

# 数据通信与计算机网络

## （第5版）

## 第2章 数据通信基础知识





## 第 2 章 数据通信基础知识

### 教学目的

- 通过本章学习，要求掌握数据通信的必备知识
- 了解传输信道和常用的传输介质的基本特性

### 学习内容

- 消息和信息、信号和数据
- 传输方式和传输速率
- 传输损伤和传输质量
- 通信编码





### 【3-3】、【3-4】要点:

- 1. 信息量的计算
- 2. 传输方式: 基带传输/频带传输、串行/并行、同步/异步、单工/双工
- 3. 传输速率: 波特率、比特率及二者的关系
- 4. 传输质量: 分贝的定义 (dB、dBm)、热噪声功率、信噪比、误码率的计算



## 第 2 章：内容提纲

---

### 2.1 消息和信息、信号和数据

### 2.2 传输方式和传输速率

### 2.3 传输损伤和传输质量

### 2.4 通信编码





## 2.1 消息和信息、信号和数据

### 2.1.1 消息和信息

- 在通信科学建立初期，对信息并没有公认的定义。到1975年才有人对信息的定义做过统计，共有39种。
- **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。它有两个特点：①能被通信双方所理解；②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。



## 2.1.1 消息和信息(续1)

- “消息”和“信息”这两个词极易混淆，有着不同的概念。消息中包含信息量与接收者在收到此消息前对某事件存在的不确定性是有关的。
- 1948年，香农在《通信的数学理论》论文中给出了关于信息的度量公式，他把信息定义为熵的减少，即把信息定义为“用来消除随机不确定性的东西”。
- 根据香农理论，一条消息包含信息的多少称为信息量。信息量的大小与消息所描述事件的出现概率有关。如消息表示的事件是必然事件（概率为1），则该消息不含有任何信息量；如消息表示的事件根本不可能发生（概率为0），则该消息含有无穷的信息量。



## 2.1.1 消息和信息(续2)

- 香农规定，一条消息所荷载的**信息量**等于它所表示的事件发生的概率 **$P$** 的倒数的对数。

$$I = \log_a \frac{1}{p} = -\log_a p \quad (2-1)$$

通常用**比特**作为信息量的单位。

- 对于一条含有 **$n$** 个符号的消息，每个符号出现的概率不同。当 **$n$** 很大，若第 **$i$** 个符号出现的概率为 **$P_i$** ，共出现了 **$m$** 次，则它具有的信息量是

$$I_i = -nP_i \log P_i = -m \log P_i$$



## 2.1.1 消息和信息(续3)

- 整条消息所具有的信息量是所有这样的信息量在不同的  $i$  值时之总和。

$$I = \sum_{i=0}^{m-1} -np_i \log p_i = -n \sum_{i=0}^{m-1} p_i \log p_i \quad (2-2)$$

- 每个符号包含的**平均信息量**是

$$H = \sum_{i=0}^{m-1} -np_i \log p_i / n = -\sum_{i=0}^{m-1} p_i \log p_i \quad (2-3)$$

- 平均信息量是每个符号所含信息量的统计平均值，其单位为比特/符号。**平均信息量**又称为**熵**。





## 2.1.2 信号

在通信系统中，消息是通过电信号来传递的，信号是消息的载体。

### 1、信号的分类

- 连续信号与离散信号(见前述)

- 随机信号与确知信号

**随机信号**是指其取值不确定、且不能事先确切预知的信号。

**确知信号**是指其取值在任何时间都是确定的和可预知的信号。确知信号还可分为**周期信号**与**非周期信号**。



## 2.1.2 信号 (续1)

### 2、信号的特性

- 信号的特性表现在时间特性和频率特性两个方面。
- **时间特性**主要指信号随时间变化的特性。信号随时间变化的表现包含了信号的全部信息量。
- **频率特性**是指信号可用频谱函数来表示的特性。频谱函数表征信号的各频率成分，以及各频率成分的振幅和相位。



## 2.1.2 信号 (续2)

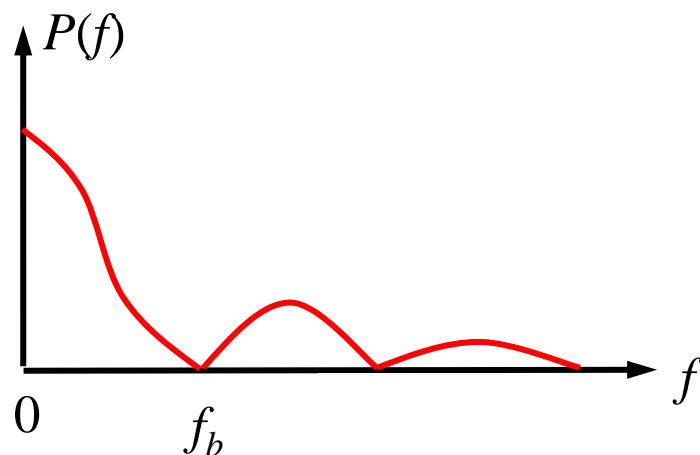
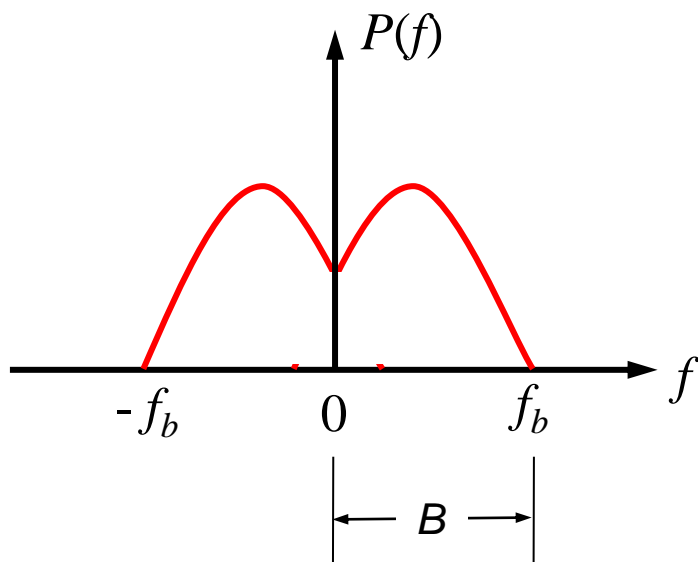
- 在分析通信系统时，把输入信号称为激励，输出信号称为响应。通信系统的功能和特性是通过怎样的激励而产生怎样的响应来体现的。
- 信号分析的两种方法：
  - **时域分析法**是利用信号的时间特性，把激励和响应看成是时间函数的分析方法。
  - **频域分析法**是利用信号的频率特性，把激励和响应经过傅立叶变换，将时间变量变换为频率变量进行分析的分析方法。

