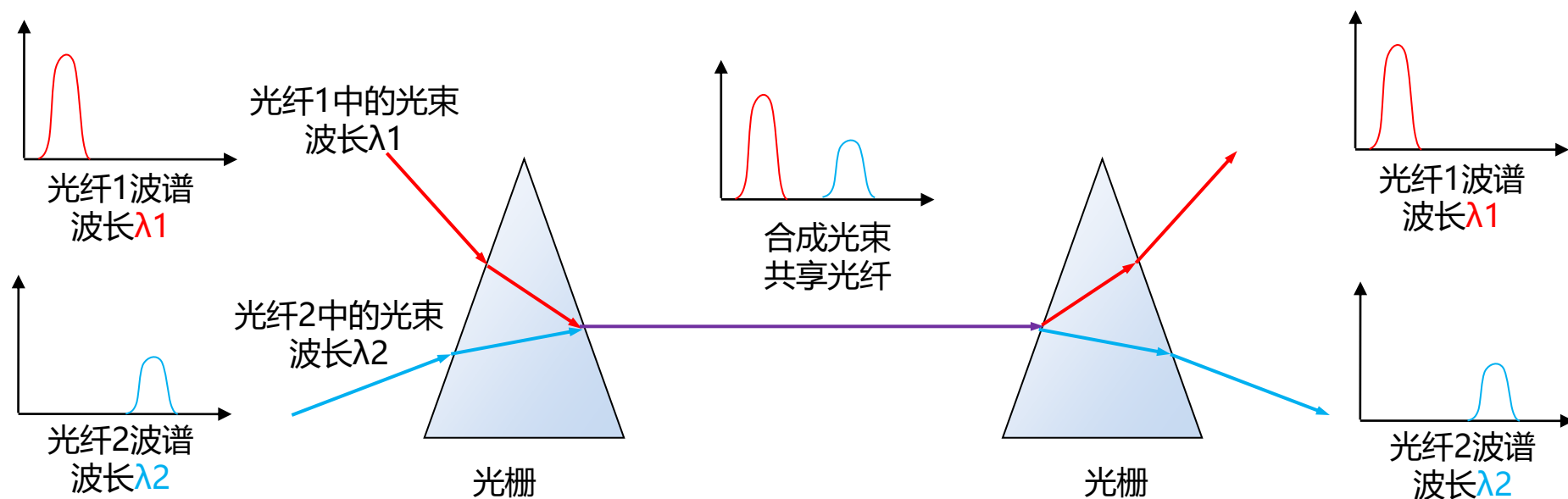


- **时分多路复用**(Time Division Multiplexing, TDM)物理信道按时间分成若干个等长的时间片, 轮流、交替地分配给多路信源. 每个用户分得一个时间片, 在其占有的时间内, 每一路信号只能在自己的时间片内独占信道进行传输。



- **TDM的工作原理**: 首先, 将各路传输信号按时间进行分割, 就是将每个单位传输时间都划分为相同数量的时间片(即时隙); 其次, 每路信号使用其中之一进行传输, 将多个时隙组成的帧称为“时分复用帧”。这样, 就可以使多路输入信号在不同的时隙内轮流、交替地使用物理信道进行传输。

- **波分多路复用**(Wavelength Division Multiplexing, 简称WDM)指在一根光纤上能同时传送多个波长不同的光波信号的复用技术。



- **波分多路复用的原理**：光信号具有不同波长，波分多路复用利用了衍射光栅来实现不同光波的合成和分解。两根光纤连到一个棱镜或衍射光栅，每根光纤里的光波处于不同的波段上，这样两束光通过棱镜或衍射光栅组合到一条共享光纤上。到达目的地后，再通过棱镜或衍射光栅将组合的光信号分开，并送入不同的终端。

- **码分多路复用**(Code Division Multiple Access, 简称CDMA)是一种用于移动通信系统、无线计算机网络以及移动性计算机联网的复用技术, 它采用地址码和时间、频率共同区分信道的方式。
- **码分多路复用的原理**: 基于码型分割信道。每个用户分配有一个特定的地址码, 而这些地址码之间相互具有正交性, 因此各用户信息发射信号在时间、空间和频率上都可能重叠, 从而使有限频带得到利用。

- 采用频分多路复用技术时，各路信号在各子信道上是以并行方式传输的。当传输介质的带宽大于要传输的所有信号带宽之和时，可以使用频分复用技术。
- 时分多路复用比频分多路复用传输速率高，可以充分利用信道的全部带宽。时分多路复用混合不同速率的同步方式的终端，能适应新的数据通信网。
- 波分复用具有可灵活增加光纤传输容量、同时传输多路信号、成本低、维护方便、可靠性高、应用领域广泛的技术特点和优势。波分多路复用主要用于全光纤网组成的通信系统。
- 码分多路复用具有抗干扰能力强和通信隐蔽性好等优点。笔记本电脑、掌上电脑、手机等移动性设备的通信大量使用码分多路复用技术。

