

计算机网络

T05

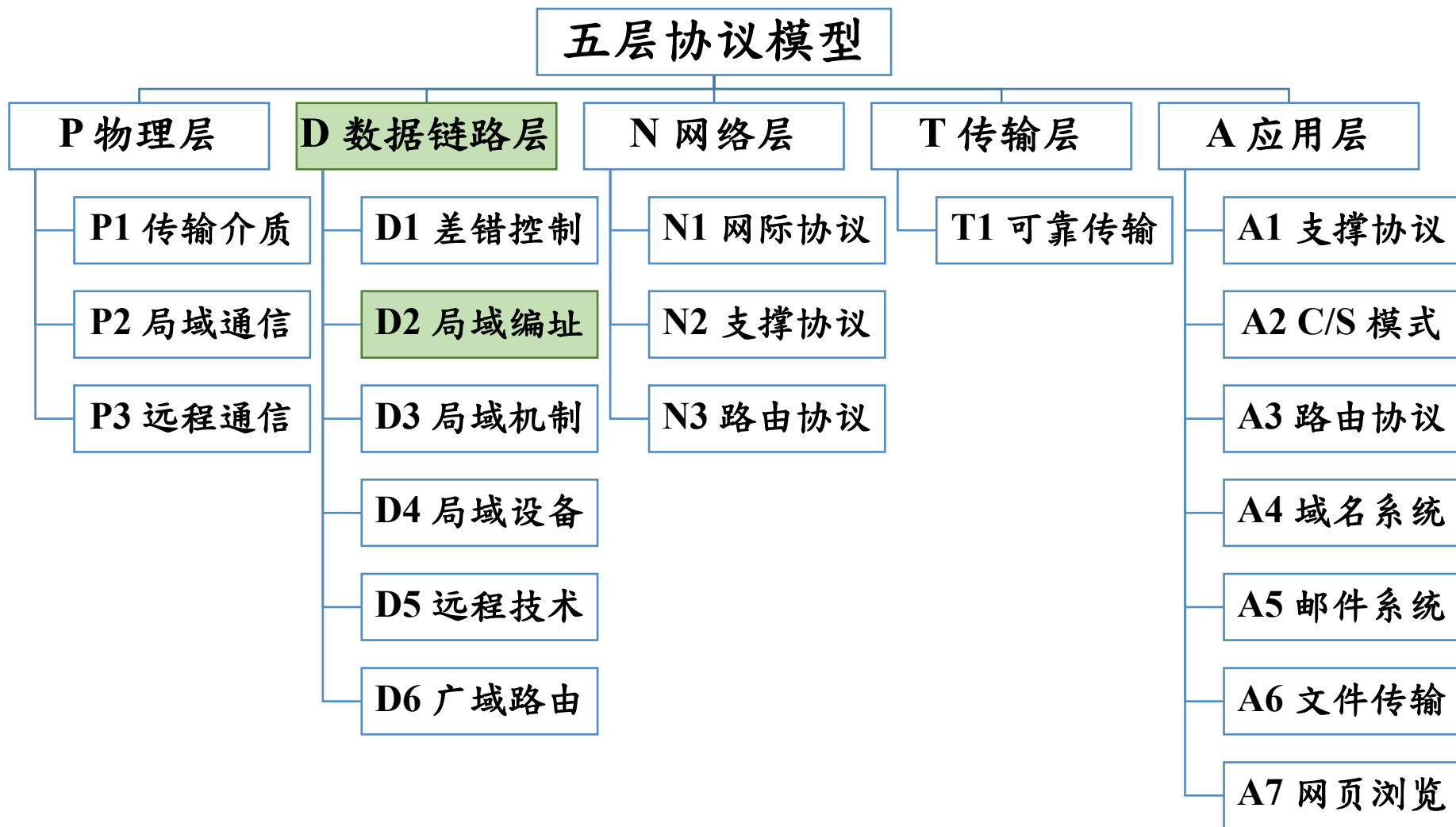


# 分组，帧和编址

厦门大学信息学院软件工程系

黄炜 副教授

# 主要内容



## 第5课

分组、交换、网卡、编址、帧格式

## 第6课

网络拓扑、网络机制、无线网络

## 第7课

布线、拓扑、接口硬件



# 主要内容

- 电路交换和分组交换
- 解复用和编址
  - MAC地址的组成；单播、多播、广播
- 帧与成帧
  - 帧的构成；以太网的帧格式
- 网卡
  - 作用；混合模式