## 2.1.2 信号 (续3)

### 3、信号的带宽

在通信领域中，信号的带宽最为常用的有以下两种定义。

□ **绝对带宽** $B$ ——指信号频谱正频谱非零部分所对应的频率范围。





## 2.1.2 信号 (续4)

□ **半功率带宽**——设信号频谱在  $f_0$  处为最大值，而  $f_0 \in (f_1, f_2)$ ，且  $P(f_1) = P(f_2) = 0.5P(f_0)$ ，定义  $f_1 \sim f_2$  的频率范围为半功率带宽。

注意：信号的带宽与传输系统的带宽是两个概念。传输系统的带宽通常是指系统的频率响应曲线保持在中心处取值的0.707倍以内的频率区间。



## 2.1.3 数据

- **数据**是使用特定方式表示的信息，通常是有意义的符号序列。它是消息的一种表现形式，是传达某种信息的实体。
- 当信息被表示为数据时，数据中就包含了信息。因此，信息可以通过解释数据来产生。
- 信息强调“处理”和“使用”两个方面，尤其是“使用”。一份资料在使用之前其中的内容隶属于数据范畴，仅当它被使用之后才转化为信息。
- 通信系统中的电信号有模拟信号和数字信号，而数据又分为模拟数据和数字数据。模拟数据在一段时间内具有连续的值(如声音等)，而数字数据则具有离散的值(如文本等)。



## 2.1.3 数据(续1)

- 无论是模拟数据还是数字数据都能编码成模拟信号或数字信号。选择何种编码方式取决于需满足的要求和可能提供的传输媒体和通信设施。
- 数据和信号的四组合：
  - (1) **数字数据，数字信号** (如0/1表示负电平/正电平，一串离散的、非连续的电压脉冲序列)
  - (2) **数字数据，模拟信号** (如ASK、FSK和PSK)
  - (3) **模拟数据，数字信号** (如话音信号的PCM调制)
  - (4) **模拟数据，模拟信号** (如AM、FM和PM)



## 第 2 章：内容提纲

---

2.1 消息和信息、信号和数据

👉 2.2 传输方式和传输速率

2.3 传输损伤和传输质量

2.4 通信编码







## 2.2 传输方式和传输速率

### 2.2.1 传输方式

#### 1、基带传输和频带传输

按照传输系统在传输数据信号过程中是否搬移其频谱，传输方式可分两类：

- **基带传输** 指不搬移信号频谱的传输体制。
- **频带传输** 指利用调制解调器搬移信号频谱的传输体制。搬移频谱的目的是为了适应信道的频率特性。



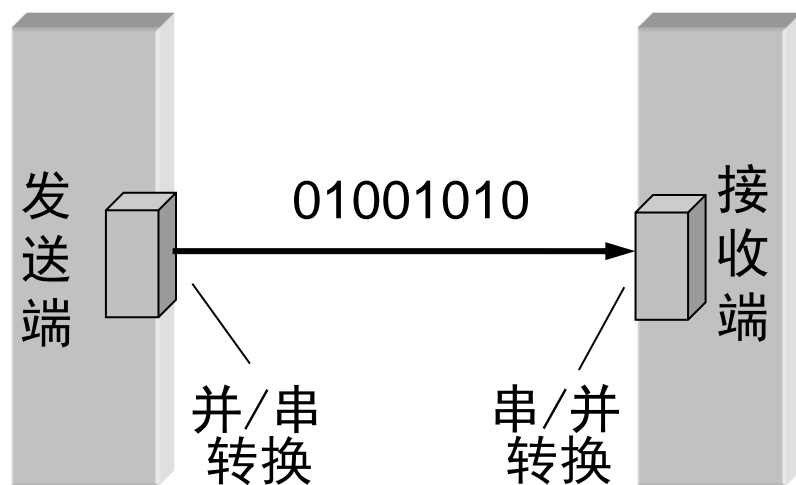
## 2.2.1 传输方式(续1)

### 2、串行传输和并行传输

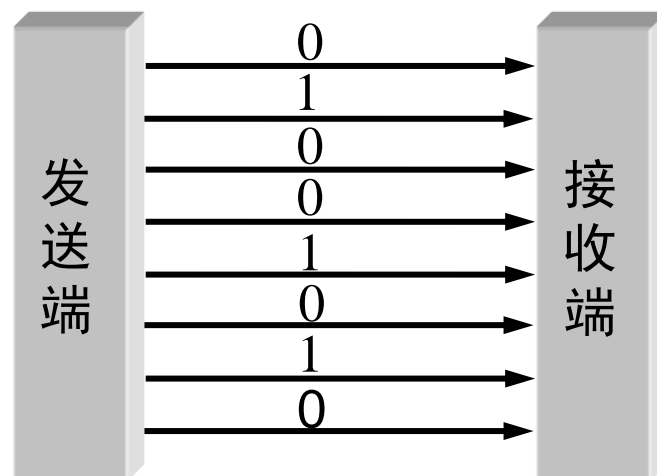
按照传输数据的时空顺序，传输方式可分为两类：

- **串行传输** 指数据在一个信道上按位依次传输的方式。其特点是：① 所需线路数少，投资省，线路利用率高；② 在发送和接收端需要分别进行并/串和串/并转换；③ 收发之间必须实施同步。适用于远距离数据传输。
- **并行传输** 指数据在多个信道上同时传输的方式。其特点是：① 在终端装置和线路之间不需要对传输代码作时序变换；② 需要 $n$ 条信道的传输设施，故其成本较高。适用于要求传输速率高的短距离数据传输。