# 双 绞 线

# 目录

## Contents

### 1/ 双绞线的特点与应用

### 2/ 双绞线类别

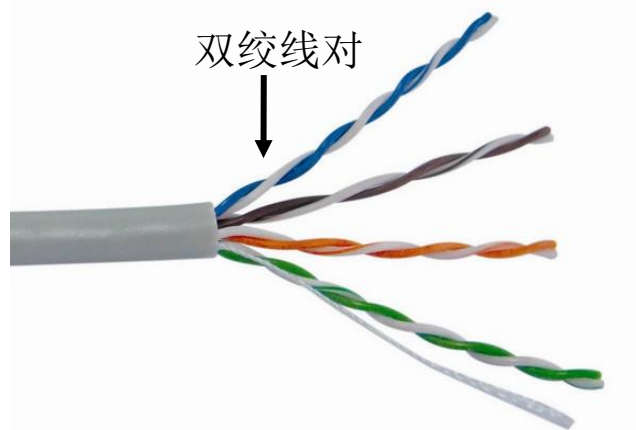
### 3/ 双绞线的线序



#### 学习目标

- 熟悉双绞线的特点与应用；
- 掌握双绞线的分类；
- 掌握双绞线的EIA/TIA 568B线序。

- 双绞线是目前局域网中最常用的一种布线材料。双绞线是由两根互相绝缘的铜导线用规则的方法扭绞起来而成的一种传输介质。
- 把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起，可降低信号干扰的程度，每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。



- 双绞线既可以传输模拟信号，也可以传输数字信号。典型的双绞线有一对的，有四对的，也有更多对双绞线捆在一起，在其外面包上硬的绝缘套管，这些我们称之为双绞线电缆。双绞线一个扭绞周期的长度，叫做节距，节距越小，抗干扰能力越强。

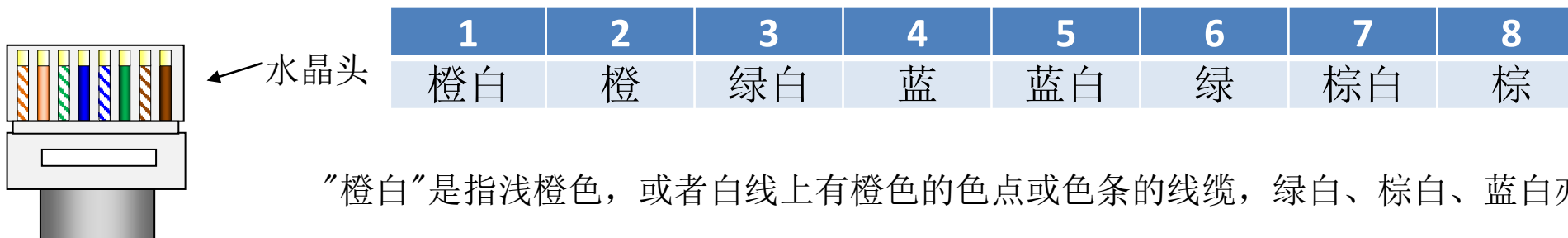
- 双绞线按其是否有屏蔽，可分为屏蔽双绞线(STP)和非屏蔽双绞线(UTP)。二者的差异在于屏蔽双绞线在一对双绞线外面有金属筒缠绕。
- 非屏蔽双绞线是在许多类型的网络中使用的4对线介质。其中计算机网络常用的是3类线和5类线。随着技术的发展，超5类线、6类线在计算机网络中也有大量的使用。

类别	传输速率	用途	说明
1类线缆	最大达20kbps	可用于语音通信	不适合数据通信
2类线缆	最高4Mbps	令牌环网	用于电话语音传输
3类线缆	最高10Mbps	主要应用于语音、10M以太网（10BASE-T）和4Mbps令牌环	最大网段长度为100m，采用RJ形式的连接器，目前已淡出市场。
4类线缆	最高16Mbps	主要用于基于令牌的局域网、10M以太网（10BASE-T）和100Mbps以太网100BASE-T	最大网段长为100m
5类线缆	最高100Mbps	主要用于100M以太网（100BASE-T）和1000M以太网（1000BASE-T）	最大网段长为100m，用于语音传输和最高传输速率为100Mbps的数据传输
超5类线缆	100Mbps	主要用于1000M以太网	超5类具有衰减小，串扰少，并且具有更高的衰减与串扰的比值（ACR）和信噪比（SNR）、更小的时延误差，性能得到很大提高。
6类线缆	最大可达1000 Mbps	主要用于100M快速以太网和1000M以太网	最适用于传输速率高于1Gbps的应用
超6类线缆	1000Mbps	主要应用1000M以太网中	在串扰、衰减和信噪比等方面有较大改善
7类线缆	可达10Gbps	将来使用在万兆以太网	它不再是一种非屏蔽双绞线了，而是一种屏蔽双绞线



