



第2章 数据通信与 广域网技术

宁天桥

15820291950 / 661950

QQ号码: 930611

ntq@gcu.edu.cn

办公室: 行政楼 812

机器人工程学院
网络与通信技术



本章学习要求：

- ◆ **掌握：数据通信的基本概念**
- ◆ **了解：传输介质的类型与特点**
- ◆ **了解：无线与卫星通信的基本概念**
- ◆ **掌握：数据编码的类型和方法**
- ◆ **了解：数据传输的基本概念**
- ◆ **掌握：多路复用的类型与特点**
- ◆ **掌握：广域网中的数据交换类型与工作原理**
- ◆ **掌握：差错控制的基本方法**



2.1.1 信息、数据与信号

- ◆ 通信的目的是交换信息，信息的载体可以是数字、文字、语音、图形或图像，计算机产生的信息是它们的组合。
- ◆ 为了传送这些信息，首先要将字母、数字、语音、图形或图像用二进制代码的数据来表示。
- ◆ 为了传输二进制代码的数据，必须将它们用模拟或数字信号编码的方式表示。
- ◆ 数据通信是指在不同计算机之间传送表示字母、数字、符号的二进制代码0、1比特序列的模拟或数字信号的过程。



信息编码标准

- ◆ **ASCII码(美国标准信息交换码) 用于计算机内码, 也用做数据通信中的编码标准。**
- ◆ **ASCII 码被国际标准化组织 (ISO) 接受, 成为国际标准ISO 646, 又称为国际5号码。**
- ◆ **ASCII码采用7位二进制比特编码, 可以表示128个字符。**
- ◆ **字符分为两类: 图形字符与控制字符。图形字符包括数字、字母、运算符号、商用符号等。**



多媒体网络应用

- ◆ 随着计算机技术的发展，多媒体技术得到广泛应用。
- ◆ 利用数字通信系统来实现多媒体信息的传输是通信技术研究的重要内容之一。
- ◆ 与文本、图形信息传输相比较，语音、图像信息传输要求数据通信系统具有**高速率与低延时**的特性。
- ◆ 如果每帧图像由 1024×768 个点阵组成，图像颜色有256种，每个点阵用1字节二进制数表示，每秒传送30帧图像，则每秒需要传送23,592,960字节。
- ◆ 如果传送数字化的语音信号，每秒对语音信号进行22,050次取样，每次取样值用1字节表示，则单声道每秒需要传送22,050字节；双声道立体声每秒需要传送44,100字节。
- ◆ 多媒体技术在网络中的应用对数据通信系统提出更高要求。

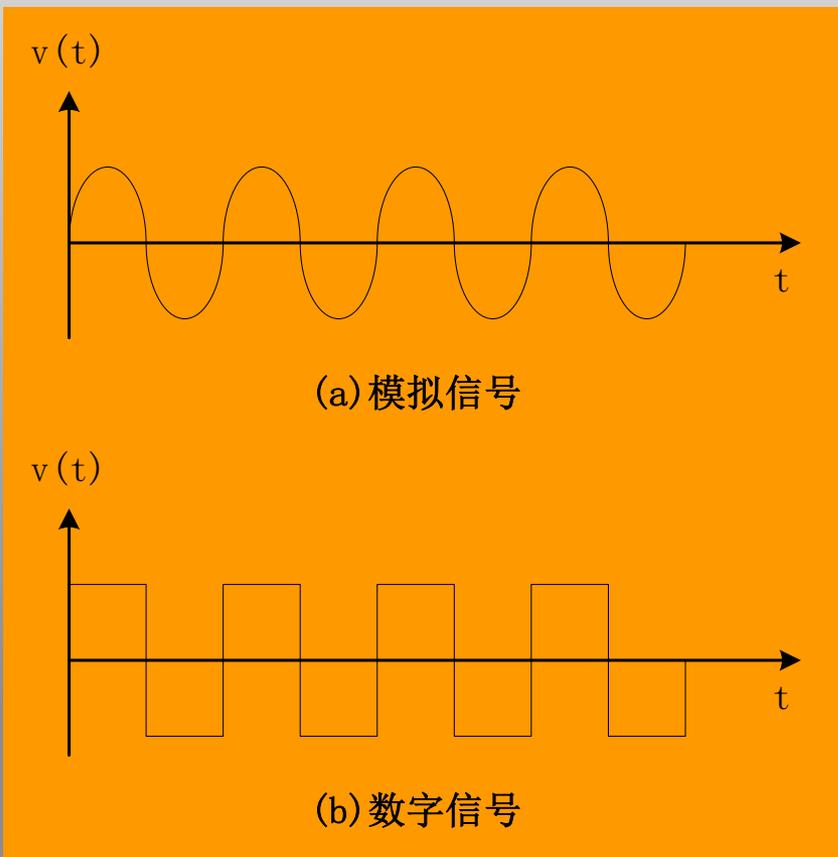


信号的概念

- ◆ 信号是数据在传输过程中电信号的表示形式；
- ◆ 模拟信号（Analog Signal）的信号电平是连续变化。
- ◆ 数字信号（Digital Signal）是用两种电平去表示0、1比特序列的电压脉冲信号。
- ◆ 按照传输介质上传输的信号类型，通信系统分为两种：模拟通信系统与数字通信系统。