## 2.2.1 传输方式(续2)



串行传输



并行传输



## 2.2.1 传输方式(续3)

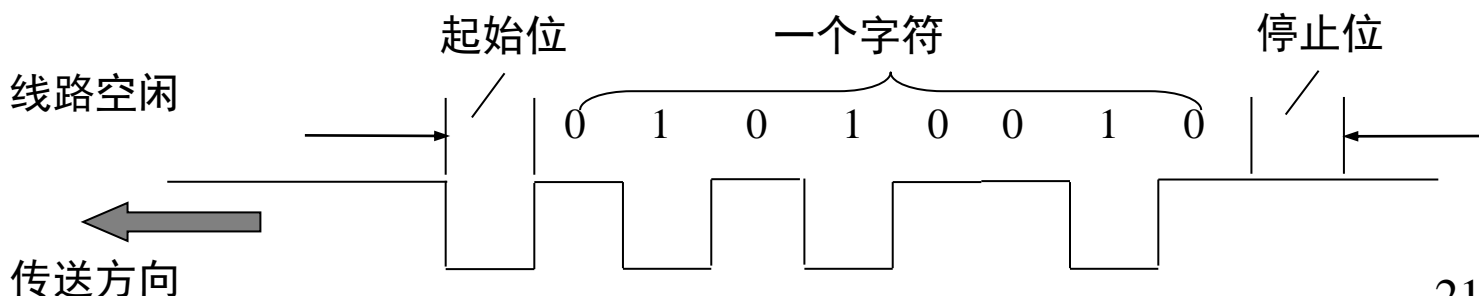
### 3、异步传输和同步传输

在串行传输时，每一个字符是按位串行地传送的，接收端要能准确地接收所传输的信息，必须知道：

- ① 每一位的时间宽度（位同步）。
- ② 每一个字符或字节的起始和结束（字符同步）。
- ③ 每一个完整的信息块（或帧）的起始和结束（帧或块同步）。

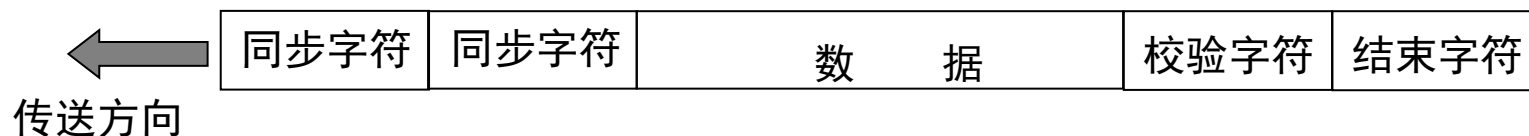
## 2.2.1 传输方式(续4)

- 同步是使接收方按照发送方发送的每个位的起止时刻和速率来接收数据。通常采用异步传输或同步传输对信号进行同步处理。
- **异步传输** 被传送的每一个字符一般都**附加有1个起始位和1个停止位**，起始位与停止位的极性不同。为了保证正确接收，利用一个频率为传输比特率的 $n(=16)$ 倍的时钟，在每一个比特周期的中心采样。



## 2.2.1 传输方式(续5)

□ **同步传输** 通常不是独立地发送每个字符（每个字符都有自己的开始位和停止位），而是把它们组合起来称为数据帧（简称帧）进行传送。





## 2.2.1 传输方式(续5)

### □ 区别：

- ①异步传输是面向字符的传输，而同步传输是面向比特的传输。
- ②异步传输的单位是字符，而同步传输的单位是帧。
- ③异步传输通过字符起止的起始位和停止位来实现，而同步传输则需从数据中抽取同步信息。
- ④异步传输对时序的要求较低，同步传输往往通过特定的时钟线路协调时序。
- ⑤异步传输相对于同步传输效率较低。



## 2.2.1 传输方式(续6)

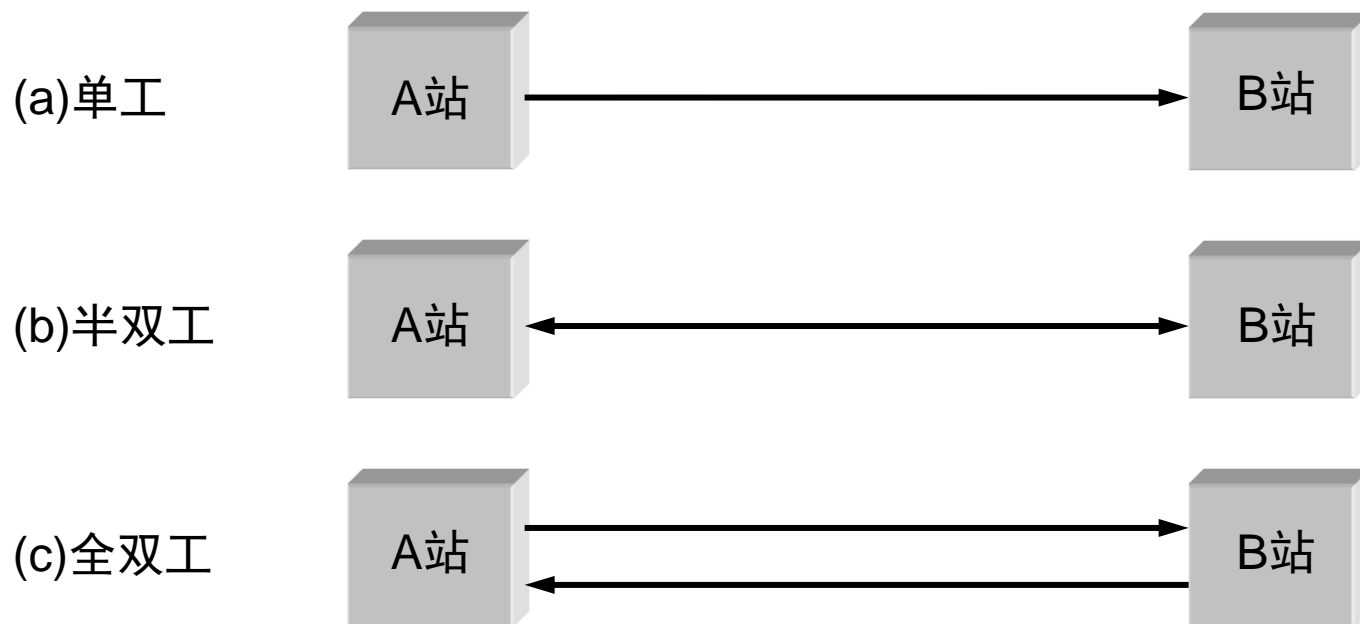
### 4、单工、半双工和全双工

- 按照数据信号在信道上的传送方向与时间的关系，传输方式可分为三类：
- **单工** 指两个站之间只能沿一个指定的方向传送数据信号。
- **半双工** 指两个站之间可以在两个方向上传送数据信号，但不能同时进行。又称“双向交替”模式。发/收之间的转向时间为20~50ms。
- **全双工** 指两个站之间可以在两个方向上同时传送数据信号。