- 在目前的网络中，为了保持最佳的兼容性，普遍采用EIA/TIA 568B标准来制作网线。

水晶头中EIA/TIA 568B线序



# 同轴电缆

# 目录

## Contents

### 1/ 同轴电缆结构与应用

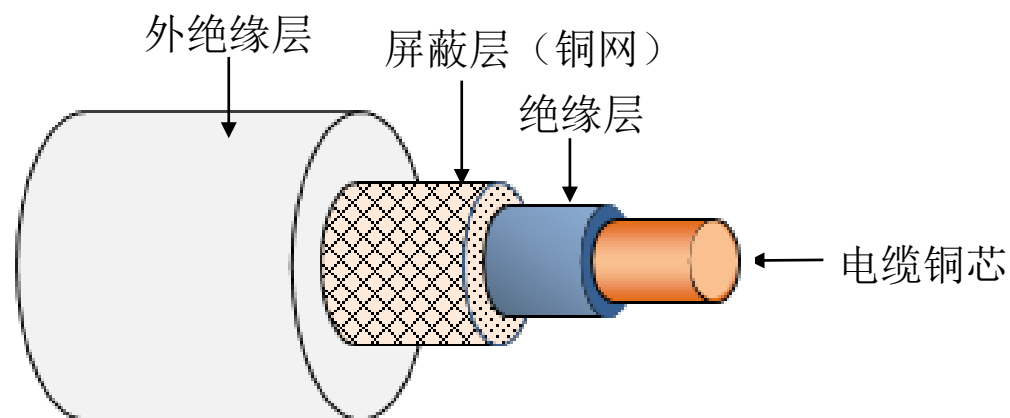
### 2/ 同轴电缆分类



#### 学习目标

- 熟悉同轴电缆的结构与应用；
- 熟悉同轴电缆的分类。

- 同轴电缆也是一种常用的传输介质。它也像双绞线一样由一对导体组成，但它们是按照“同轴”的形式构成线对。



- 最里面是由圆形的金属芯线组成的内导体，一般采用铜质材料做成，用来传输信号；在内导体外面包裹一层绝缘材料，外面再套一个通常由编织线组成的空心的圆柱形外导体，可以屏蔽噪声，也可以做信号地线；最外面则是起保护作用的塑料封套。
- 同轴电缆相对于双绞线价格贵，但数据传输速率高、带宽较宽、传输距离较长和抗干扰能力较强。传统的以太局域网中采用的就是基带同轴电缆。

- 广泛使用的同轴电缆有两种：一种是阻抗为 $50\Omega$ 的基带同轴电缆；另一种是阻抗为 $75\Omega$ 的宽带同轴电缆。
- 基带同轴电缆主要用于传输数字信号，可作为计算机局域网的传输介质，曾经广泛应用于传统以太网的粗缆和细缆就属于基带同轴电缆，但是同轴电缆支持的数据传输速度只有 $10\text{Mb/s}$ ，无法满足目前局域网的传输速度要求，所以在计算机局域网布线中，已不再使用同轴电缆。
- 宽带同轴电缆用于传输模拟信号，主要用于视频传输，它是有线电视系统CATV中的标准传输电缆。

# 光 纤

# 目录

## Contents

### 1/ 光纤的特点与应用

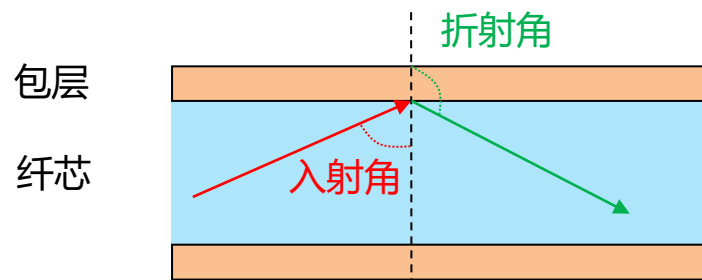
### 2/ 光纤的结构与分类



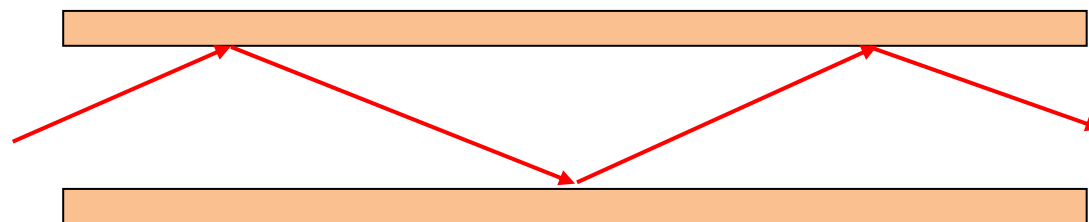
#### 学习目标

- 熟悉光纤的特点与应用；
- 熟悉光纤的结构与分类。

- 光纤是一种可以**传输光信号**的网络传输介质。与其他传输介质相比，光纤不容易受电磁或无线电频率干扰，所以传输速率较高、带宽较宽、传输距离也较远。同时，光纤也比较轻便，容量较大，本身化学性稳定不易腐蚀，能适应恶劣环境。



**全反射原理：**当光纤从**高折射率的纤芯**射向**低折射率的包层**时，其折射角大于入射角，因此，当入射角足够大时，就会出现全反射。

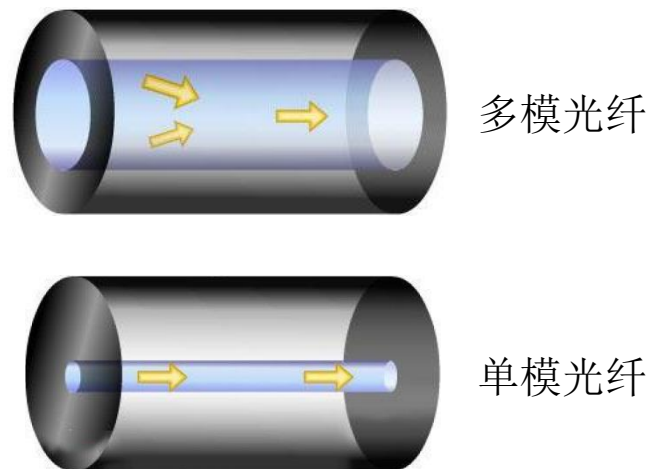
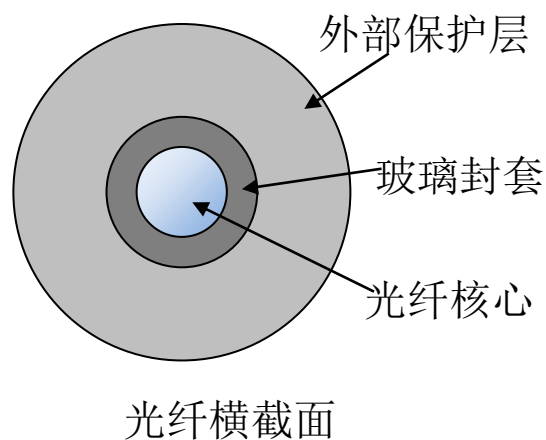