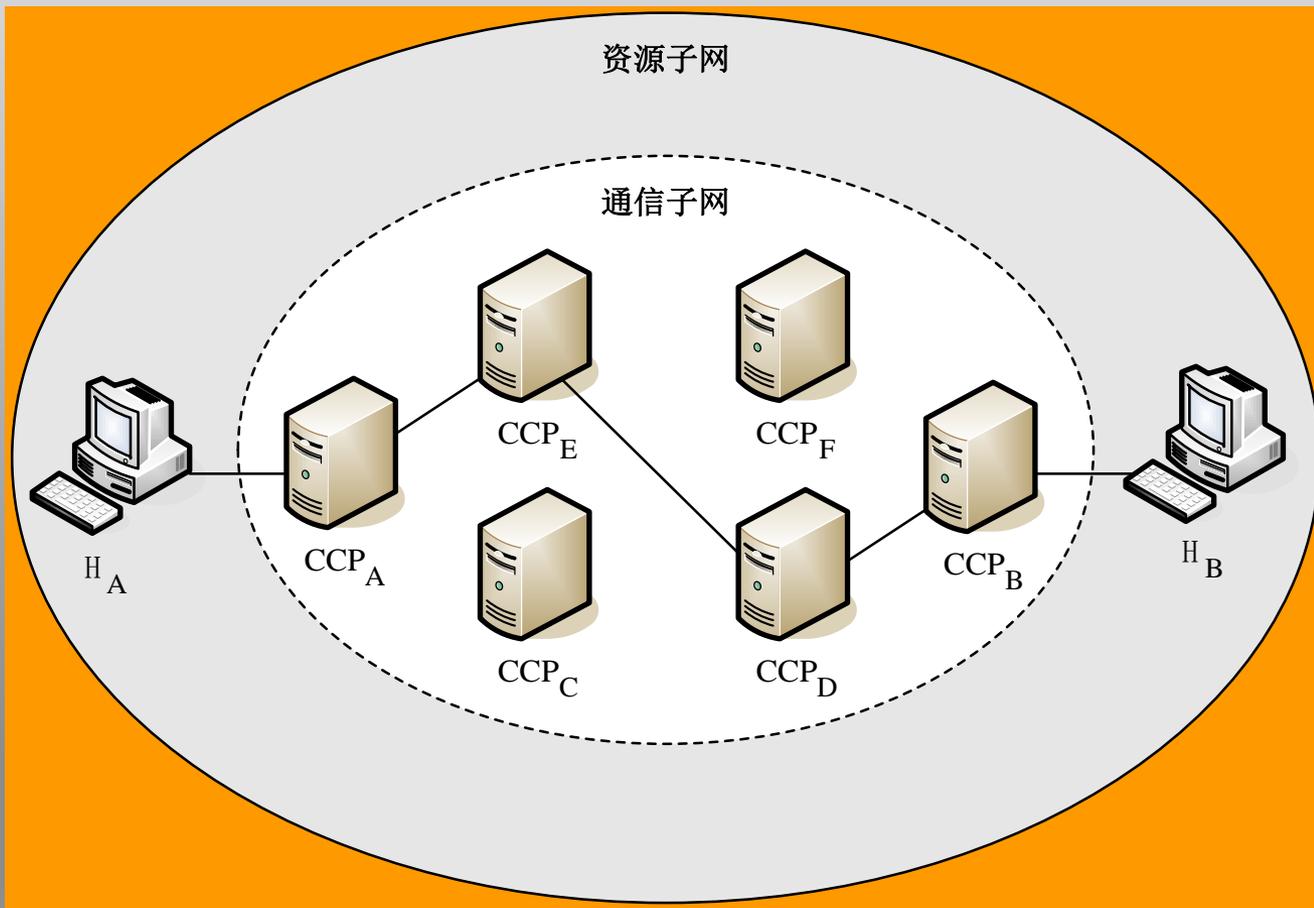


模拟信号与数字信号波形





2.1.2 数据传输类型与通信方式



两台计算机之间的通信过程



◆ 数据传输类型

模拟通信

数字通信

◆ 数据通信方式

串行通信、并行通信

单工通信、半双工或全双工通信

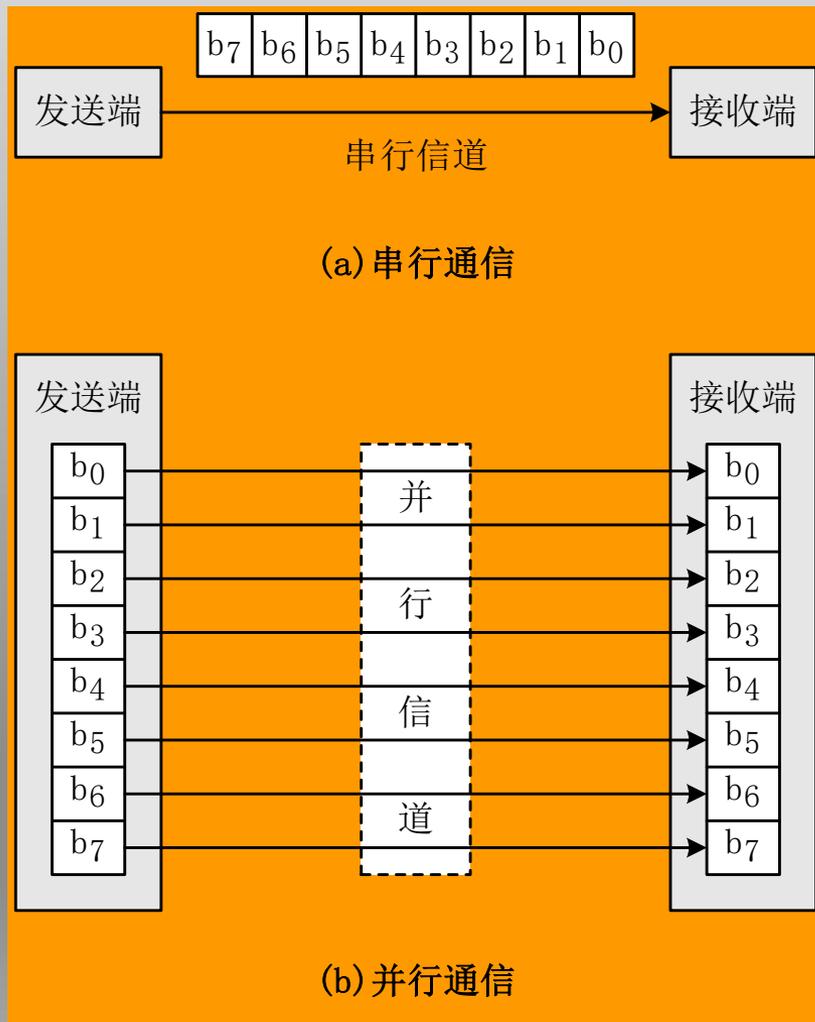
◆ 同步方式

同步通信

异步通信

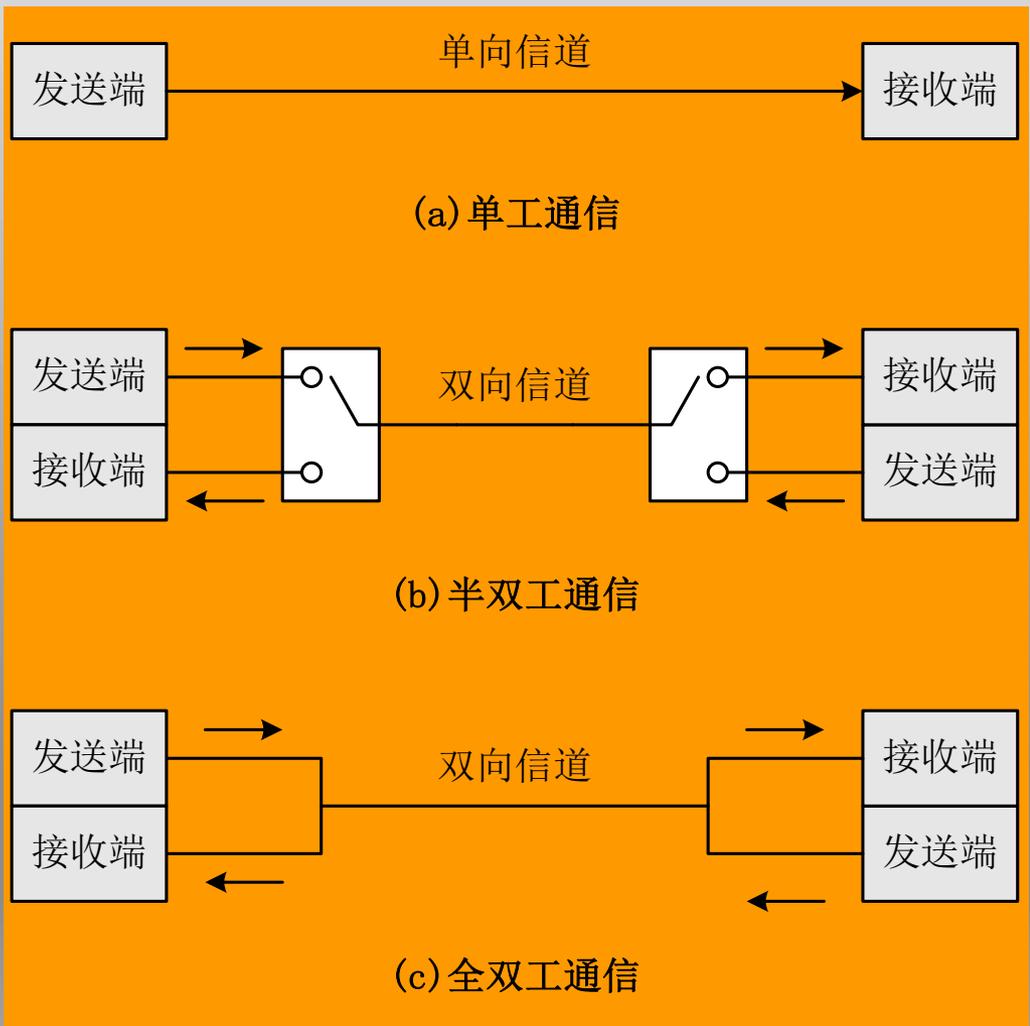


串行通信与并行通信



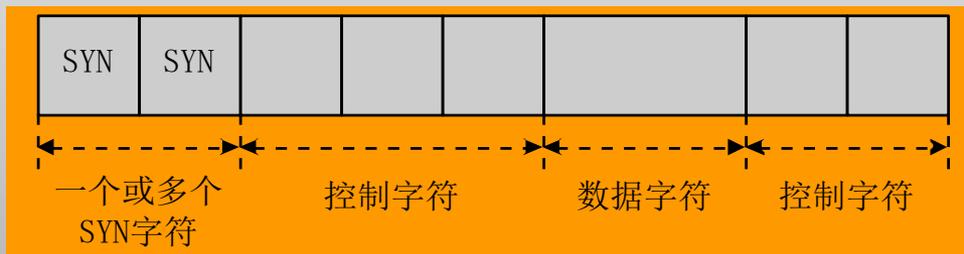


单工、半双工与全双工通信

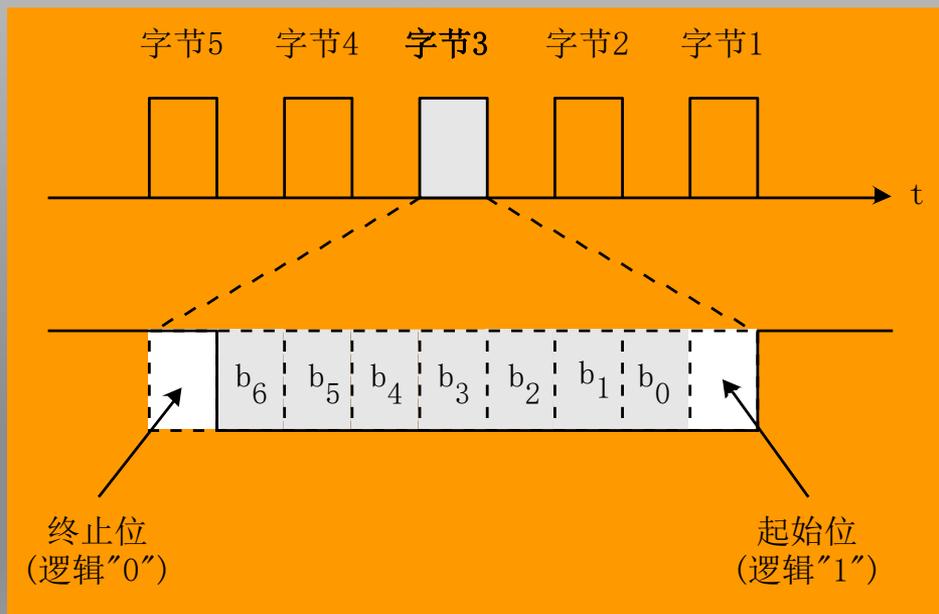




同步通信与异步通信



同步传输的工作原理



异步传输的工作原理



2.2 传输介质及主要特性



2.2.1 传输介质的主要类型