## 2.2.1 传输方式(续7)

### □ 单工、半双工和全双工



实例？



## 2.2.2 传输速率

□ **传输速率** 指单位时间内传送的信息量，是衡量数据通信系统传输能力的一个重要指标。常用的**传输速率**有两种：

- **调制速率**(或**波特率**、码元速率) 指单位时间内调制信号波形的变换次数。其单位是**波特**。

$$R_B = 1/T(s) \quad (\text{Baud}) \quad (2-6)$$

- **数据信号速率**(或传信率、**比特率**) 指单位时间内通过信道的信息量。其单位是**比特/秒**。

$$R_b = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i} \lg M_i \quad (\text{b/s}) \quad (2-7)$$

# 调制速率例题

## □ P42: 【例2-1】

号码元个数，所以调制速率又称为码元速率。

【例 2-1】某调频波（见图 2-9）的码元最短持续时间为  $T=833\times 10^{-6}\text{s}$ ，试求它的调制速率。

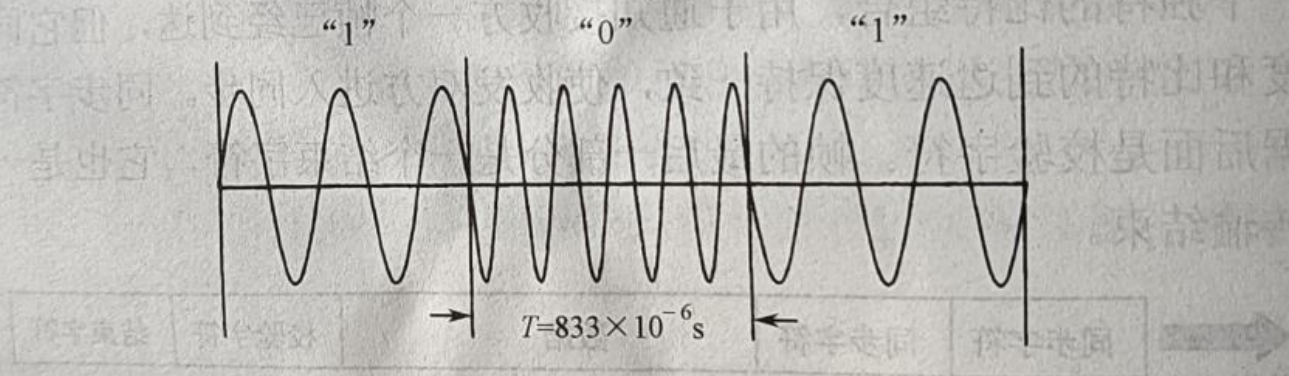


图 2-9 1200baud 调频波

【解答】 根据公式 (2-6)，得

$$R_B = \frac{1}{T} = \frac{1}{833 \times 10^{-6}} = 1200 \text{ (baud)}$$



## 2.2.2 传输速率

□ **数据信号速率**(或传信率、比特率) 指单位时间内通过信道的信息量。其单位是**比特/秒**。

$$R_b = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i} \lg M_i \quad (\text{b/s}) \quad (2-7)$$

① 式(2-7)中,  $n$  为并行传输的通路数;  $T_i$  为第  $i$  路单位调制信号波的时间长度(秒);  $M_i$  为第  $i$  路调制信号波的状态数。

② 常用的数据信号速率的单位还有

1 kbit/s = 1000 bit/s, 1 Mbit/s = 1000 kbit/s,

1 Gbit/s = 1000 Mbit/s, 1 Tbit/s = 1000 Gbit/s。

□ **调制速率与数据信号速率的关系:**

$$R_b = R_B \log_2 M$$

# 调制速率与数据信号速率例题

$$R_b = R_B \log_2 M$$

【例 2-2】 若采用 8 路并行传输和二状态调制，每路调制信号波的最短持续时间  $T_i=0.013\text{s}$ ，试求数据信号速率  $R_b$  和调制速率  $R_B$ 。

【解答】 根据式 (2-7) 和 (2-6)，得

$$R_b = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i} \lg M_i = \sum_{i=1}^8 \frac{1}{0.013} \lg 2 \approx \sum_{i=1}^8 75 \times 1 = 75 \times 8 = 600 \text{ (b/s)}$$

$$R_B = \frac{1}{T_i} = \frac{1}{0.013} \approx 75 \text{ (baud)}$$

【例 2-3】 若采用串行传输和 8 相调制，调制信号波的最短持续时间为  $T_i=833 \times 10^{-6}\text{s}$ ，试求数据信号速率  $R_b$  和调制速率  $R_B$ 。

【解答】 因  $n=1$ ， $T_i=833 \times 10^{-6}\text{s}$ ， $M_i=8$ ，根据式 (2-7) 和 (2-6)，得

$$R_b = \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i} \lg M_i = \frac{1}{833 \times 10^{-6}} \lg 8 = 1200 \times 3 = 3600 \text{ (b/s)}$$

$$R_B = \frac{1}{T_i} = \frac{1}{833 \times 10^{-6}} \approx 1200 \text{ (baud)}$$



## 2.2.3 频带利用率

□ **频带利用率** 指单位传输带宽所能实现的传输速率。  
(B: 系统占用带宽)

$$\eta = \frac{R_B}{B} \quad (\text{Bd/Hz}) \quad \text{或} \quad \eta = \frac{R_b}{B} \quad (\text{bps/Hz}) \quad (2-8)$$

□ 频带利用率是描述数据传输速率与带宽之间关系的一个指标。在衡量数据通信系统的效率时，既要考虑到传输速率，又要考虑到传输信号所占用频带宽度。因此，真正衡量数据传输系统信息传输效率的是频带利用率。

□ 频带利用率通常与采用的**调制及编码方式**有关。



## 第 2 章：内容提纲

---

2.1 消息和信息、信号和数据

2.2 传输方式和传输速率

👉 2.3 传输损伤和传输质量

2.4 通信编码





## 2.3 传输损伤和传输质量

### 2.3.1 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。
- ❑ **误码**(Error)。指信号在传输过程中码元发生的差错，即接收与发送数字信号的单个数字之间的差异。
- ❑ **抖动**(Jitter)。指码元出现的时刻随时间频繁地变化，也就是各有效瞬间相对于理想时间位置的**短时间偏移**。
- ❑ **漂移**(Wander)。指码元各有效瞬间相对于理想时间位置的**长期缓慢偏移**。