# 对应课本章节

- **PART III Packet Switching And Network Technologies**
  - **Chapter 13 Local Area Networks: Packets, Frames, And Topologies**



# 1. 分组和交换

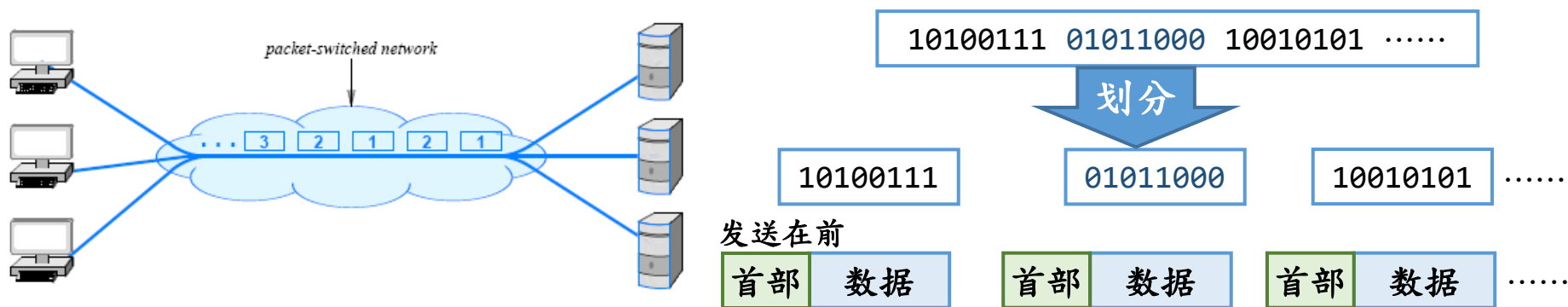


# 分组 ( Packet )

- 分组

- 网络系统将数据分为小的分块 ( 分组 ) ，独立发送。

- 分组交换网中，数据以分组的形式轮流发送



# 分组交换 ( Packet Switching )

## • 分组交换

- 以分组为单位进行传输和交换的存储-转发交换方式。
- 采用统计复用，多个来源争夺共享介质使用

## • 特点

- 异步
