

计算机网络

T02

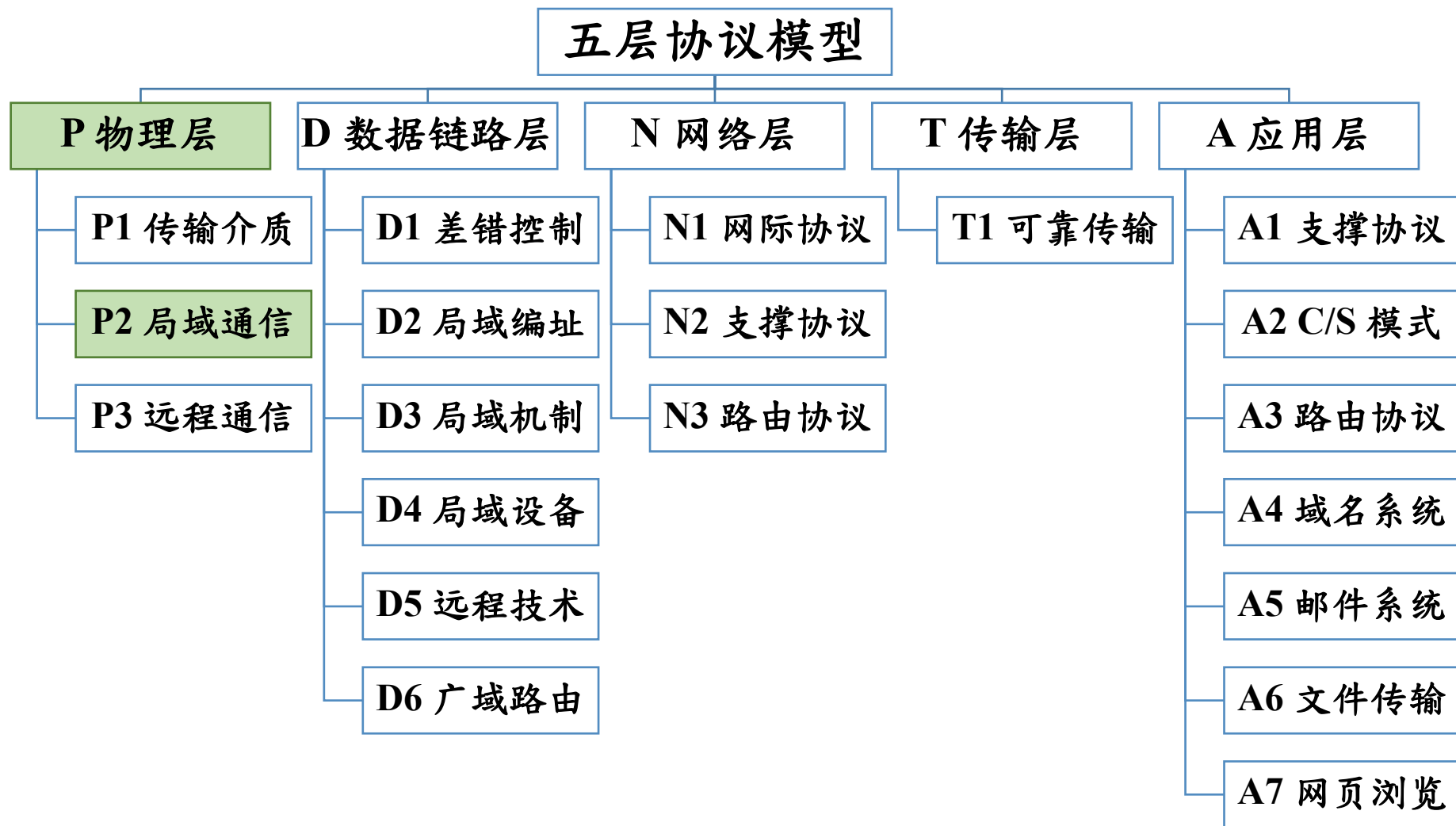


局域异步通信

厦门大学信息学院软件工程系

黄炜 副教授

主要内容



主要内容

- 传输模式的类别
 - 串行，并行；同步，异步，等时；单工、半双工、全双工
- 多比特下的端序：大端序，小端序
- 异步通信标准：RS-232
 - 电气特性，帧、帧格式
 - 参数：波特率，波特，标准化
- 两个重要通信理论：奈奎斯特定理和香农定理