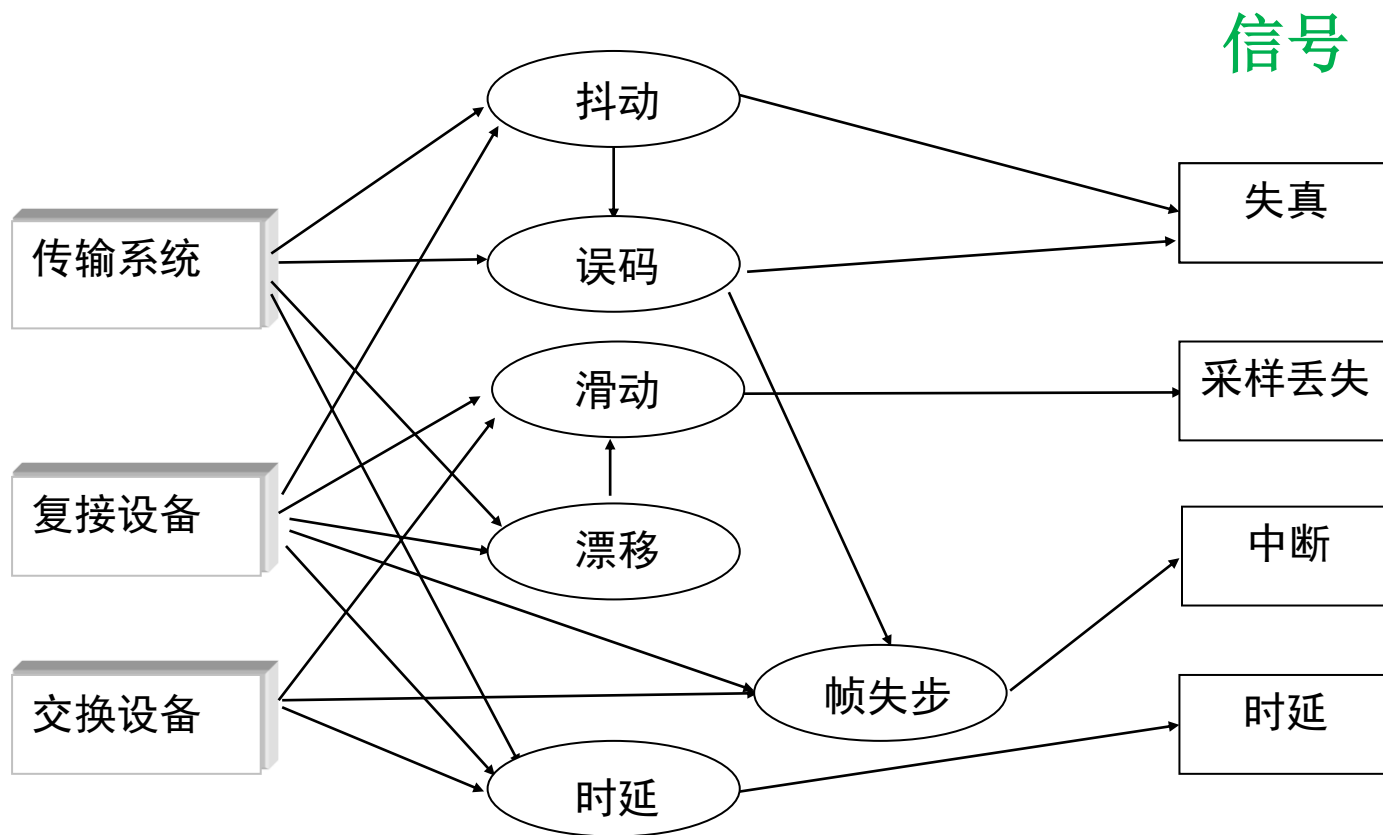


## 2.3.1 传输损伤(续1)

- **滑动(Slip)**。指一个信号序列在传输过程中，不可恢复地**丢失或增加**若干码元。
- **时延(Delay)**。指信号的各有效瞬间相对于理想时间位置的滞后或推迟。
  
- **传输损伤的成因：**
  - (1) 源于外界环境干扰(温、湿度，电气和机械突发干扰)和设备内部的技术缺陷(时钟提取、复接等，设备反常和调节不佳等)。
  - (2) 来自传输损伤之间的相互影响或转化。

## 2.3.1 传输损伤(续2)

### 各种传输损伤的产生来源及相互影响



## 2.3.2 传输质量

### 1、衰减与增益

- **衰减** 当信号沿传输媒体传播时，其部分能量转换成热能或被传输媒体所吸收，而导致信号强度不断减弱的现象。

何时10、20？

$$D = 10\lg(P_2 / P_1) = 20\lg(V_2 / V_1) = 20\lg(I_2 / I_1) \quad (\text{dB})$$

- 注意：分贝是相对差别的度量。

$$D = 10\lg(P / 1\text{mW})\text{dBm}$$

- 系统中某些点的功率电平可用绝对功率来表示，其单位是dBm。m表示以1mW为参考的功率单位。
- 信号功率电平也可用相对于某个基准点的电平来表示，其单位是dB<sub>r</sub>。r表示相对的意思。



## 2.3.2 传输质量(续1)

### 2、失真

- 信号通过传输系统时，其波形可能发生畸变的现象称为失真。
- **衰减失真**(或振幅失真) 由衰减随频率的变化而引起的失真。衰减失真来源于电缆及系统中的滤波器。
- **相位失真**(或群延时失真) 由线路的相位-频率特性的非线性或不同频率分量的传播速度不一致所引起的失真。
- 上述失真对数据传输的主要影响是使得码元信号波形展宽，从而引起码间串扰现象。