光的传播过程

光纤主要利用光的**全发射**原理实现通信的，传输中没有什么损耗。



- 光纤的结构和同轴电缆相似，只是没有网状屏蔽层。根据传输点模数的不同，可以分为**单模光纤**和**多模光纤**。所谓“模”是指以一定角度进入光纤的一束光。



- **多模光纤**纤芯粗，传输速率低、距离短，整体传输性能差，但其成本低，一般用于建筑物内或地理位置相邻的建筑物间的布线环境下。
- **单模光纤**只允许一束光传播，纤芯相应比较细，传输频带宽，容量大，传输距离长，但因其需要激光光源，成本较高，通常在建筑物之间或地域分散时使用。

# 无线传输介质

# 目录

## Contents

1/ 无线电波

2/ 微波

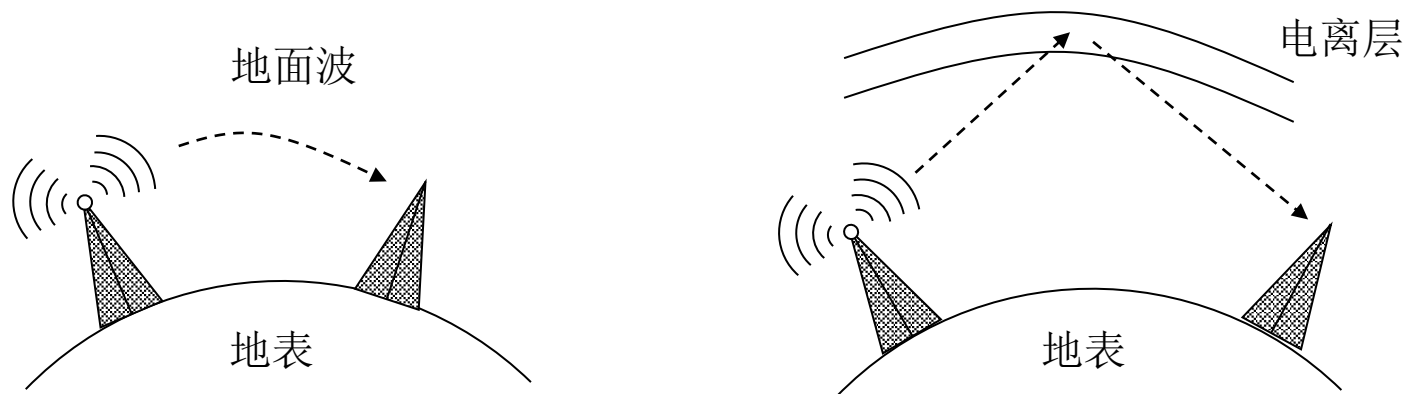
3/ 卫星通信



学习目标

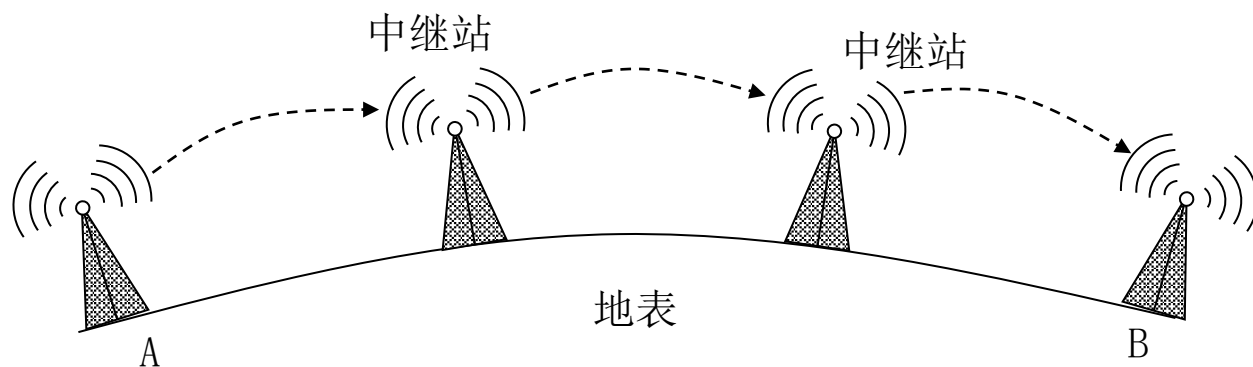
- 了解常见无线传输介质；
- 熟悉无线电波、微波和卫星通信传输方式。

- 无线电波是全方位传播的，因此无线电波的发射和接受装置不需要精确对准。



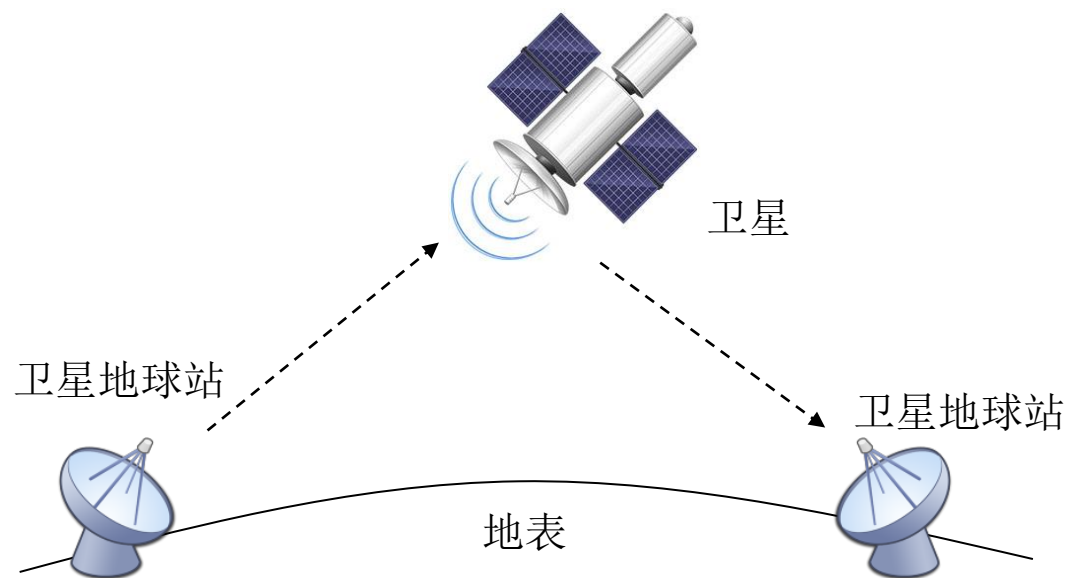
- 无线电波的传播特性与频率有关。低频和中频波段内，无线电波可以轻易地通过障碍物，但能量随着与信号源距离的增大而急剧减少。