对应课本章节

- **PART II Data Communication Basics**
 - **Chapter 6 Information Sources And Signals**
 - **Chapter 9 Transmission Modes**



1. 传输模式



传输模式 (transmission mode)

- 传输模式指的是数据通过底层介质传送的方式
- 串行 (Serial)

名称	传输发生时间	数据项之间的间隔
异步 Asynchronous	在任意时间 发生	两个数据项之间可以有任意的时延
同步 Synchronous	连续 发生	需事先约定有效数据的位置，两个数据项之间没有间隔 (gap)
等时 Isochronous	在常规间隔 发生	两个数据项之间有固定的 (fixed) 间隔 (gap , intervals)

- 并行 (Parallel) : 多位同时传输



同步通信和异步通信

• 同步通信

- 发送方在数据前附加特定的同步字符，以便建立同步
- 双方在内部同步时钟的控制下逐位收发，传输单位：位
- 数据基本单元保持顺序传输，空数据需填充对应的空单元

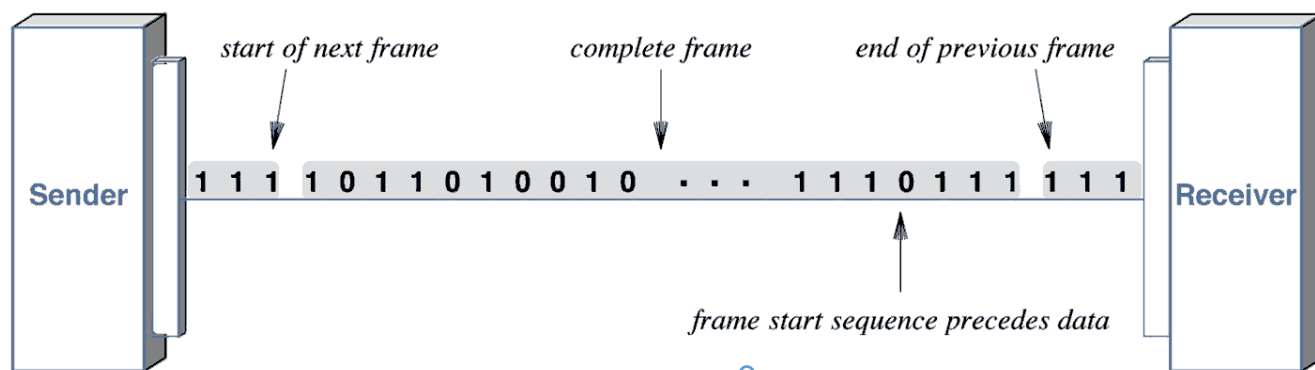
• 异步通信

- 发送方在字符开始和结束处加上标志
- 接收方随时做好接收准备（需要在线）
- 字符间隔任意，不需事先同步，但字符内各位间隔固定



分块 (Blocks) 和 帧 (Frames)

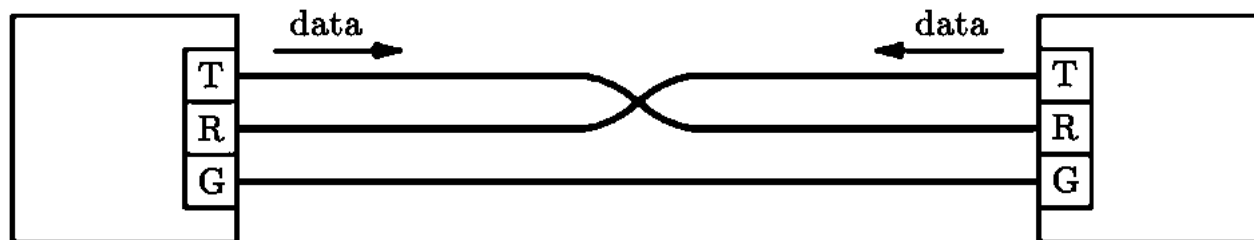
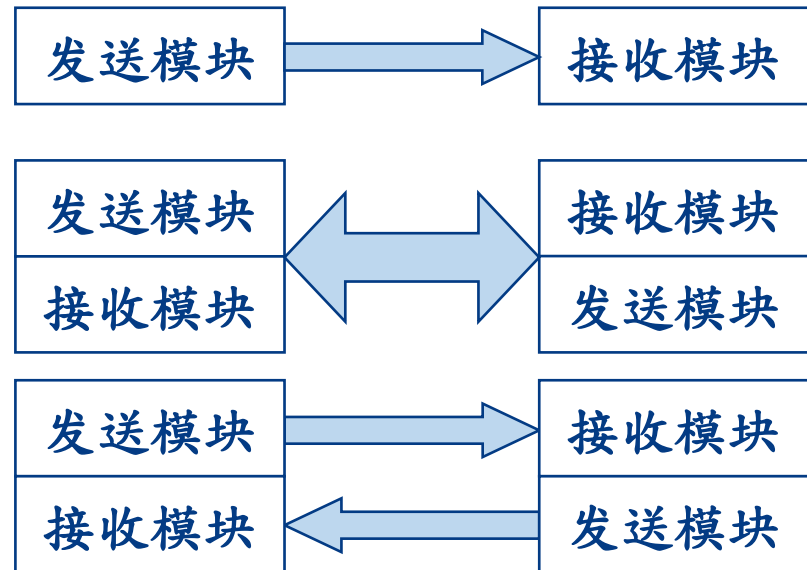
- 分块 (Blocks) : 将数据划分为组
- 帧 (Frame) : 有格式的分组
 - 发送方无数据时发送空闲序列，有用序列以开始位为起点