## 2.3.2 传输质量(续2)

### 3、畸变

- 衰减和失真是引起信号波形畸变的主因。
- 数据信号畸变有两种：规则畸变和不规则畸变。
- **规则畸变** 信号波形按一定的法则有规律地发生代码畸变。

(1)偏畸变（电源电压、电平变动等引起）

正偏—使“1”时间伸长，而“0”时间缩短。

负偏—使“1”时间缩短，而“0”时间伸长。

(2)特性畸变（信道、滤波器等引起）

正特性畸变—使短“1”和短“0”两者都伸长。

负特性畸变—使短“1”和短“0”两者都缩短。

- **不规则畸变** 信号波形无规律地发生代码畸变。

## 2.3.2 传输质量(续3)

(1)偏畸变

正偏—使“1”时间伸长，而“0”时间缩短。

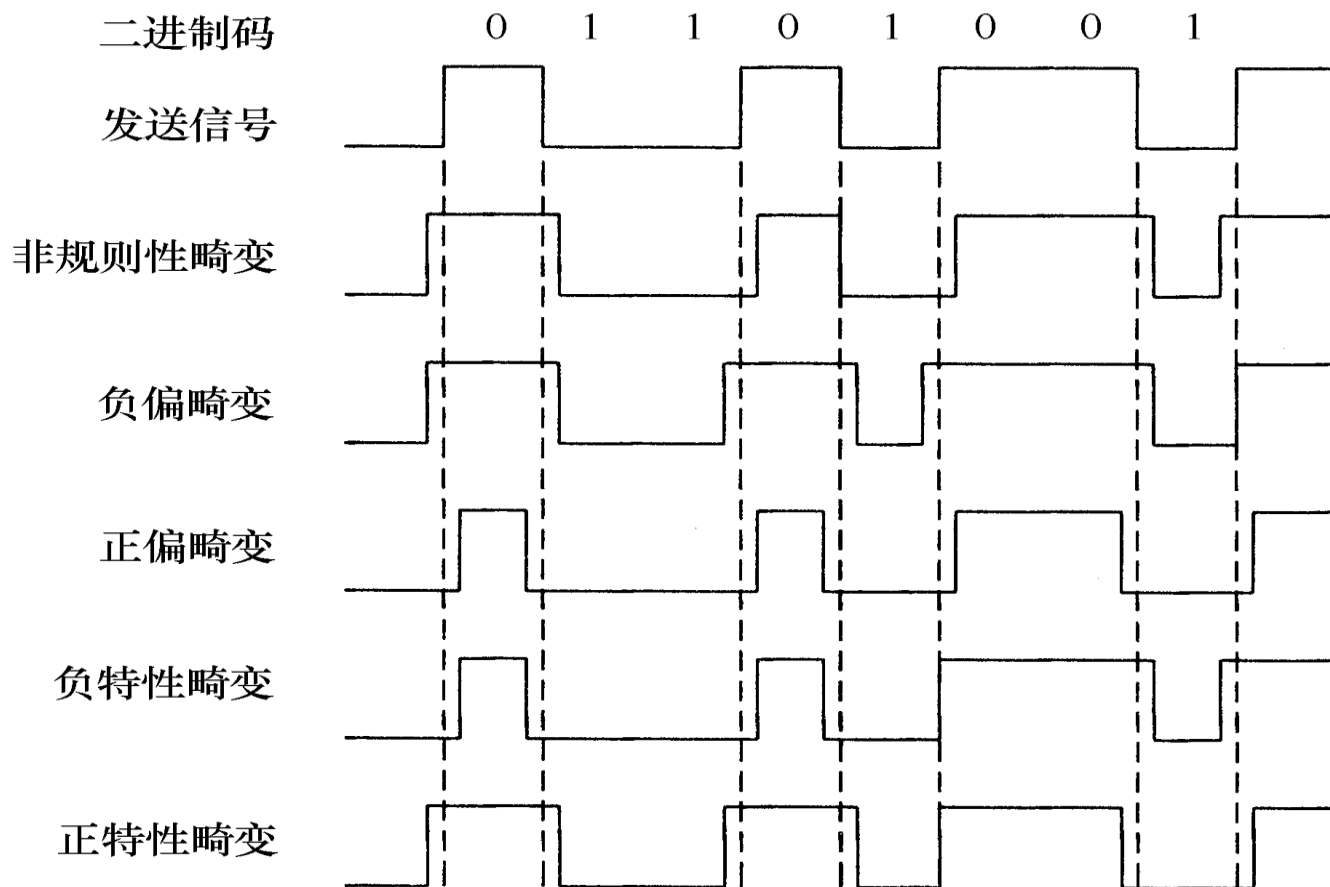
负偏—使“1”时间缩短，而“0”时间伸长。

(2)特性畸变

正特性畸变—使短“1”和短“0”两者都伸长。

负特性畸变—使短“1”和短“0”两者都缩短。

### 各种类型畸变的图示



## 2.3.2 传输质量(续4)

### 4、噪声和干扰

□ **噪声** 在数据信号的传输过程中，所引入的一些额外的非期望信号。噪声有四种类型：

(1) **热噪声** 由带电粒子在导电媒体中的**布朗运动**引起的噪声。在 **1 Hz**带宽内，从热噪声源所得的噪声功率称为噪声密度。（**高斯白噪声**）

$$N_0 = kT \quad N_0 \text{噪声功率密度 (W/Hz)} \quad (2-11)$$

若认为噪声与频率无关，在系统带宽(Hz)内，热噪声功率可表示为

**k玻耳兹曼常数 $1.3803 \times 10^{-23}$  (J/K)**  
**T温度 (开尔文)，B带宽 (Hz)**

$$N_a = kTB \quad (\text{W}) \quad (2-12)$$

$$N_a = -228.6 + 10\lg T + 10\lg B \quad (\text{dBW}) \quad (2-13)$$

## 热噪声例子

- 【例2-4】 假设接收器的有效噪声温度为300K，系统带宽为10MHz，试求该接收器输出端的热噪声功率。

$$\begin{aligned} N_a &= 10\lg k + 10\lg T + 10\lg B \\ &= -228.6 + 10\lg 300 + 10\lg 10^7 \\ &= -228.6 + 24.77 + 70 = -133.83 \text{ (dBW)} \end{aligned}$$