- 在高频或甚高频波段内地表电波会被地球吸收，但会被离地球数百千米高度的带电粒子层——电离层再反射回到地面，因而可以达到更远的距离。

- 对于频率在100 MHz以上的无线电波，其能量将集中于一点并沿直线传输，这就是微波。



- 微波通信传输质量比较稳定，影响传输质量的主要因素是雨雪天气对微波产生的吸收损耗。微波通信的隐蔽性和保密性差。

- 在微波通信中，如果使用地球同步卫星做中继站，就是卫星通信



- 卫星通信的频带比微波接力通信的频带更宽，通信容量更大，信号所受到的干扰较小，误码率也较低，通信比较稳定可靠。其缺点是传播时延较长。

# 宽带接入技术—ADSL

# 目录

## Contents

1/ ADSL原理

2/ ADSL特点

3/ xDSL技术参数

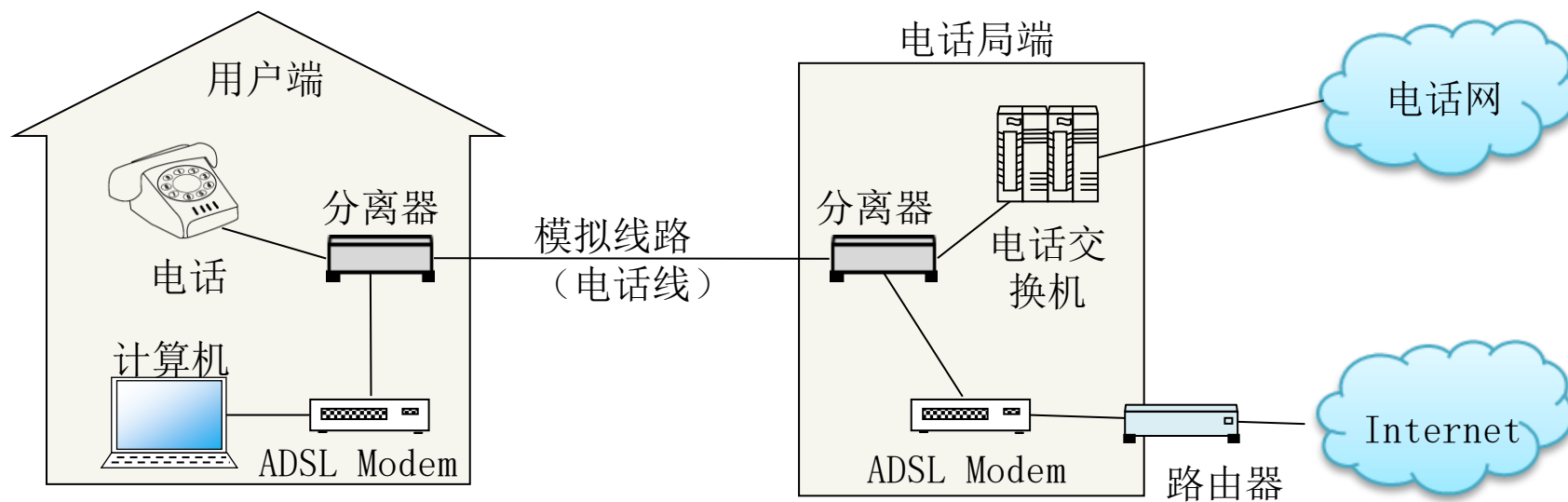


学习目标

- 了解宽带接入ADSL技术原理;
- 了解ADSL技术特点;
- 了解xDSL技术参数。



- ADSL的全称是**非对称数字用户线路**（Asymmetrical Digital Subscriber Loop），ADSL技术是运行在原有普通电话线上的一种新的高速宽带技术，它利用现有的一对电话铜线为用户提供上、下行非对称的传输速率（带宽）。