底层同步机制需要不断发送位，但发送者并非每时每刻都有数据就绪，怎么办？

异步通信的模式

- 单工：单方向通信
- 半双工：双向，同一时刻单向
- 全双工：同一时刻可双向
- 全双工 RS-232 通讯最小布线



2. 多比特下的端序



串行通信的端序

- 端 (End)

- 内存存储以低地址为端。
- 网络通信以零时刻为端。



1代表1000，为较大数（高位）。 4代表4，为较小数（低位）。

- 大端与小端

- 大端 (Big-endian) : 大数在端。
- 小端 (Little-endian) : 小数在端。

- 字节与位的端序可能不一样。

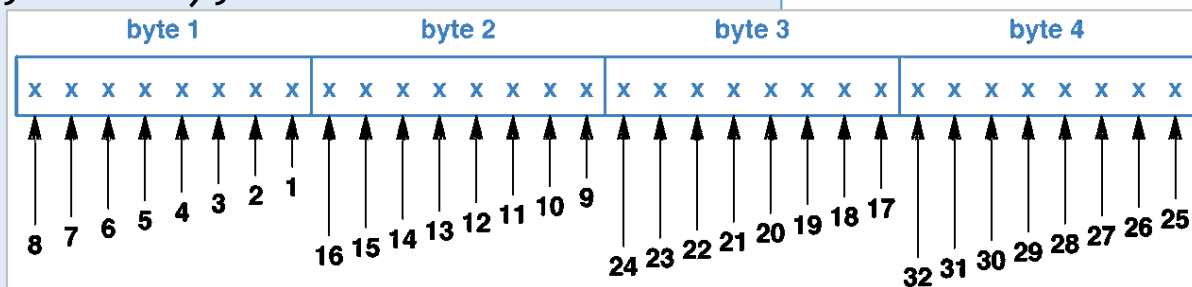


字节和位序 (Byte and Bit Order)

- 字节大端、位小端序

```
#include <stdio.h>

typedef unsigned char BYTE;
int main() {
    BYTE pdw[] = { 0x12, 0x34, 0x56, 0x78 };
    for (size_t i = 0; i < sizeof(pdw); ++i) {
        BYTE b = pdw[i];
        for (size_t j = 0; j < 8; ++j) {
            printf("%X", b & 1);
            b = b >> 1;
        }
        printf(" ");
    }
    return 0;
}
```



输出 : 01001000 00101100 01101010 00011110



3. 异步通信标准

RS-232



通信标准

- 通信系统的规范标准化

- 目的：确保不同的供应商构建的通信硬件将实现互操作
- 标准规范了
 - 发送器每个位在电线保持电压的时间
 - 硬件改变电压的最大速率（ maximum rate ）

- RS-232标准：电子工业协会（ EIA ）

- EIA标准RS-232-C，通常缩写为RS-232。
- 一个用于计算机、调制解调器或ASCII终端之间的串行（ serial ）异步（ asynchronous ）通信标准。