=? dBm  
-198.6+



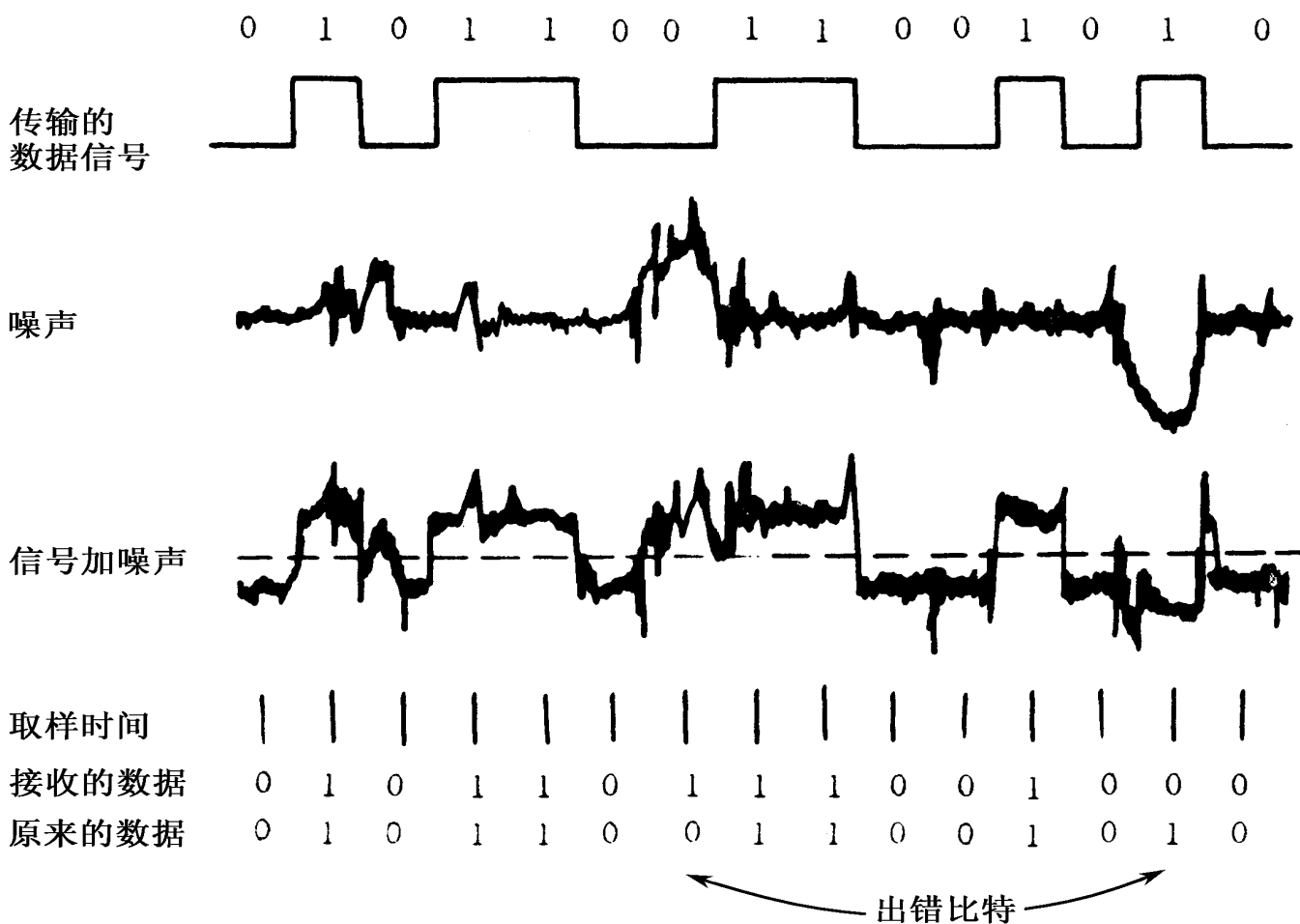


## 2.3.2 传输质量(续5)

- (2) **交调噪声** 由多个不同频率的输入信号共用同一传输媒体，而引起输入信号的频率和或差，以及这些频率的多倍数的组合的信号。交调噪声源于通信系统的非线性。
- (3) **串音** 一条信号通路中的信号在另一条信号通路上产生的干扰信号。串音是由通信线路之间存在耦合现象所致。
- (4) **脉冲噪声** 一种突发的振幅很大且持续时间很短，被耦合到信号通路中的非连续的尖峰脉冲引起的干扰信号。脉冲噪声来源于各种自然的和人为的电火花。脉冲噪声对语音通信的危害并不十分显著，然而它却是数据通信差错的主要根源。

## 2.3.2 传输质量(续6)

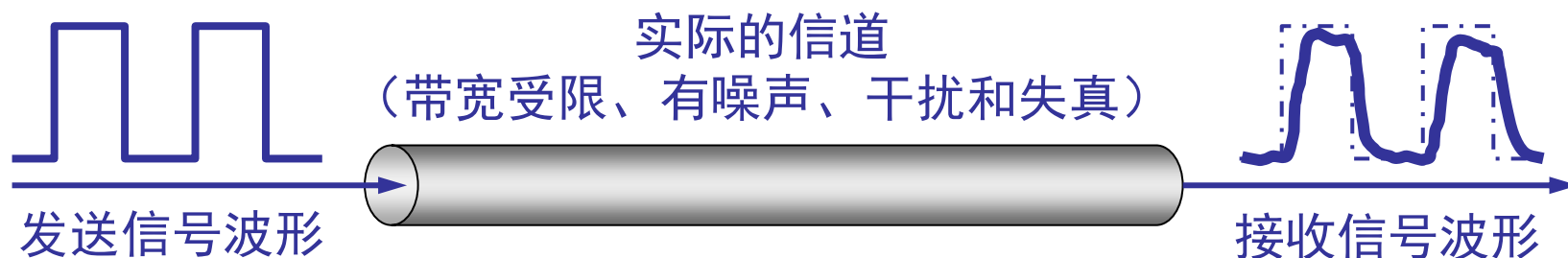
### 噪声对数据信号传输的影响



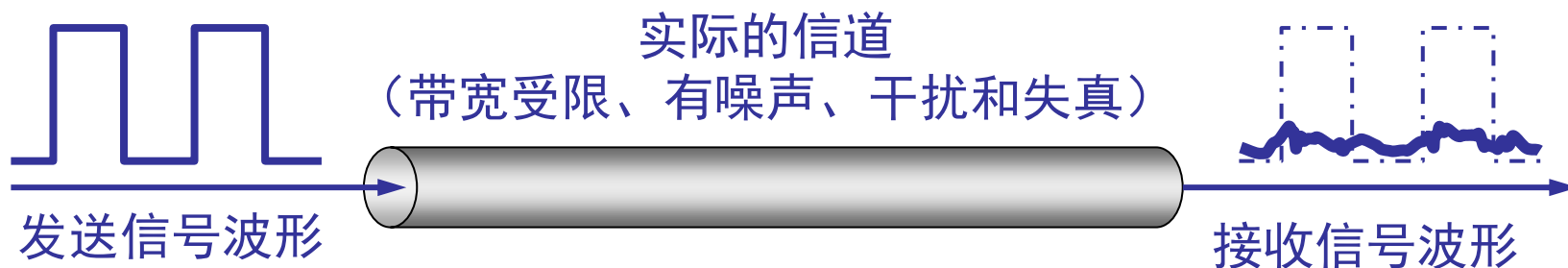
## 2.3.2 传输质量(续7)