传输介质是网络中连接收发双方的物理通路，也是通信中实际传送信息的载体。网络中常用的传输介质包括：

- ◆ 双绞线
- ◆ 同轴电缆
- ◆ 光纤电缆
- ◆ 无线与卫星信道



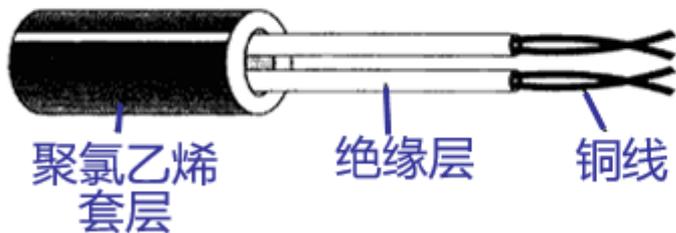
传输介质的特性

- ◆ **物理特性**：传输介质物理结构的描述。
- ◆ **传输特性**：传输介质允许传送数字或模拟信号，以及调制技术、传输容量、传输的频率范围。
- ◆ **连通特性**：允许点-点或多点连接。
- ◆ **地理范围**：传输介质的最大传输距离。
- ◆ **抗干扰性**：传输介质防止噪声与电磁干扰对传输数据影响的能力。
- ◆ **相对价格**：器件、安装与维护费用。

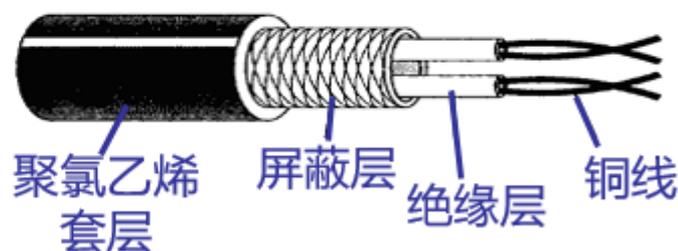
2.2.2 双绞线的主要特性

- ◆ 屏蔽双绞线 STP与非屏蔽双绞线UTP
- ◆ 常用的双绞线包括3类，5类，超5类及6类双绞线，用于不同速率的网络；
- ◆ 没加扩展的情况下，双绞线的组网距离不超过100m；