- 无需建立
- 性能各异

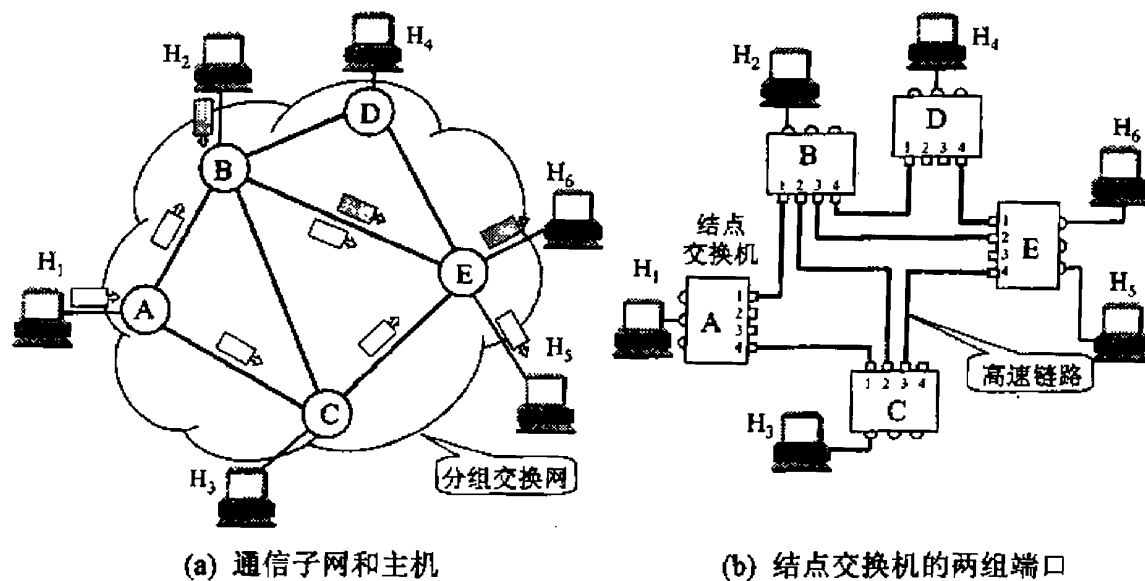


图 1-6 分组交换网的示意图



# 电路交换 (Circuit switching)

- 电路交换：以电路连接为目的的交换方式
  - 通信之前在通信双方之间建立一条被双方独占的物理通道。
  - 多个电路在共享介质上复用，形成虚拟通路
  - 类似于电话技术：建立线路、线路交互、终止使用

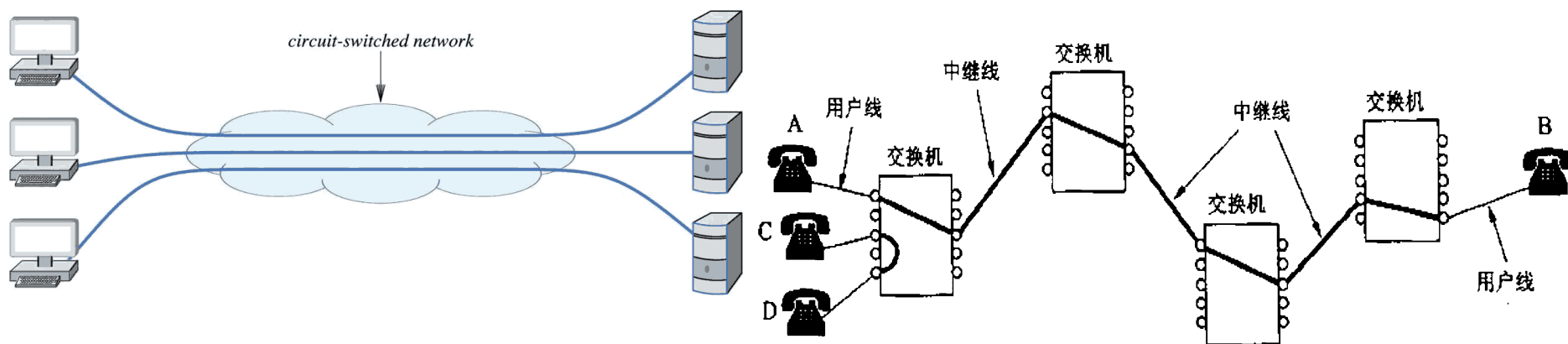


Figure 13.1 A circuit-switched network that provides a direct connection between each pair of communicating entities.