RS-232 电气特性

- RS-232 电气特性

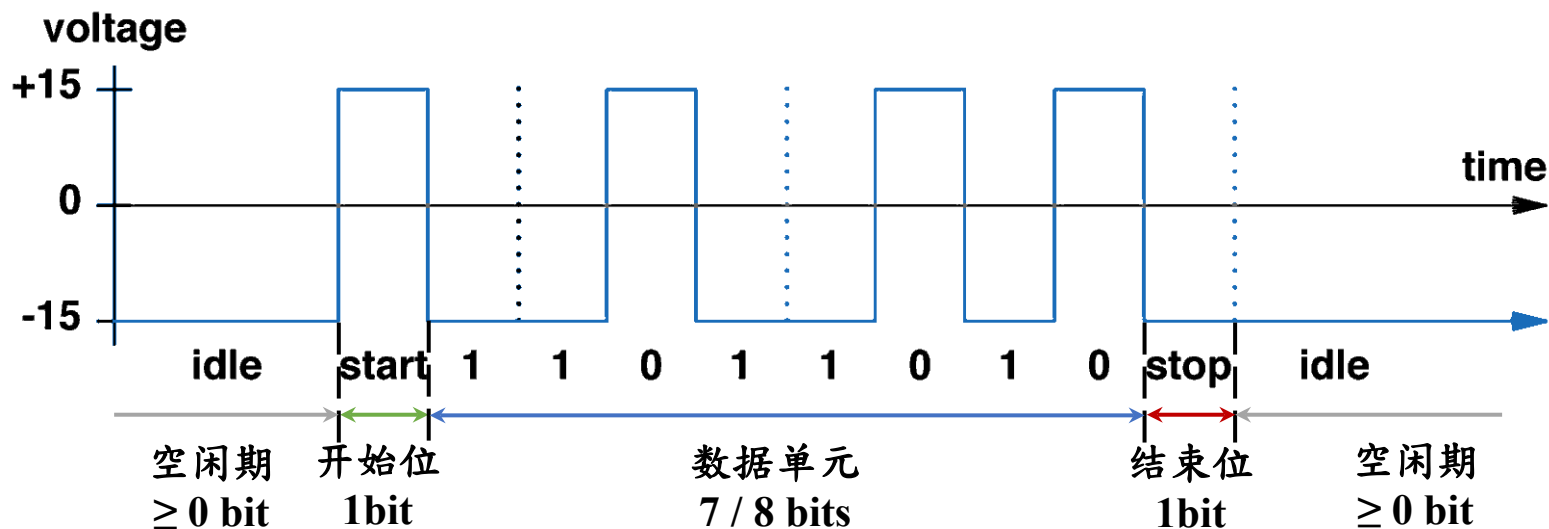
- 连线长度：小于50ft
- 电压范围：-15V ~ +15V
- 线路编码：负电压表示1，正电压表示0
 - 来自电传机 (Teleprinter)
 - 例如：0: [3v, 15v]; 1: [-15v, -3v]