无屏蔽双绞线 UTP

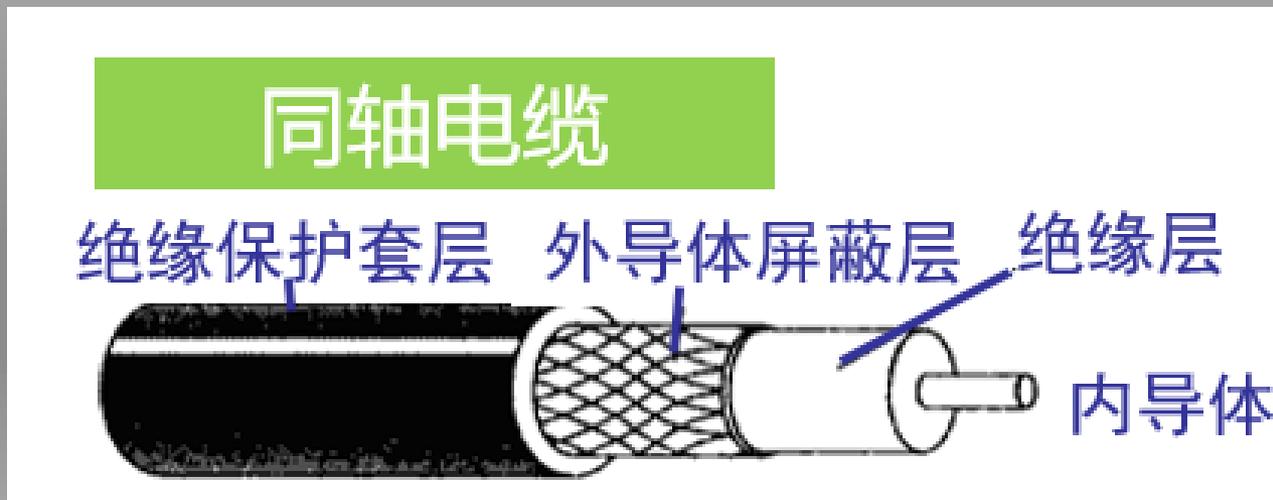


屏蔽双绞线 STP



2.2.3 同轴电缆的主要特性

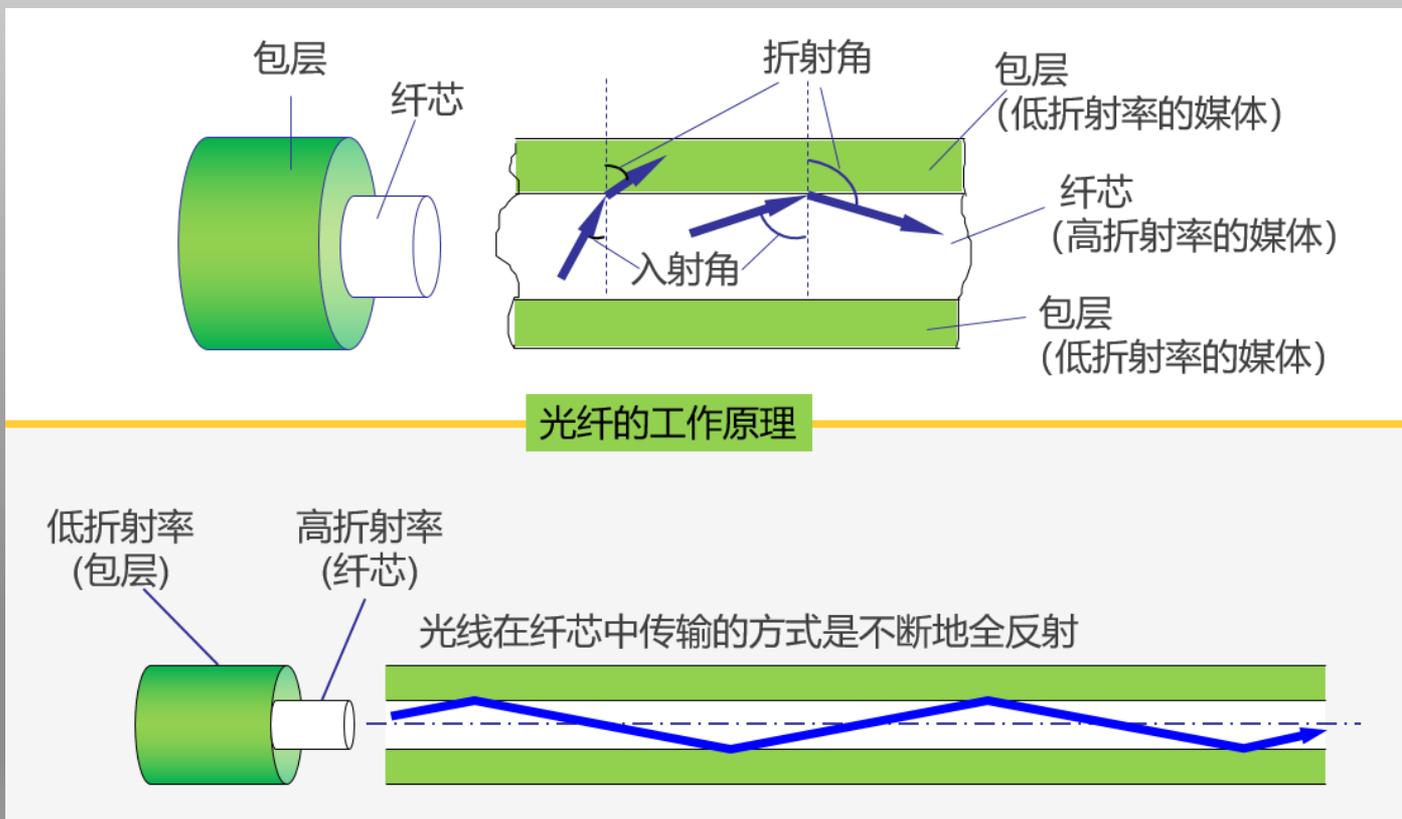
- ◆ **粗同轴电缆**（阻抗为 $75\ \Omega$ ），常用于有线电视信号传输，支持的最大传输速率为 1 Gbps ，没加扩展的情况下，组网距离不超过 1000 m ；
- ◆ **细同轴电缆**（阻抗为 $50\ \Omega$ ），早期常用于 10 Mbps 速率的传统以太网，组网距离不超过 185 m ，现在已经基本绝迹。