图 1-4 电路交换的示意图

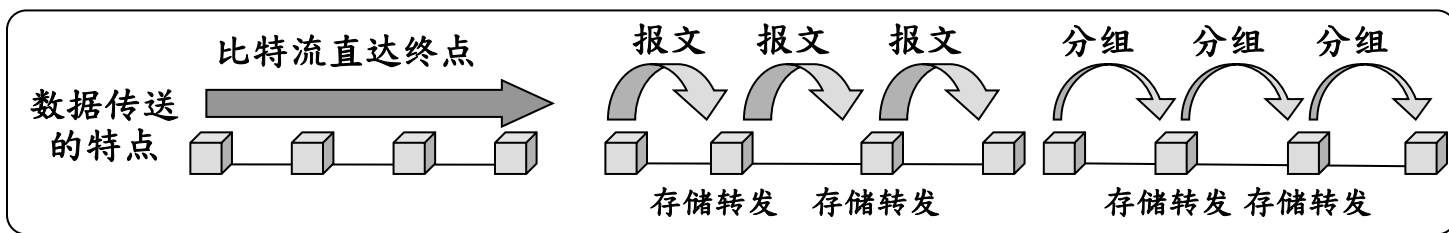
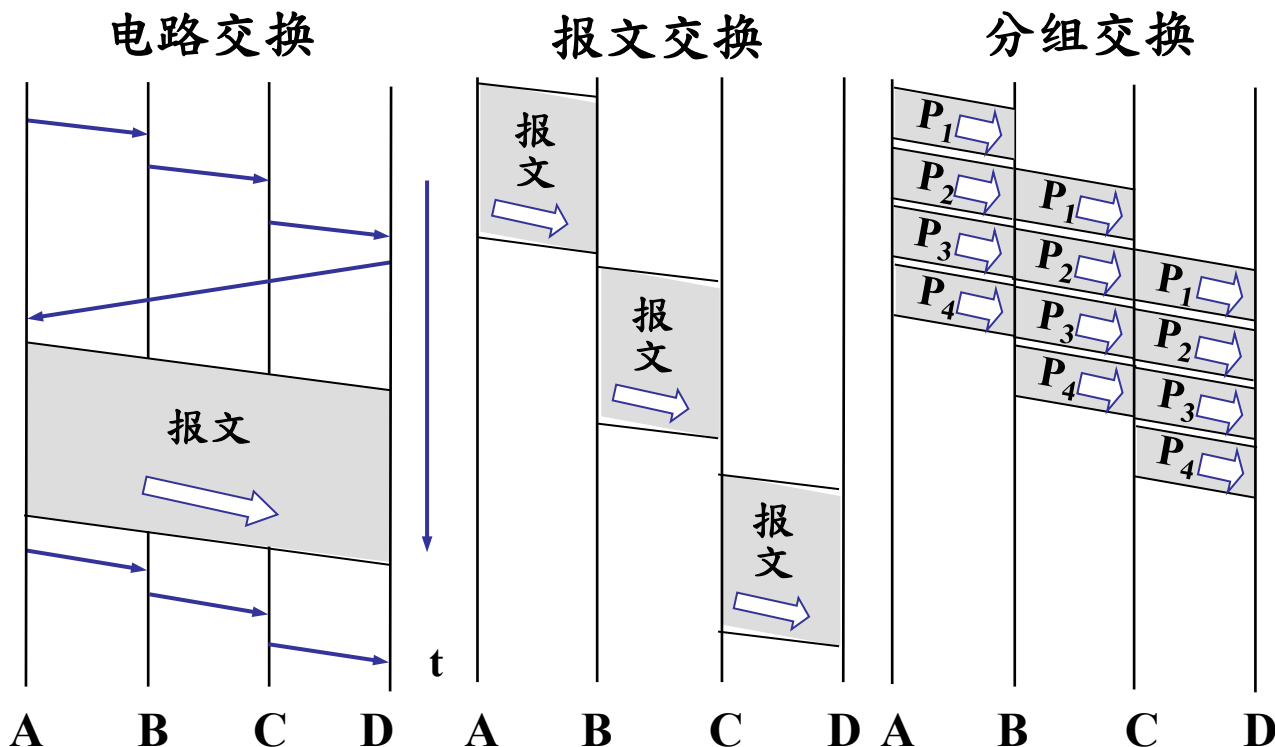
# 电路交换与分组交换

- 线路交换

- 独立信道
- 实时性高

- 分组交换

- 信道利用率高



## 2. 分组和帧



# 分组和硬件帧 ( Frame )

- 帧 ( Frame )

- 帧是用于具体网络类型的分组
- 在分组交换网络中，每个帧对应一个分组。

- 帧结构

- 帧结构是指添加到位序列或字节序列中的结构
- 该结构允许发送方和接收方对消息的确切格式达成一致。

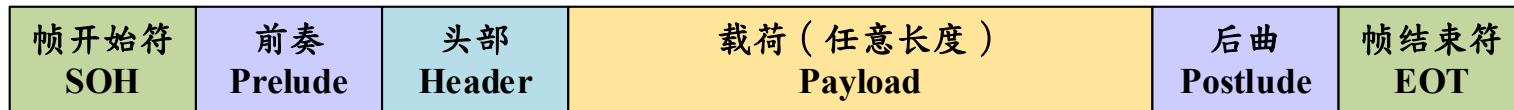
- 成帧 ( Framing )