RS-232的帧格式

- RS-232的帧格式

- 发送每个位使用的时间相同，接收方严格按照时间片顺序完成数据接收，直到结束位为止
- 仅有0和1（无“空”状态）



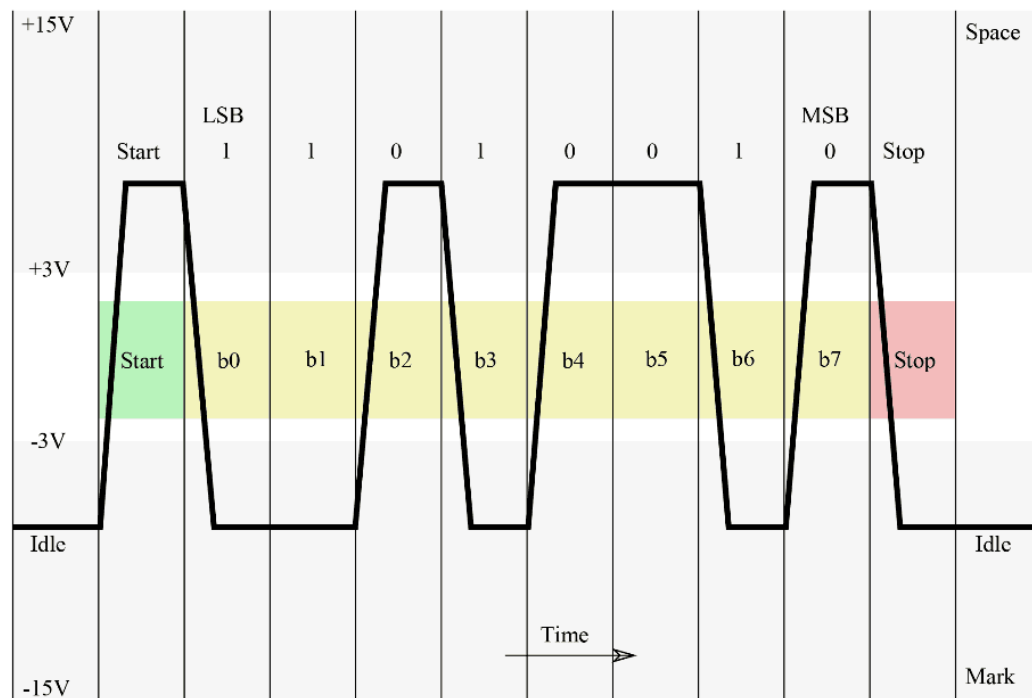
RS-232的帧格式

• RS-232帧格式

– 数据按字节大端序位小端序发送和接收（图：K，0x4B）

– 7位作为一个发送单元

- 有的版本为8位
- 电传机都是可见字符，最高位为0，能省则省



真实硬件的局限

• RS-232实际信道

- 该标准并未规定接收器应在位的开始立即测量电压
- 该标准建议分配给位时间的中间过程中抽取样本。

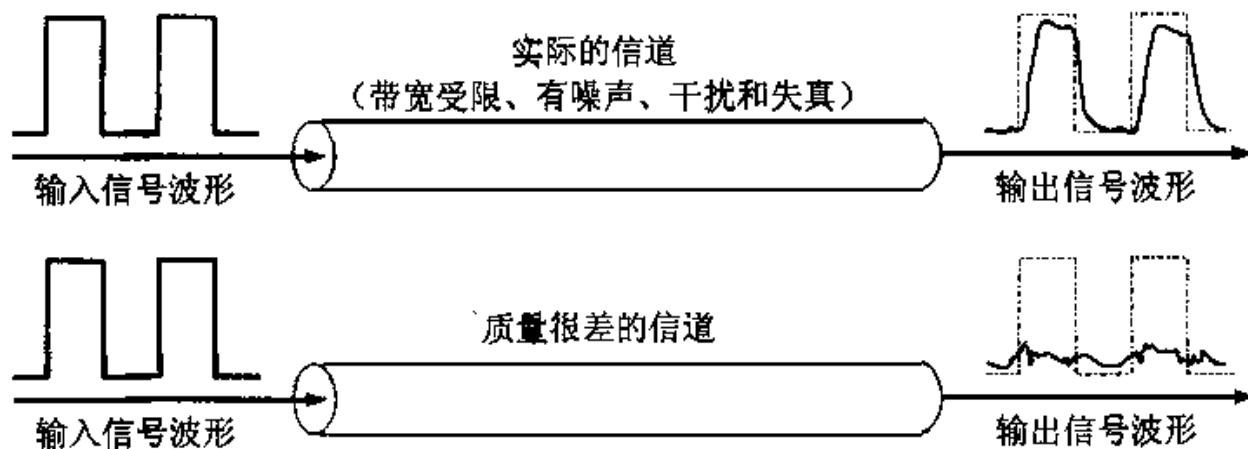


图 3-3 数字信号通过实际的信道和质量很差的信道时的输出波形

4. 带宽



带宽 (Bandwidth)

- 信号带宽的定义

- 传统定义：某个信号具有的频带宽度
- 新定义：该信号的各种不同频率成分所占据的频率范围
 - 特定信号通常由许多不同的频率成分组成。

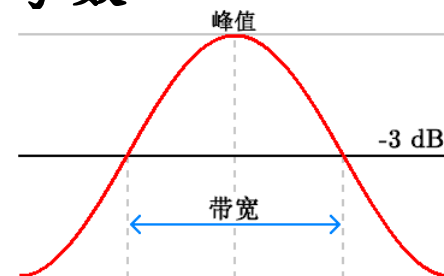
- 数字信道的带宽

- 在信道上能够传送的数字信号的速率，即数据率或比特率。
- 单位：b/s (或bps, bit per second)。
- 根据香农理论，因为带宽有时也称为吞吐量。