- ADSL技术的主要特点：可以充分利用现有的铜缆网络（电话线网络），在线路两端加装ADSL 设备即可为用户提供高宽带服务。。
- ADSL的另外一个优点：它可以与普通电话共存于一条电话线上，在一条普通电话线上接听、拨打电话的同时进行ADSL传输而又互不影响。
- ADSL具有**传输速度快**（相比拨号和ISDN等方式）、**语音与数据分离、独享带宽**等优势。

技术名称	描述	传输方式	上行速率	下行速率	最大传输距离
SDSL	单线对用户数字线路	对称	1.5Mbps~2.0Mbps	1.5Mbps~2.0Mbps	3公里
HDSL	高速用户数字线路	对称	1.5Mbps~2.0Mbps	1.5Mbps~2.0Mbps	3-4公里
ADSL	非对称数字用户线	非对称	32Kbps~1.0Mbps	32Kbps~8Mbps	5.5公里
VDSL	甚高速用户数字线路	非对称	1.5Mbps~23Mbps	13Mbps~52Mbps	1.5公里

# 宽带接入技术—HFC

# 目录

## Contents

1/HFC原理

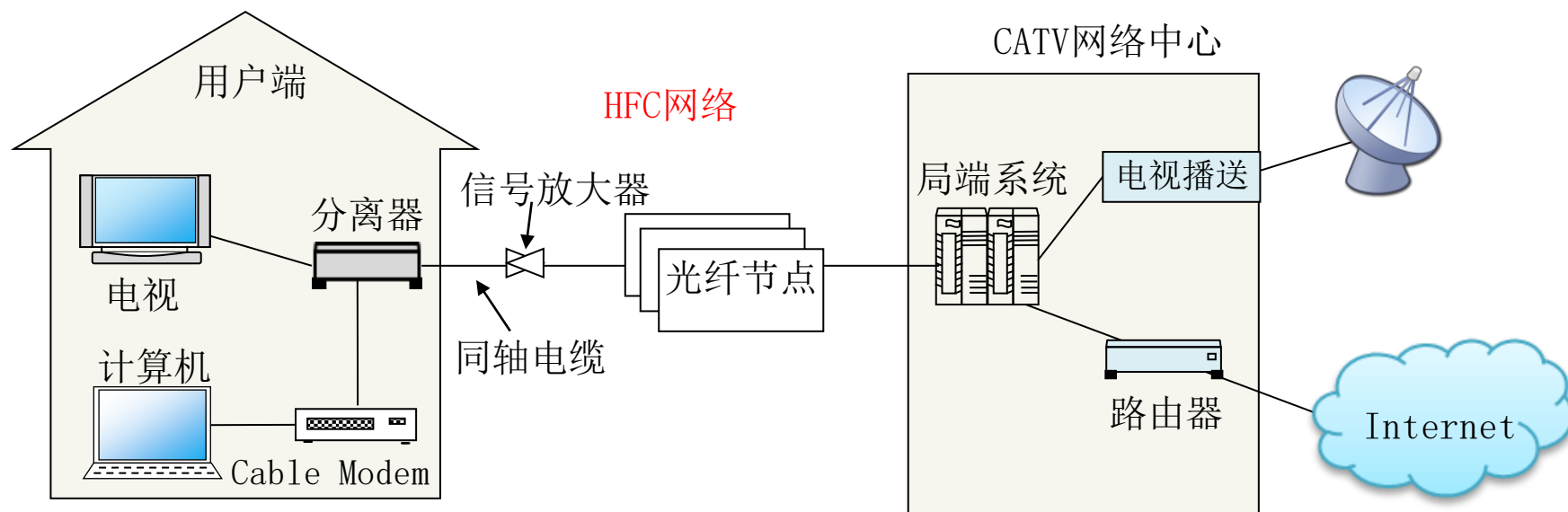
2/HFC特点



学习目标

- 了解HFC技术原理；
- 了解HFC特点。

- HFC (Hybrid Fiber - Coaxial) 即混合光纤同轴电缆网。是一种经济实用的综合数字服务宽带网接入技术。HFC采用非对称的数据传输速率，上行为10Mbit/s,下行为10~40Mbit/s，可以将一台主机或一个局域网接入Internet。



- 传输容量大，易实现双向传输；
- 频率特性好，在有线电视传输带宽内无需均衡；
- 传输损耗小，可延长有线电视的传输距离，25公里内无需中继放大；
- 光纤间不会有串音现象，不怕电磁干扰，能确保信号的传输质量。