- 是指同步通信系统中使接收器知道消息开始和结束的机制。



# 帧的一般结构

- 头部



- 包含元数据，如用于处理帧的地址信息
- 消息是不透明的，网络只检查帧头 ( frame header )

- 载荷 ( Payload )

- 包含发送的数据，通常比帧头大得多
- 有效载荷包含只对发送者和接收者有意义的字节序列

- 一些技术在帧前发送短的前奏，在帧后发送短的尾曲
- 对帧进行定界：头部开始符、传输终止



# 利用字节填充定界

- 如何区分正常数据和定界？

- 回顾C语言转义字符\r\n，右斜杠：\\

- 字节填充（data stuffing）：插入额外的比特或字节

| Byte In Payload | Sequence Sent |
|-----------------|---------------|
| SOH             | ESC A         |
| EOT             | ESC B         |
| ESC             | ESC C         |

- 字符填充

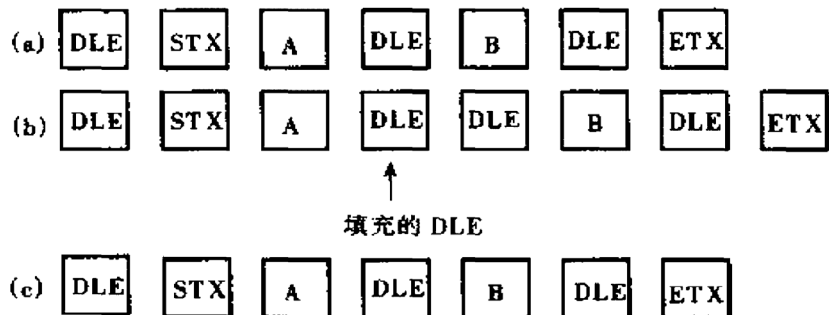


图 3-4 (a) 网络层发出的数据；(b) 经数据链路层填充后的数据；  
(c) 数据传送给接收方的网络层。

## 位填充

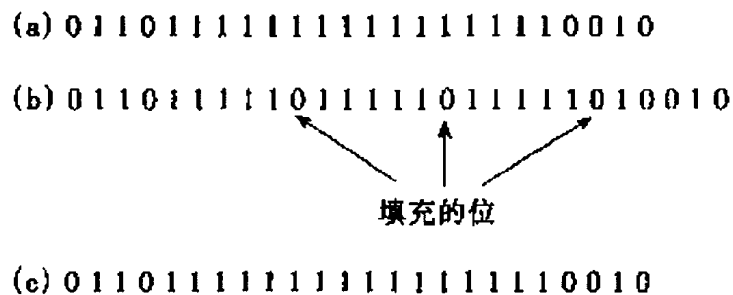


图 3-5 位填充

(a) 原始数据；(b) 线上数据；(c) 删除填充位后接收方存储器内的数据。



### 3. 编址：分组解复用



# 网卡 ( Network Interface Card )

- 网卡处理计算机进行网络通讯的设备

- 由一侧带有插头的电路板组成。

- 功能像I/O设备，使用中断机制来通知CPU。

- 作用：处理地址识别、CRC计算、帧识别、发送和接收帧

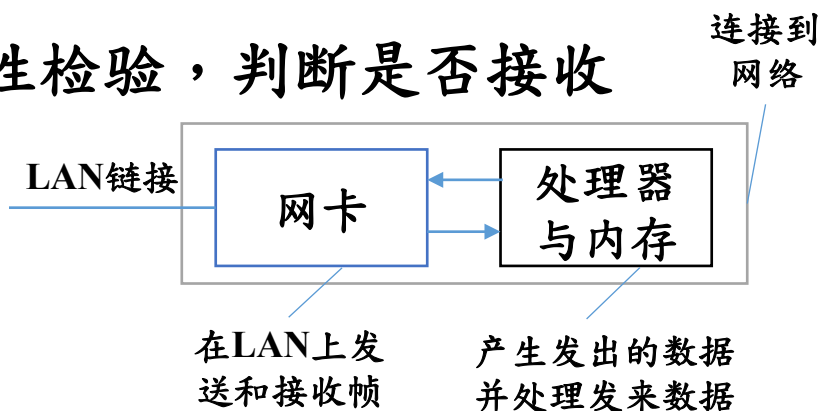


- 分层处理

- 网卡：检测帧是否存在，有效性检验，判断是否接收