### 数字信号通过实际信道的情况

□有失真，但可识别



□失真大，无法识别





## 2.3.2 传输质量(续8)

---

### □ 干扰

- (1) 环境干扰 指大气干扰(如雷电、电离层闪烁等)、城区人为干扰(如工业干扰、汽车干扰等)和非恶意的邻道干扰等;
- (2) 人为恶意干扰 指带有恶意或敌意的人为干扰。



## 2.3.2 传输质量(续9)

### 5、信噪比

□ **信噪比SNR** 指信号通路某一点上的信号功率 $P_s$ 与混在信号中的噪声功率 $P_N$ 之比值（常用对数表示）。SNR用来描述信号在传输过程中受到噪声影响的度量。

$$SNR = 10 \lg \frac{P_s}{P_N} \quad (\text{dB}) \quad (2-15)$$

此式也可以换算成**电压**幅值的关系，即 $20 \lg(V_s/V_n)$ ，其中 $V_s$ 和 $V_n$ 分别代表信号和噪声电压的“有效值”。

□ 信噪比一般是在接收端测量。



## 2.3.2 传输质量(续10)

### 6、误码率

□ **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。

$$P_e = \frac{n_e}{n} \quad (2-16)$$

- 平均误码率与所选择的测量时间的分布和长短有关。  
在日常维护测试中，ITU规定测试时间为**15min**。
- 对于**二进制**传输而言，因码元与比特等价，所以**误码率**又称**误比特率**。但多进制传输时，两者不等。



## 2.3.2 传输质量(续11)

- ❑ **误码秒平均时间百分数** ITU-T建议用一个相当长的时间(TL)内确定的平均误码率超过某一误码阈值( $BER_{th}$ )和各个时间间隔( $T_0$ )的平均百分数来度量误码损伤的严重程度。其中, TL的建议值为**一个月**。
- ❑ 若取 $T_0=1s$ ,  $BER_{th}=0$ , 当 $BER > BER_{th}$ 时, 则称为**误码秒**。ITU要求误码秒平均时间百分数不得超过**8%**。
- ❑ 若取 $T_0=1s$ ,  $BER_{th}=1 \times 10^{-3}$ , 当 $BER > BER_{th}$ 时, 则称为**严重误码秒**。ITU要求严重误码秒平均时间百分数**低于0.2%**。



## 第 2 章：内容提纲

---

2.1 消息和信息、信号和数据

2.2 传输方式和传输速率

2.3 传输损伤和传输质量

👉 2.4 通信编码







## 2.4 通信编码

- **通信编码** 指数据通信系统的内部信息(二进制数)与各种图形字符、操作控制字符以及识别报文组成和格式控制字符等的外部信息之间的对应关系所作的统一规定。
- 常用的通信编码：国际5号码IA5(即ASCII码)、EBCDIC码和国际电报2号码ITA2。
- 我国汉字编码的国家标准是“信息交换用汉字编码字符集(GB2312-80)”。汉字转换成二进制编码分“外码”和“内码”。汉字的内码一般由两个字节表示，把两个字节的最高位b8置成1，以便区别于ASCII码。



## 第 2 章：内容提纲

---

2.1 信息、数据和信号

2.2 传输方式和传输速率

2.3 传输损伤和传输质量

2.4 通信编码





### 【3】要点：

- 1. 信息量的计算
- 2. 传输方式：基带传输/频带传输、串行/并行、同步/异步、单工/双工
- 3. 传输速率：波特率、比特率及二者的关系
- 4. 传输质量：分贝的定义（dB、dBm）、热噪声功率、信噪比、误码率的计算

### 【3】作业

#### ● 作业3： P50:

- ◆ 【2-02】 设某条消息由4个符号：0、1、2、3组成，它们出现的概率分别为： $3/8$ 、 $1/4$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ ，且每个符号的出现都是独立的。试求下列消息的信息量：

201020130213001203210100321010023102002010312032100120210

- ◆ 【2-04】 设有一个10000字符的文件，采用异步传输方式，以2400b/s速率进行传送。

(1)假设每个字符包含1个起始比特、8位数据比特和1个停止比特，但未设校验位。试问：传输时的额外开销和传输时间是多？

(2)假设数据以帧方式传送，每个帧包含了1000个字符(相当于8000比特)，以及48控制比特的额外开销。试问：传输时的额外开销及其传输时间是多少？

(3)当文件长度为100000个字符，数据传输速率为9600b/s时，重新计算上述两种情况的额外开销和传输时间。

### 【3-3】、【3-4】要点:

#### ● 作业3: P50:

◆ 【2-05】试求下列情况的传输速率。

(1) 200波特2态调频线路的数据传输速率 $R_c$ 为多少?(采用ASCII编码、串行起止同步方式)

(2) 1200波特2态调频线路的数据信号速率 $R_b$ 为多少?

(3) 设传输方式为8路并行传输、采用2态调制, 已知调制速率 $R_B$ 为75波特, 那么每路一个单位调制信号波的时间长度 $T_i$ 为多少?这种传输方式的数据信号速率 $R_b$ 为多少?

◆ 【2-08】如果一放大器的增益为30dB, 试求这个放大器的电压放大倍数。若该放大器输出为20mW, 如用dBm表示, 其输出是多少?

◆ 【2-10】假设一种双绞线的衰减是0.7dB/km(在1kHz时), 若使用这种双绞线容许有20dB的衰减, 试问使用这种双绞线的链路的工作距离有多长?如果要使这种双绞线的工作距离增大到100km, 试问应将衰减降低到多少?

◆ 【2-14】假设在传输速率为2400s的电话线路上, 进行了2h的连续传输测试, 结果共发生10b的误码, 试问该数据通信系统的误码率为多少?



# 谢谢大家

Any Question?