# 宽带接入技术—FTTH



# 目录

## Contents

1/ FTTH原理

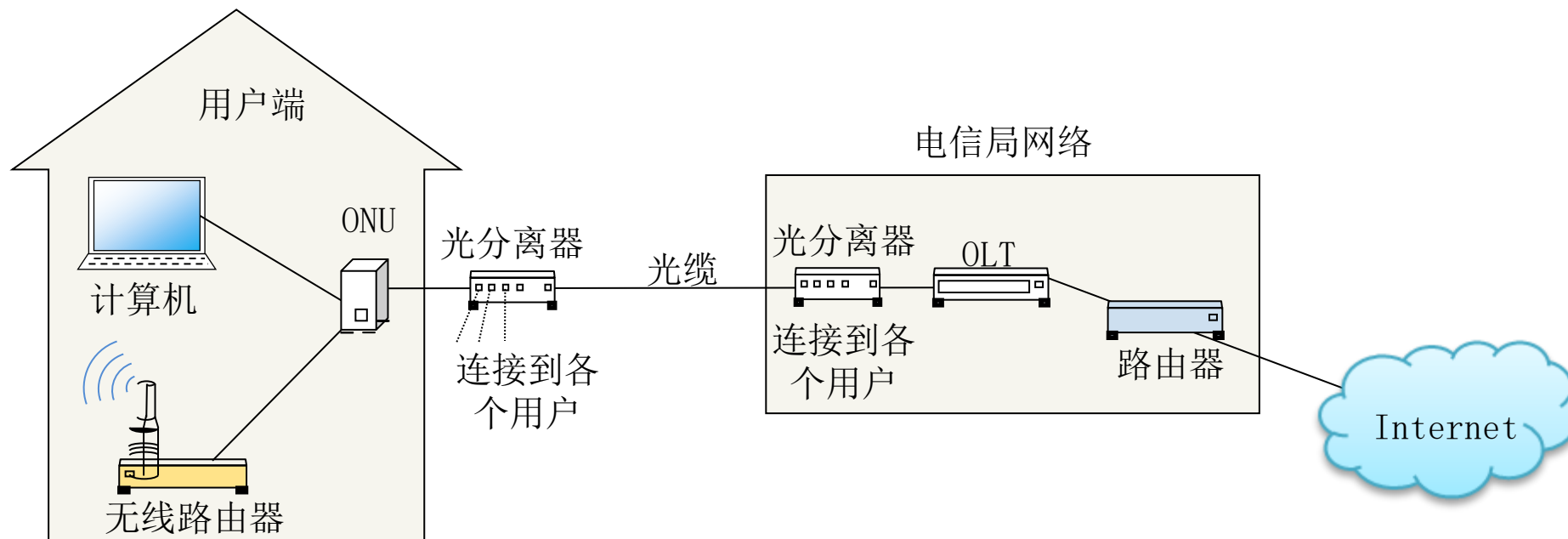
2/ 光纤接入形式



学习目标

- 了解FTTH技术原理；
- 了解光纤接入的主要形式。

- FTTH (Fiber To The Home) : 通过高速光纤直接连接到家里或者公司建筑物处的上网方式。



- 光纤接入具有传输距离远，带宽高、抗干扰能力强等优秀特点，是一种非常理想的宽带接入方式。

- 根据光纤向用户延伸的距离，即光网络单元（ONU）所在位置，光线接入网有多种应用形式，其中最主要的3种形式是**光纤到大楼（FTTB）**、**光纤到路边（FTTC）**、**光纤到户（FTTH）**。
- FTTB是指（Fiber To The Building）是指高速光纤直接连接到某个大厦、公司等机构大楼，随后在整个大楼内部再通过布线实现联网。
- FTTC（Fiber To The Curb）是将光线接入到某个家庭后，再通过布线实现周围几户住家共同联网。

# 宽带接入技术—以太网接入 与EPON

# 目录

## Contents

### 1/ 以太网接入技术

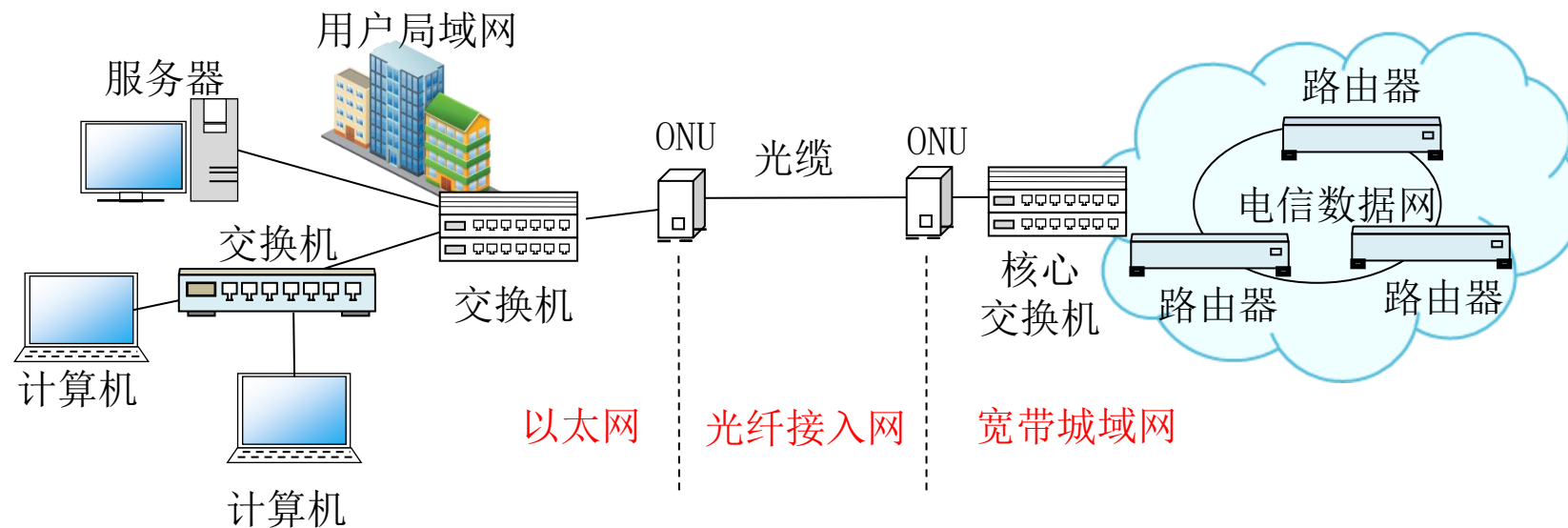
### 2/ EPON技术



#### 学习目标

- 了解以太网接入技术；
- 了解EPON技术。

- 以太网接入最常用的技术是光纤以太网（高速以太网接入技术），即FTTx+LAN接入。
- 光纤以太网时采用单模光纤连接的高速网络，可以实现千兆到社区、局域网，百兆到楼宇、十兆到用户的网络连接。