- CPU：判断是否传给上层处理

- 目的：减少CPU的负荷





# 网卡

- 局域网速率很快，CPU无法以网络速度处理位。
  - 网络速度常为固定，不依赖于连接的计算机的CPU速度。
  - 网卡理解的网络上使用的电信号、该数据被发送或接收的速率，以及网络的帧格式的细节。
  - 网卡完全处理共享介质的收发细节，无需借助CPU
- LAN接口硬件使用物理地址防止收到LAN所有数据包
  - 在局域网中，使用ID号作为地址，解复用不同的接受方。
  - 一旦获得完整帧，将其目的地址与该站的物理地址比较。



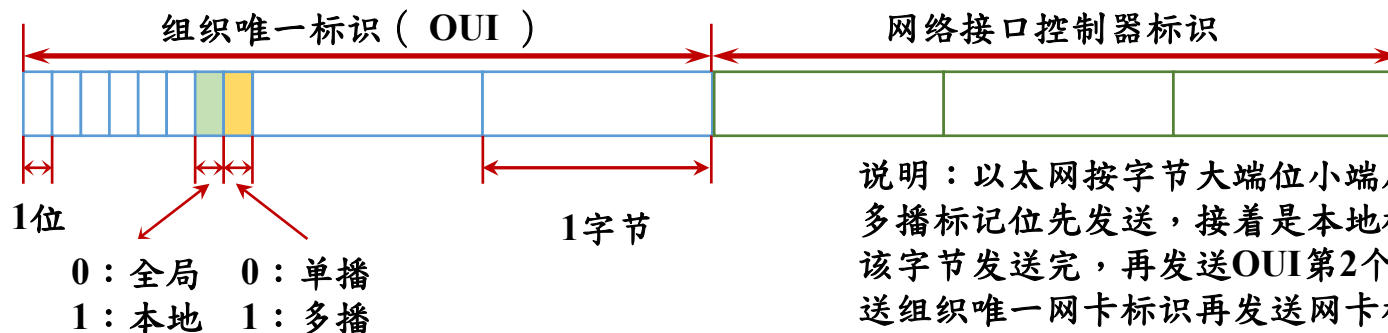
# 分组标识和解复用

- **IEEE 地址**严格地讲是站点的标识符 ( Identifier )
  - 局域网内要对物理地址提供检索的功能
- **硬件地址 ( hardware address )** 别称
  - 物理地址 ( physical address )
  - MAC 地址 ( media access address )
- **需要完成解复用**，局域网 ( LAN ) 的帧须包含
  - 发送者地址，称为源地址 ( source address )
  - 接收者的地址，称为目的地址 ( destination address )



# IEEE编址（Addressing）方案

- IEEE 保证每张网卡分配到唯一的（unique）地址
- IEEE编址方案中，每个Ethernet地址有48位
  - IEEE向厂家分配组织唯一标识（OUI），即高24位。
    - 第1个字节最低位为0表示单播，1表示多播和广播；
    - 第一个字节最低第2位为0表示全局网址，1表示局域网址。
  - 厂家自行分配网卡标识符，即低24位。



说明：以太网按字节大端位小端序发送帧：  
多播标记位先发送，接着是本地标记位，直到  
该字节发送完，再发送OUI第2个字节，先发  
送组织唯一网卡标识再发送网卡标识



# 网卡物理地址的配置方式

- 静态地址 ( Static address )