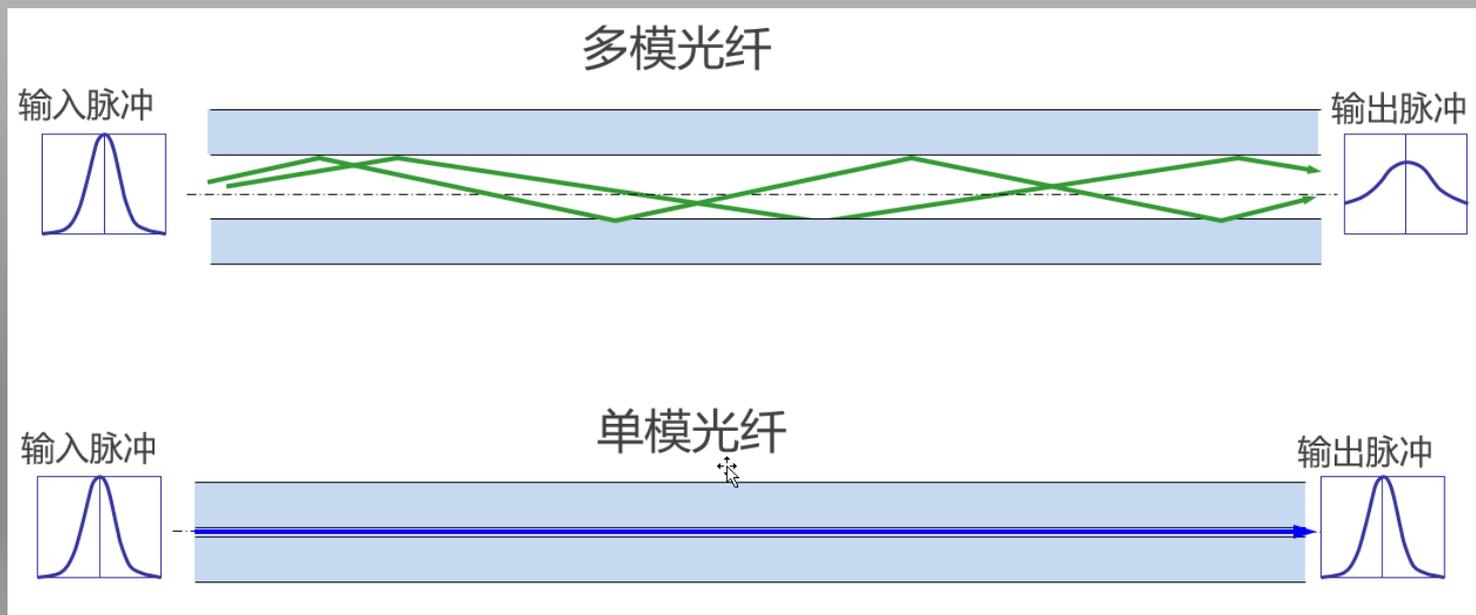
2.2.4 光纤的主要特性

光纤芯和包层构成一条光纤通道，光信号在光纤通道中进行传输。



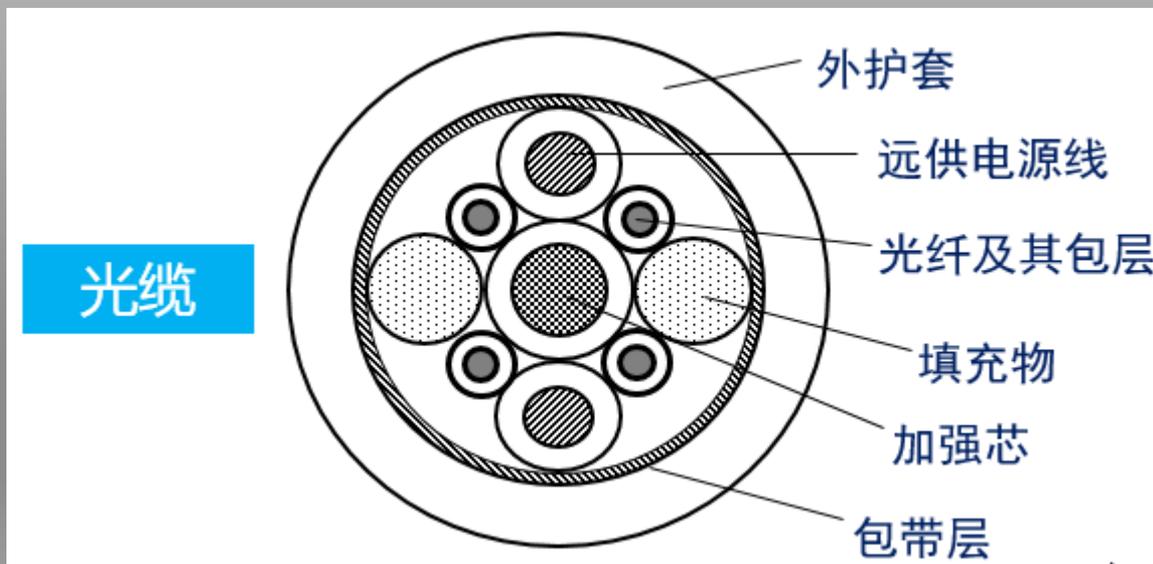
2.2.4 光纤的主要特性

光纤分为单模光纤和多模光纤。单模光纤芯直径 $8\mu\text{m}$ 或 $10\mu\text{m}$ ，光信号以单个可辨角度的单光线传输；多模光纤芯直径为 50 或 62.5 ，光信号以多个可辨角度的多光线传输。单模光纤的传输性能优于多模光纤。



2.2.4 光缆的主要特性

光缆是一种应用非常广泛的传输介质；光缆由光纤芯、加强芯填充物、包带层和外部保护层组成。光缆具有频带宽，传输速率高，误码率低、安全性好等特点，目前光纤支持10Mbps-10Gbps的常用速率，随着传输设备的发展，光纤传输速率还可以进一步提高到40Gbps，100Gbps以上。