- 目前光纤接入中逐步实现了EPON（以太无源光网络）技术，EPON就是一种新兴的宽带接入技术，它通过一个单一的光纤接入系统，实现数据、语音及视频的综合业务接入，并具有良好的经济性。
- 无源光网络是实现“三网合一”和解决信息高速公路“最后一公里”的最佳传输媒介。

# 宽带接入技术—无线局域网



# 目录

## Contents

### 1/ 无线局域网特点与应用

### 2/ 无线网络结构

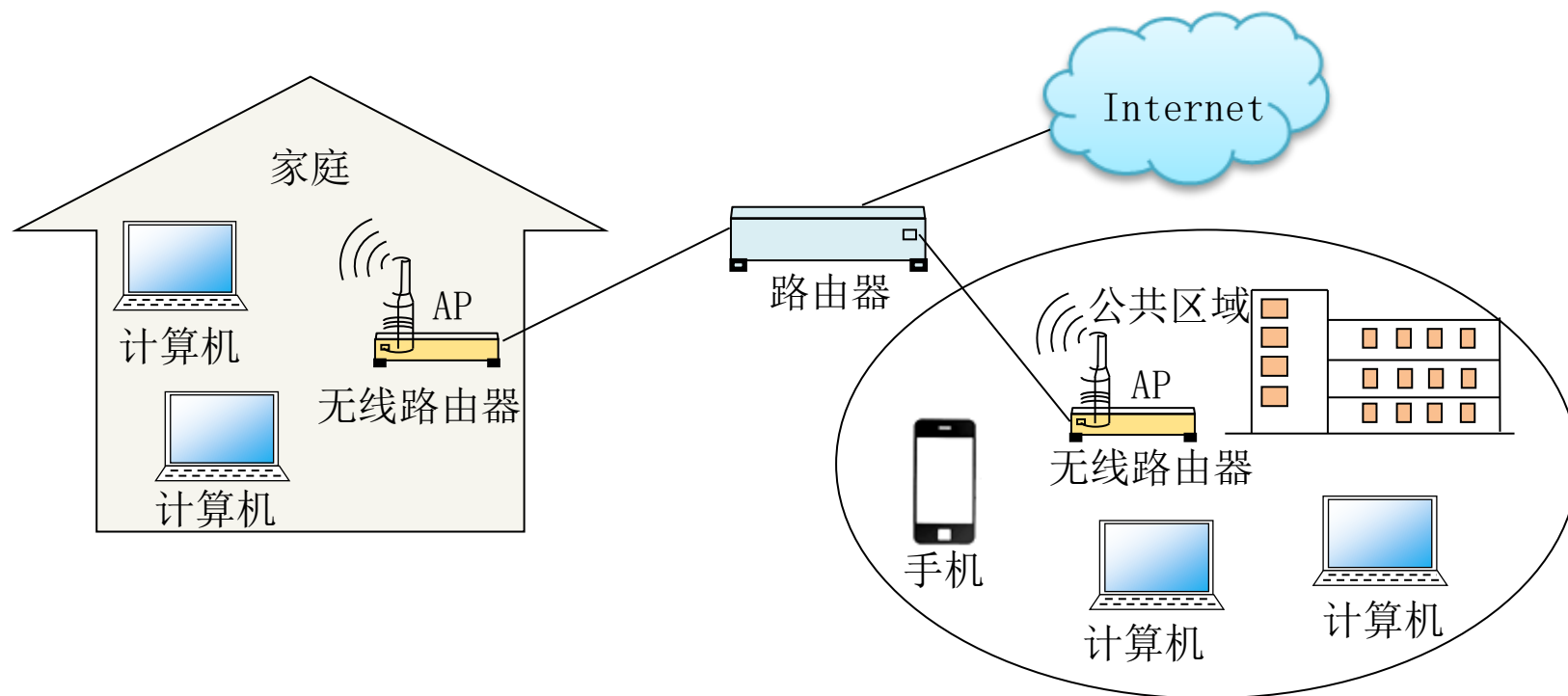


#### 学习目标

- 了解无线局域网应用;
- 了解无线局域网的结构。

- 无线局域网（Wireless LAN, **WLAN**）是不使用任何导线或传输电缆连接的局域网，使用**无线电波**作为数据传送的媒介，传送距离一般只有几十米。
- 无线局域网**特点**：
  - 1、在无线信号覆盖区域内的任何一个位置都可以接入网络；
  - 2、在于其移动性，连接到无线局域网的用户可以移动且能同时与网络保持连接。
- 无线局域网用户通过一个或多个无线接入点接入无线局域网。无线局域网现在已经广泛的应用在**商务区，大学，机场，及其他公共区域**。

- 一般架设无线网络的基本配备就是无线网卡及一台AP。



# 谢谢 Thanks!



新形态一体化教材 配套MOOC课程

# 计算机网络技术基础

主编 阚宝朋 高等教育出版社

书号：978-7-04-043546-7

扫描教材上二维码 实现随扫随学