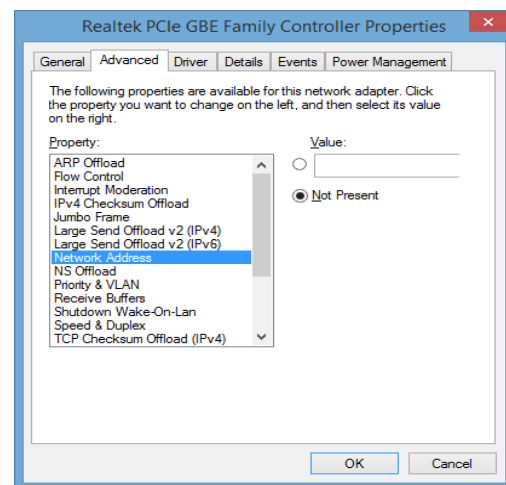
- 出厂前一次性配置，全球唯一，永久使用
- 地址较长，查询慢

- 可配置地址 ( Configurable address )

- 用户动态分配，局域网内唯一，永久有效也可随需求改变
- 地址短，查询快

- 动态地址 ( Dynamic address )

- 系统启动时动态分配，局域网内唯一，可能出现冲突
- 地址短，查询快，动态不利于地址映射表的维护



# 网卡通讯方式：单播，多播和广播

- 单播（unicast）帧：一对一
- 多播（multicast）帧：一对多，特定地址
  - 当一台计算机需要向多台计算机广播信息时，若使用单播，必须向每台计算机分别发送数据，造成网络负载成倍增长。
  - 网上所有设备的网卡分别拷贝数据帧，并交给CPU处理。需要接收数据帧的设备由CPU向上层传递，不需要数据帧的设备由CPU丢弃该帧。这样增加了无关设备的CPU负载。
- 广播（broadcast）帧：一对全体，48位全为1



# 网卡处理分组的算法

- 从分组提取目标地址D
- 如果D符合“我的地址”，则接受并处理分组；
  - 复制帧，中断CPU；将复制后的帧交给CPU
- 否则，如果D符合广播地址，则接受并处理分组；
- 否则，如果D符合多播地址，则接受并处理分组；
  - 多播地址是配置在网卡的，指向一个多播组
- 否则，丢弃该分组，继续等待下一个帧



# 混杂模式 ( Promiscuous Mode )

- 定义

- 指网卡接收所有经过它的数据流，而不过滤目的地址。

- 用途

- 混杂模式通常用于监听网络上的数据流

- 设置

- 通常安装网络监听软件之后，网卡处于混杂模式

- WinPCAP ( Wireshark需要该软件 )

- libPCAP



# 4. 以太网的帧格式





# 以太网的帧格式

## • 以太网的帧格式

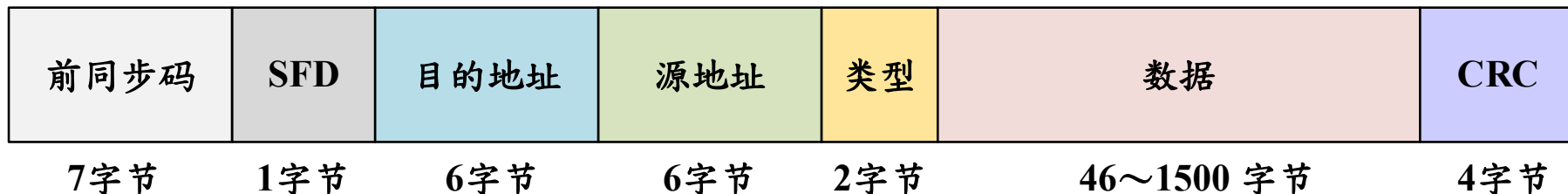
|      |     |      |     |     |            |     |
|------|-----|------|-----|-----|------------|-----|
| 前同步码 | SFD | 目的地址 | 源地址 | 类型  | 数据         | CRC |
| 7字节  | 1字节 | 6字节  | 6字节 | 2字节 | 46~1500 字节 | 4字节 |

- 前同步码（物理层）：56比特交替出现的0和1
  - 提醒接收系统有帧到来，以及使到来的帧与计时器同步。
- 帧首定界符（SFD）：1字节的10101011，帧的开始。
- 目的地址：6字节，目的物理地址。
- 源地址：6字节，源物理地址。