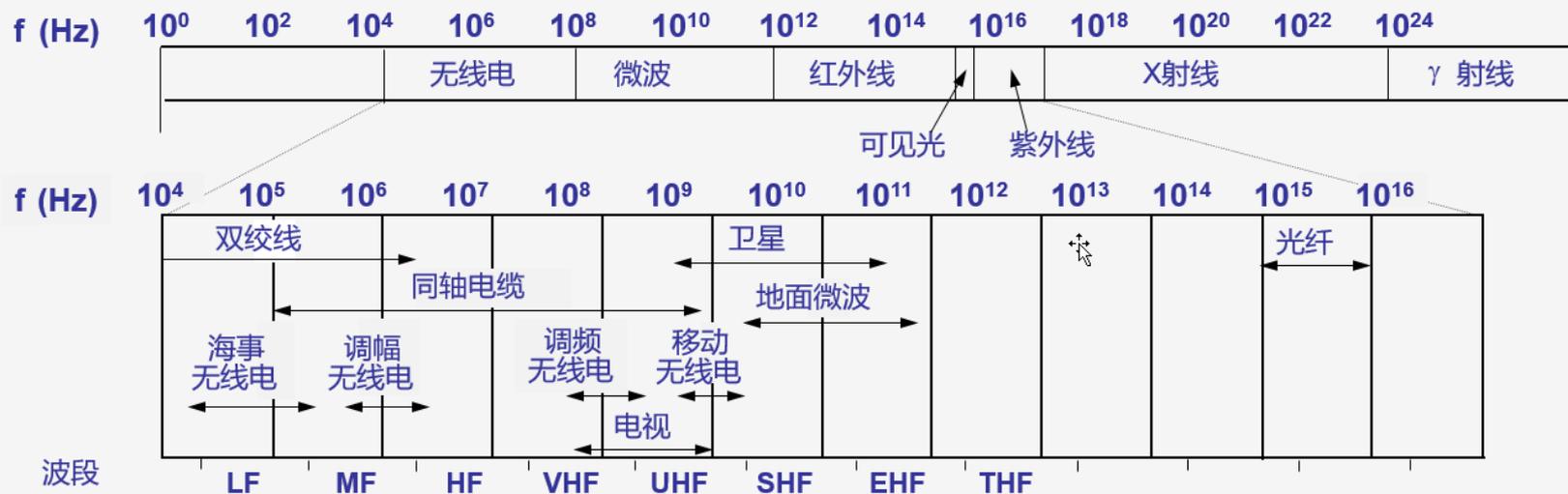


2.3 无线与卫星通信技术



2.3.1 电磁波谱与移动通信

电信领域使用的电磁波的频谱



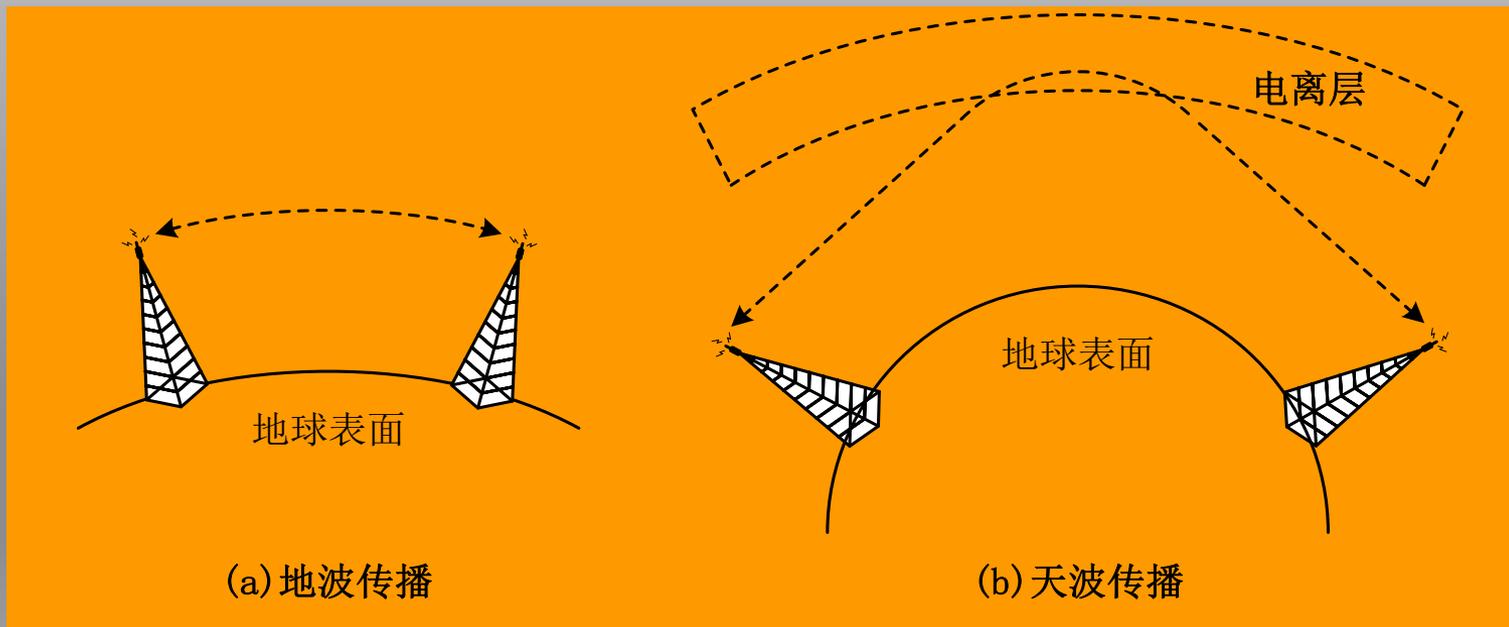
电磁波谱与通信类型的关系



2.3.2 无线通信

无线传输所使用的频段很广。
短波通信主要是靠电离层的反射，但短波信道的通信质量较差。微波在空间主要是直线传播。

◆ 视距传播与电离层反射





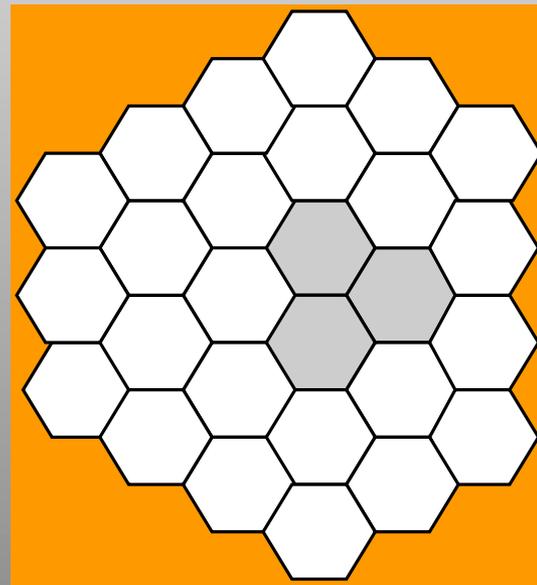
2.3.3 微波通信

- ◆ 频率在 100MHz~10GHz的电磁波称为微波，它们对应的信号波长为 3 cm~3m。
- ◆ 微波信号没有绕射功能，两个微波信号只有在可视情况下才能正常接收。
- ◆ 大气对微波信号的吸收与散射影响较大。
- ◆ 由于微波的高度方向性，因此在地面通常采用点-点方式。在卫星通信中，微波通信也可用于多点通信。



2.3.4 蜂窝无线通信

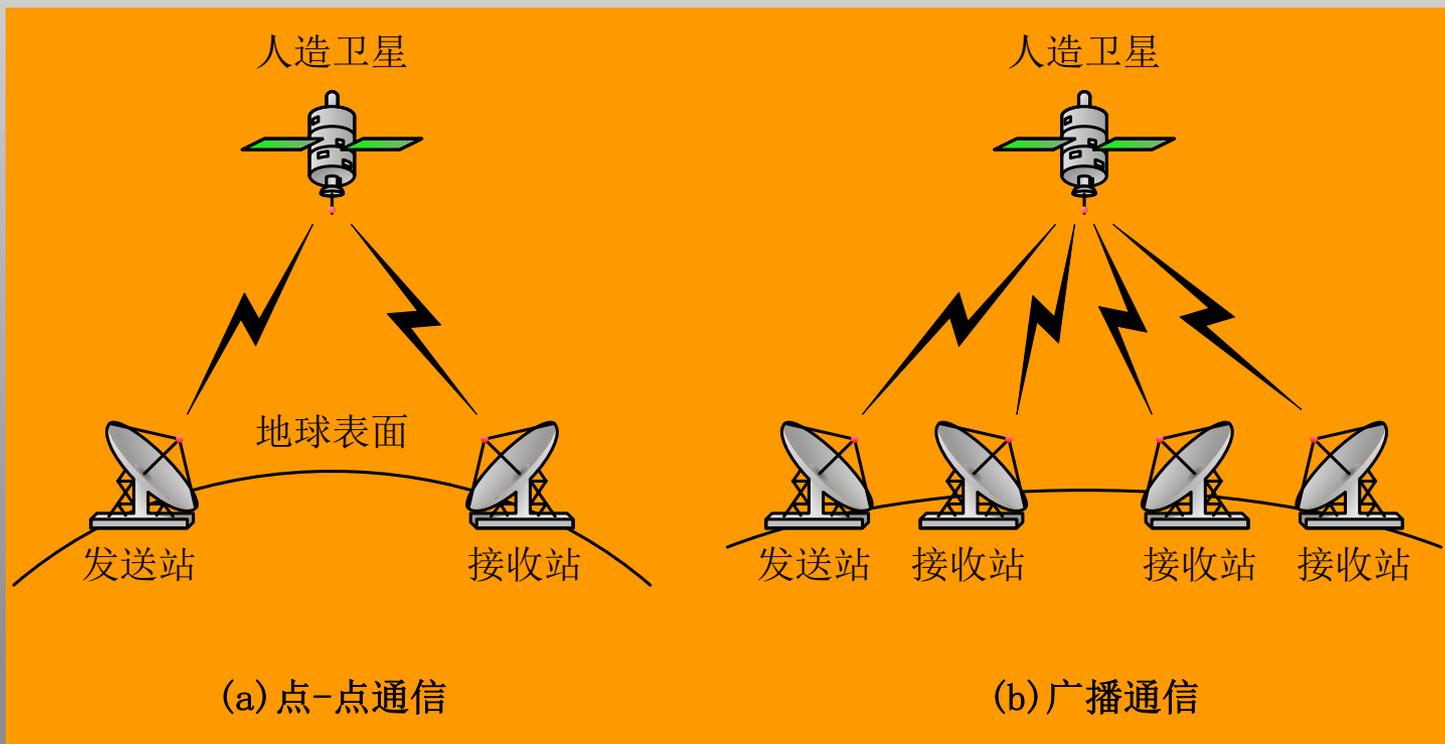
- ◆ 频分多址接入 (FDMA)
- ◆ 时分多址接入 (TDMA)
- ◆ 码分多址接入 (CDMA)