波特率

- 带宽的单位：波特（baud，也称波特率）
 - 传输介质中信号变化的速率，每秒传输的符号数。
 - 真正的硬件不能瞬间改变电压，带宽有限。
 - 仅在二进制环境下为bps。
- 发送和接收的硬件配置的波特率不同，将发生错误。
 - 原因：接收方计时器的每个位等待时间长度不适当。
 - 原理：检测错误时，接收机多次测量每个比特的电压，并比较测量结果。如果电压都不一致，或停止位没有在预期的时间发生时，接收器会报告错误，称为帧错误。



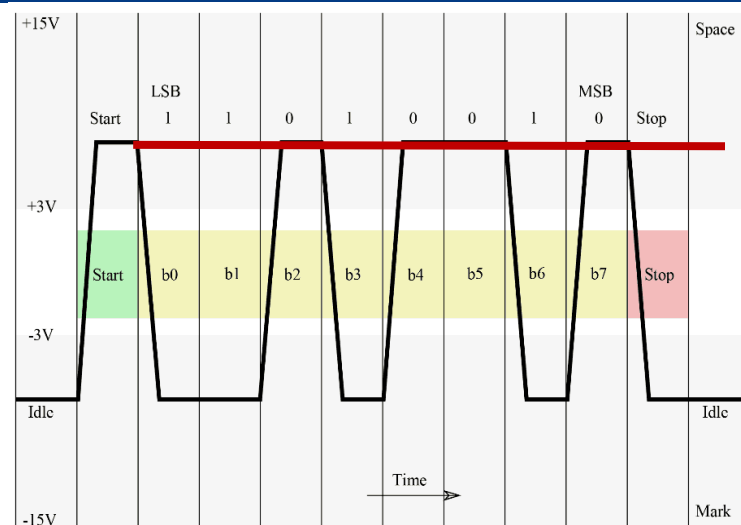
传输中断

- 发送方

- 发送完开始位后，持续发送0，直到结束位的位置仍是0。

- 接收方

- 接收到有效数据开始位后，严格按照时间接收数据，当有效数据结束位时间片到，仍然是“0”，接收方认为数据错误，产生中断信号



RJ-45接口

- 10Mbps以太网的RJ-45接口

- 数据通信设备（DCE）、数据终端设备（DTE）

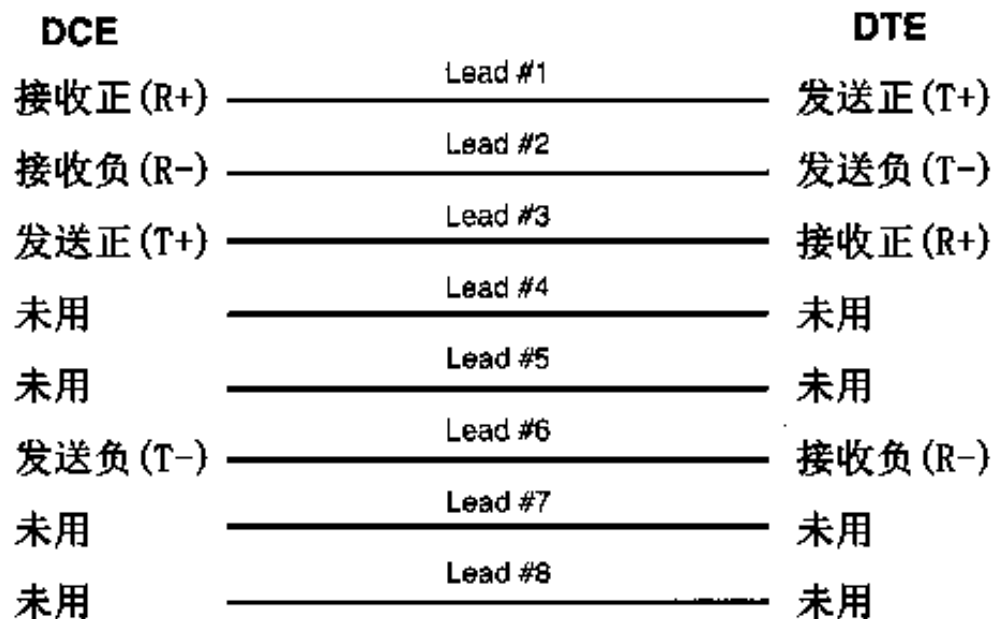


图3-10 DCE与DTE的连接

- 在UTP上以100Mbps及以上的局域网将使用全部4对线



4. 奈氏定理和香农定理



奈奎斯特定理 (Nyquist's theorem)