蜂窝移动通信系统的结构



2.3.5 卫星通信

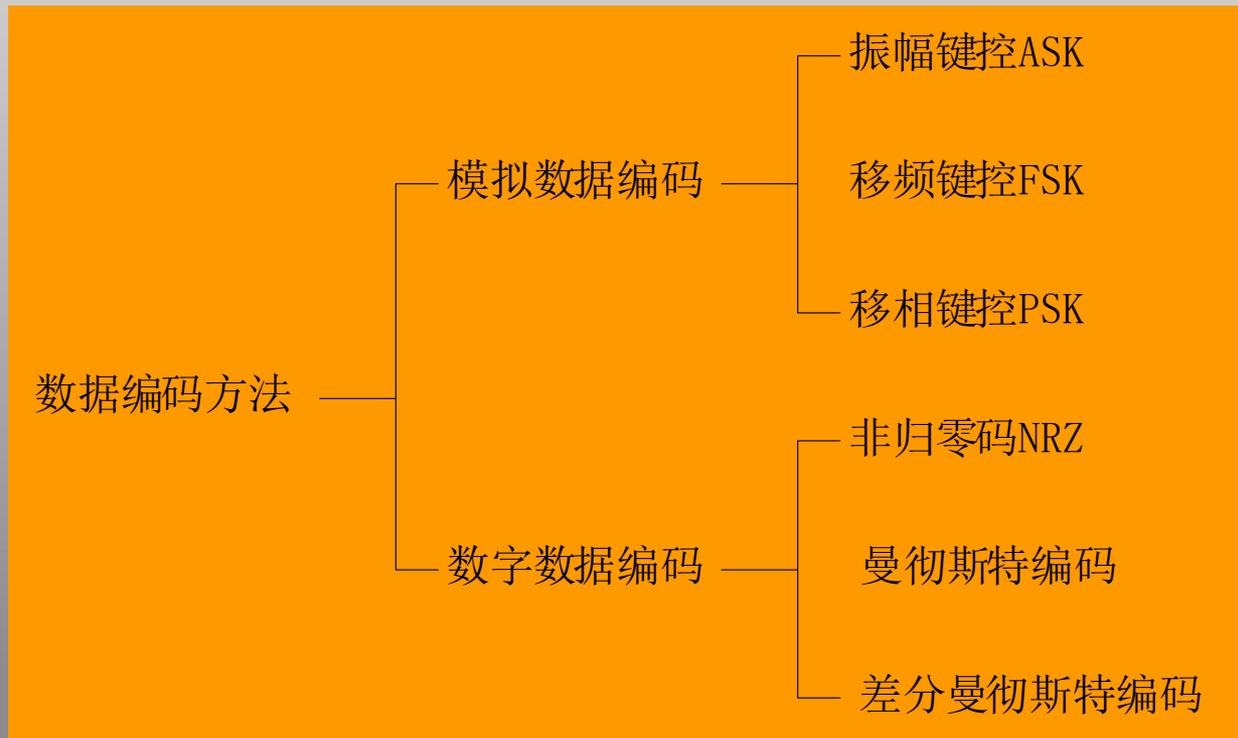




2.4 数据编码技术

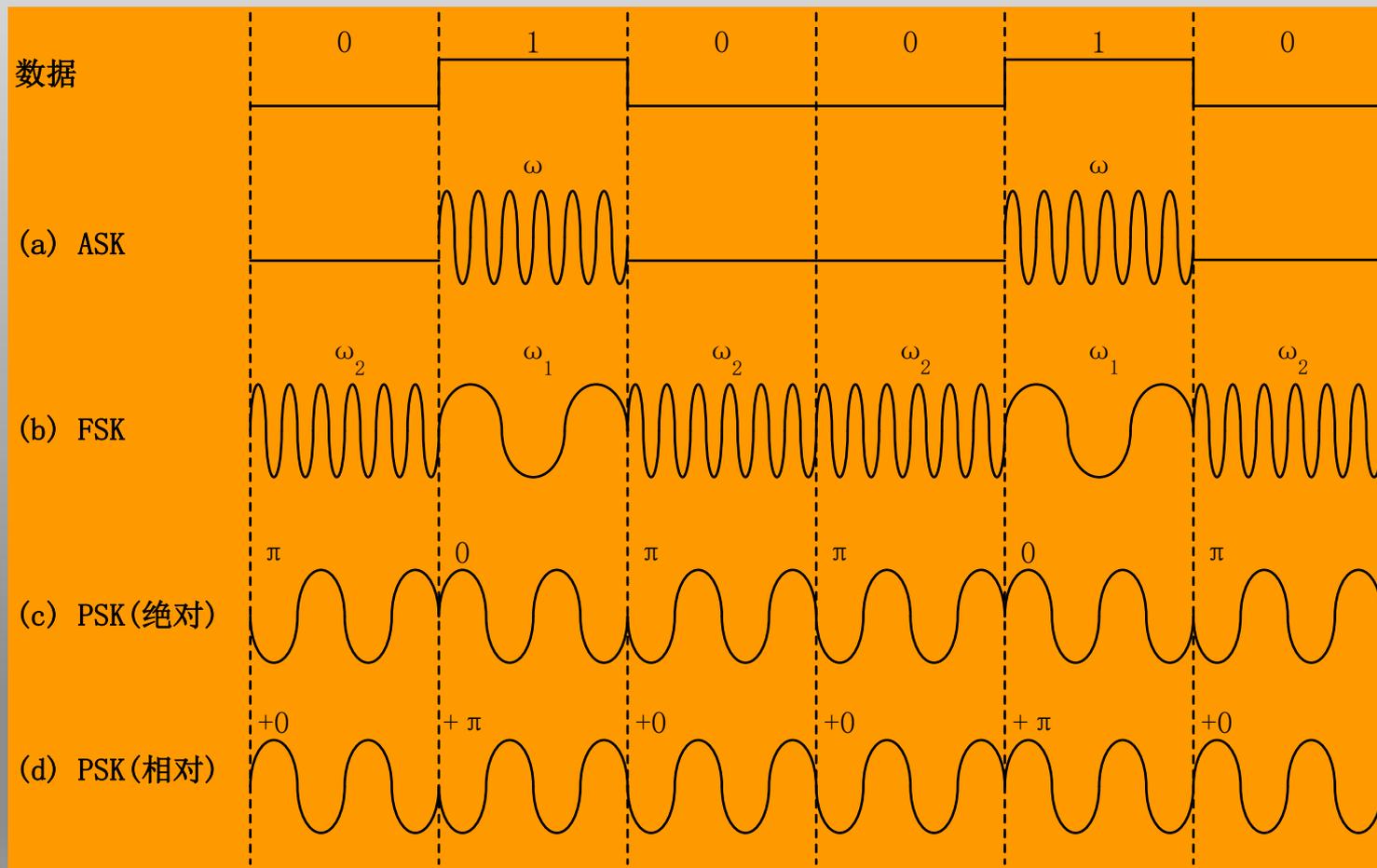


2.4.1 数据编码的主要类型





2.4.2 模拟数据编码



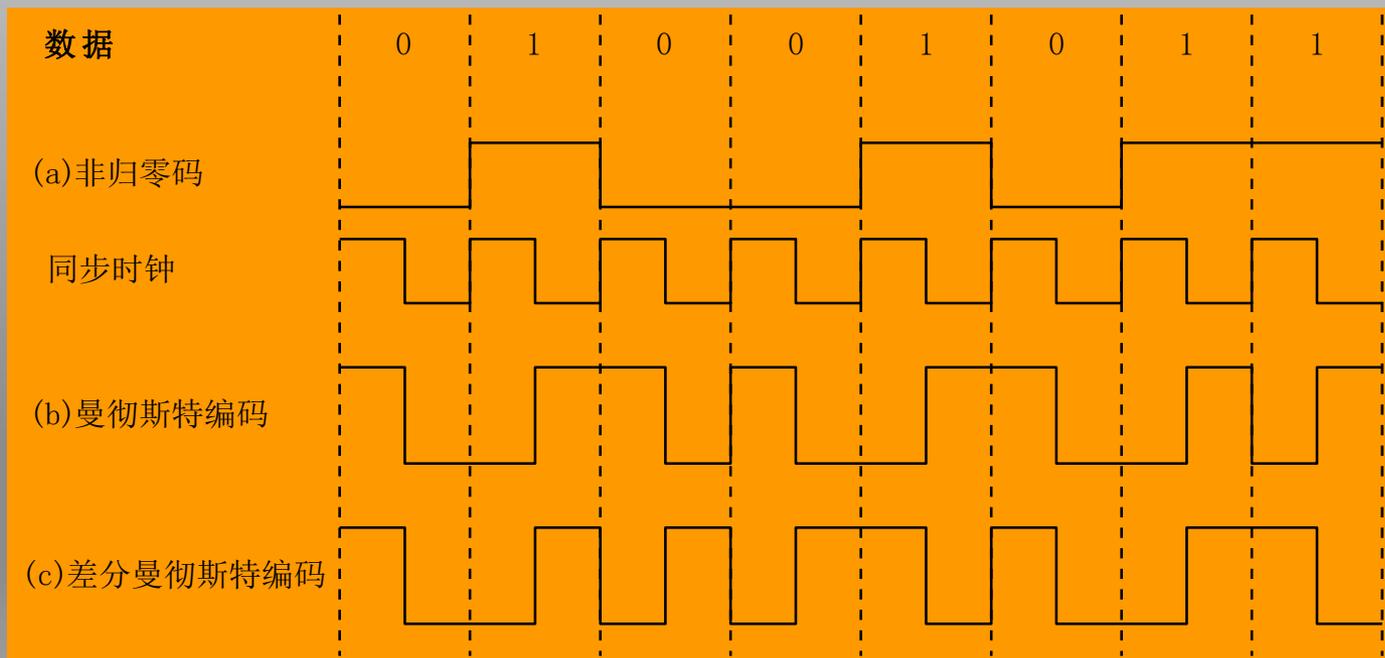


2.4.3 数字数据编码

非归零码：正电平代表1，负电平代表0。

曼彻斯特编码：位周期中心的上跳变代表0，位周期中心的下跳变代表1

差分曼彻斯特编码：在每一位的中心处始终都有跳变。位开始边界有跳变代表0，而位开始边界没有跳变代表1



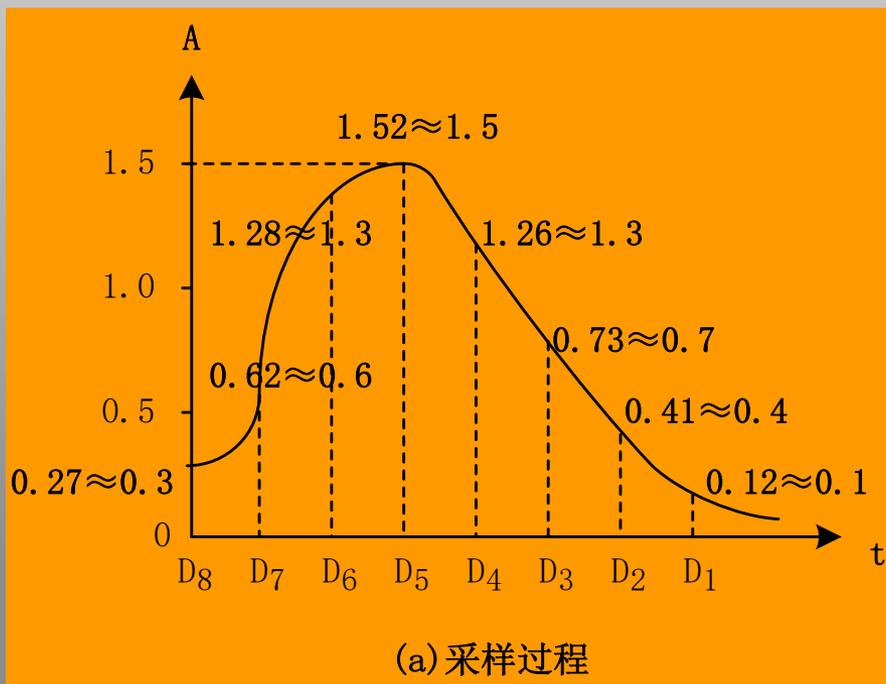


非归零码和曼彻斯特编码的缺点

- ◆ **非归零码 (NRZ) 的缺点是无法判断一位的开始与结束，数据收发双方不能保持同步。为了保证收发双方的同步，必须在发送NRZ码的同时，用另外一个信道传输同步信号。**
- ◆ **曼彻斯特编码的缺点是效率较低，如果信号传输速率是10Mbps，则发送时钟信号频率为20MHz。**
- ◆ **差分曼彻斯特编码是对曼彻斯特编码的改进，差分曼彻斯特编码与曼彻斯特编码的区别在于：每位的中间跳变仅用来同步；每位的值根据开始位置是否发生跳变来决定，一位的开始位置出现电平跳变表示二进制数0，不发生跳变表示二进制数1。**



2.4.4 脉冲编码调制



样本	量化级	二进制编码	编码信号
D ₁	1	0001	
D ₂	4	0100	
D ₃	7	0111	
D ₄	13	1101	
D ₅	15	1111	
D ₆	13	1101	
D ₇	6	0110	
D ₈	3	0011	

(b) 编码过程



PCM用于数字语音系统

- ◆ 声音分为128个量化级。
- ◆ 每个量化级采用7位二进制编码表示。
- ◆ 采样速率为8000样本/秒。
- ◆ 数据传输速率应达到7位 \times 8000/秒=56Kbps。
- ◆ 如果每个量化级采用7+1=8位二进制编码表示。
- ◆ 数据传输速率应达到8位 \times 8000 /秒= 64Kbps。



基带传输的定义

- ◆ 在数据通信中，表示计算机二进制的比特序列的数字数据信号是典型的矩形脉冲信号；
- ◆ 矩形脉冲信号的固有频带称做基本频带，简称为基带，矩形脉冲信号就叫做基带信号；
- ◆ 在数字通信信道上，直接传送基带信号的方法称为基带传输；
- ◆ 发送端将数据经过编码器变换变为基带信号，例如曼彻斯特编码或差分曼彻斯特编码信号；
- ◆ 接收端用解码器恢复成与发送端相同的矩形脉冲信号。



2.5 数据传输的重要概念



2.5.1 传输速率的定义

- ◆ 数据传输速率是描述数据传输系统的重要技术指标。
- ◆ 数据传输速率等于每秒钟传输构成数据代码的二进制比特数，单位为比特/秒，记做bps。
- ◆ 数据传输速率的单位：Kbps、Mbps、Gbps与Tbps

$$1\text{Kbps} = 1 \times 10^3 \text{ bps}$$

$$1\text{Mbps} = 1 \times 10^6 \text{ bps}$$

$$1\text{Gbps} = 1 \times 10^9 \text{ bps}$$

$$1\text{Tbps} = 1 \times 10^{12} \text{ bps}$$



2.5.2 传输速率与信道带宽

- ◆ **奈奎斯特准则**：二进制数据信号的最大数据传输速率 R_{\max} 与通信信道带宽 B ($B=f$, 单位Hz) 的关系为 $R_{\max}=2 \cdot f$ (bps)
- ◆ **奈奎斯特定理**描述了有限带宽，无噪声信道的最大传输速率与信道带宽的关系。香农定理描述了有限带宽、有随机热噪声信道的最大传输速率与信道带宽、信号噪声功率比之间的关系。
- ◆ **香农定理**：在有随机热噪声的信道上传输数据信号时，数据传输速率 R_{\max} 与信道带宽 B ，信噪比 S/N 的关系为 $R_{\max} = B \cdot \log_2 (1 + S/N)$ ，其中 S/N 为信噪比



2.5.3 通信信道带宽对数据传输的影响

任何实际的信道都不是理想的，在传输信号时会产生各种失真以及带来多种干扰。

信号传输的速率越高，或信号传输的距离越远，在信道的输出端的波形的失真就越严重。

数字信号通过实际的信道



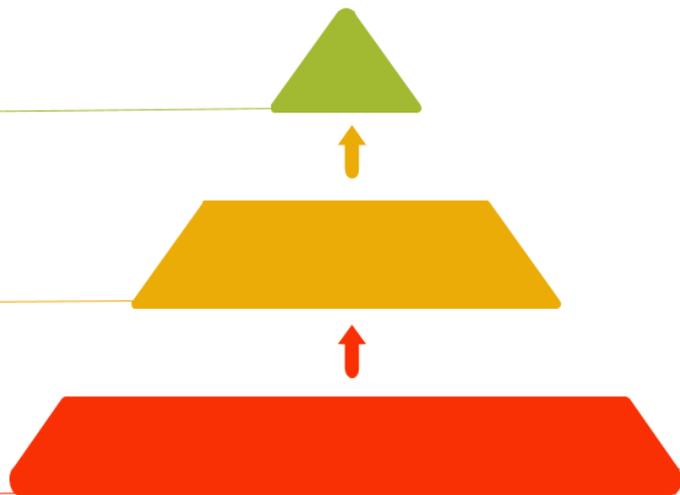
2.5.4 提高数据传输速率的途径

- 实际的信道所能传输的最高码元速率，要明显地低于奈氏准则给出上限数值。
- 若要提高信息的传输速率，可以采用有效的编码技术，使每一个码元能够携带较多的信息量。

首先，要使用更好的传输媒体。

其次，使用先进的编码和调制技术。

但不管采用怎样好的传输媒体和怎样先进的调制技术，数据传输速率总是受限的，不可能任意地提高，否则就会出现较多的差错。





THANKS