- 奈氏定理：硬件带宽与理论最大数据发送速率间关系
 - 如果传输系统使用 K 个可能的电压值，带宽为 B （半个周期），则最大数据速率 $D = 2B \log_2 K$ （单位：bps）
 - 例如：RS-232使用2个电压值，最大数据速率为 $2B$
 - 信息论，特别通讯与信号处理学科中的一个重要基本结论。
 - 如果信号是带限的，并且采样频率大于信号带宽的2倍，那么，原来的连续信号可以从采样样本中完全重建出来。
 - 比如声音信号，由人类发出的声音信号中，频率超过5 kHz的成分通常非常小，因此以10 kHz的频率来采样这样的音频信号就足够了。



香农定理 (Shannon's theorem)

- 香农定理扩展了奈奎斯特定理

- 引入噪声的传输系统可以达到的最大数据速率为

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

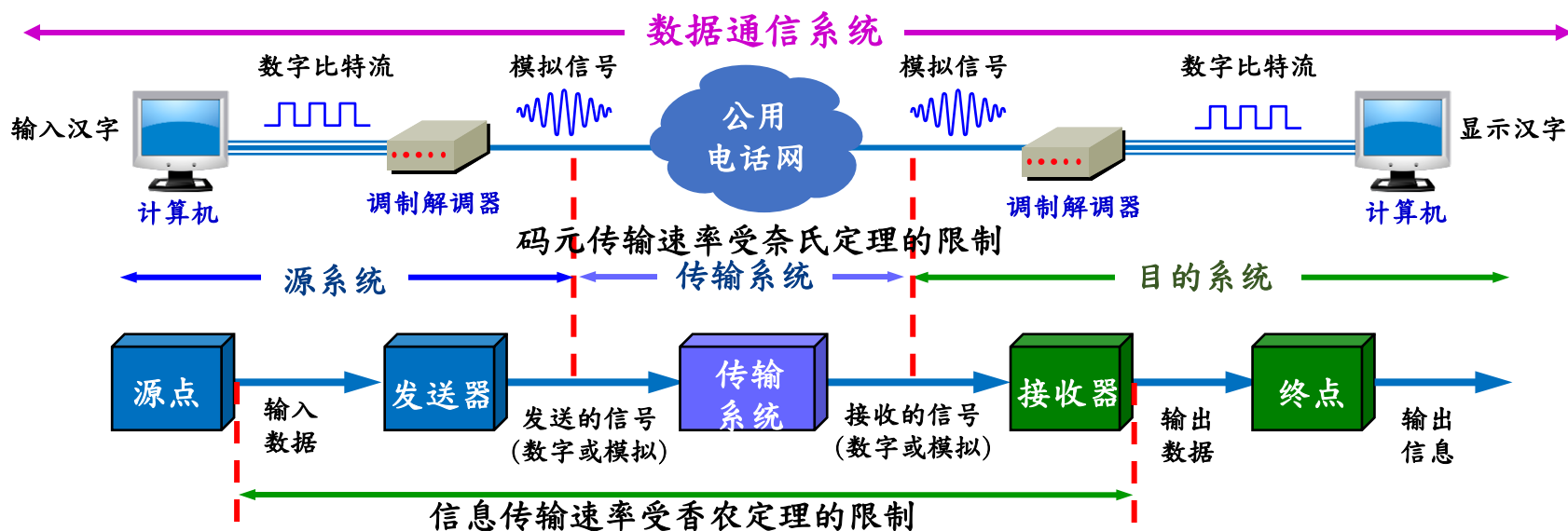
- 其中， C 为信道容量的有效上限（单位为：bps，位每秒）， B 为硬件带宽， S 是平均信号功率， N 是平均噪声功率。

- $\frac{S}{N}$ 是信噪比（signal-to-noise ratio），其中 $10 \lg \frac{S}{N}$ 的单位为分贝（dB）。



两大定理的比较

- 奈奎斯特定理鼓励工程师们探讨如何对信号进行位编码，因为一个聪明的编码允许单位时间传递更多位。
- 香农定理则告诉工程师再多的巧妙编码也难以克服限制实际通信系统中每秒可传输位数目的物理定律。



计算机网络

T02



谢谢

厦门大学信息学院软件工程系

黄炜 副教授