# 以太网的帧格式

## • 以太网的帧格式



- 类型：2字节，定义了封装在帧中的数据类型。
- 数据：包含从上层来的数据，必须在46 到1500 字节之间。
  - 如果上层协议产生的数据长度小于46字节，则应将其填补到46字节。
  - 若数据长度超过1500 字节，上层就必须将其进行分片
- 循环冗余检验（CRC）：4字节，CRC-32，用于差错检测。



# 以太网的帧类型域 ( type field )

- 显式帧类型：帧类型域提供了复用和解复用
- 当帧到达目的地时接收器检查类型字段，使用该值来确定哪个软件模块应该处理帧

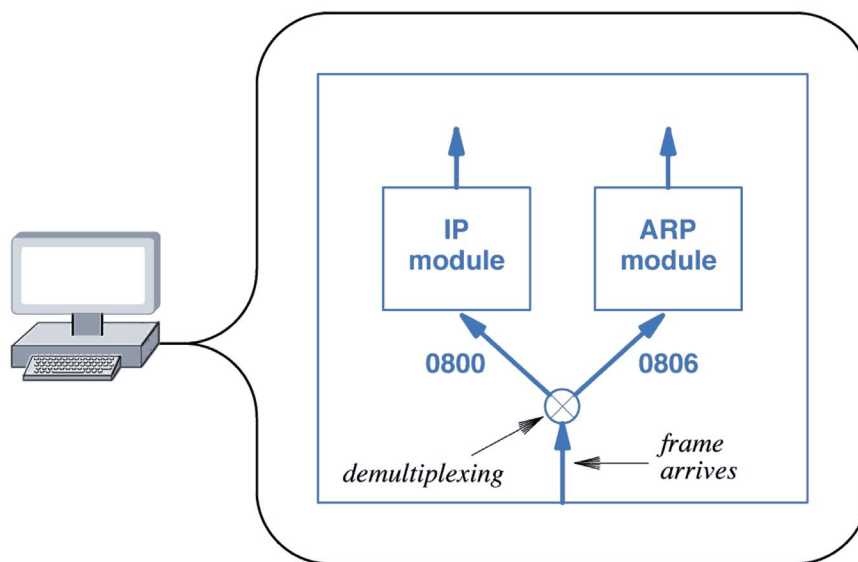
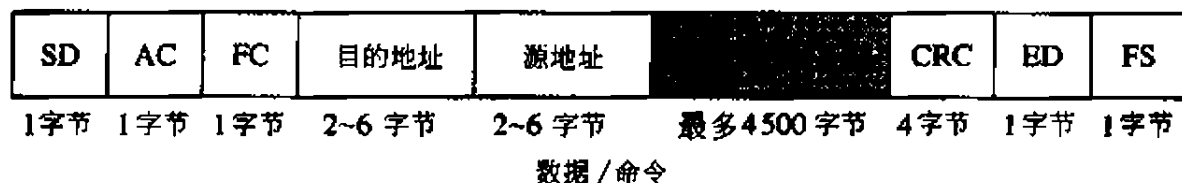
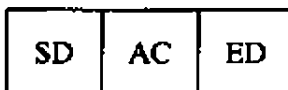


Figure 15.2 Illustration of using the frame type field for demultiplexing.

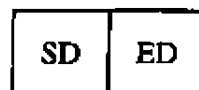
# \*令牌环的帧格式



SD 起始定界符 (标志)  
 AC 接入控制 (优先级)  
 FC 帧控制 (帧类型)  
 ED 结束定界符 (标志)  
 FS 帧状态



令牌



异常中止

图 3.15 令牌环的帧格式

- 目的地址 (DA)。这个可变长度 (2 至 6 字节) 字段是下一站的物理地址。
- 源地址 (SA)。这个可变长度 (2 至 6 字节) 字段是前一站的物理地址。
- 数据。这个字段是数据。数据可多到 4500 字节。
- CRC。这个字节为 4 字节长, 包含 CRC-32 检错序列 (见附录 D)。
- 结束定界符 (ED)。这个 1 字节字段指出发送器的数据结束, 同时还包含更多的控制信息。
- 帧状态 (FS)。这个 FS 字段由接收器设置, 指出帧已被读取, 或由监督站设置, 指出该帧已在环上转了一圈。

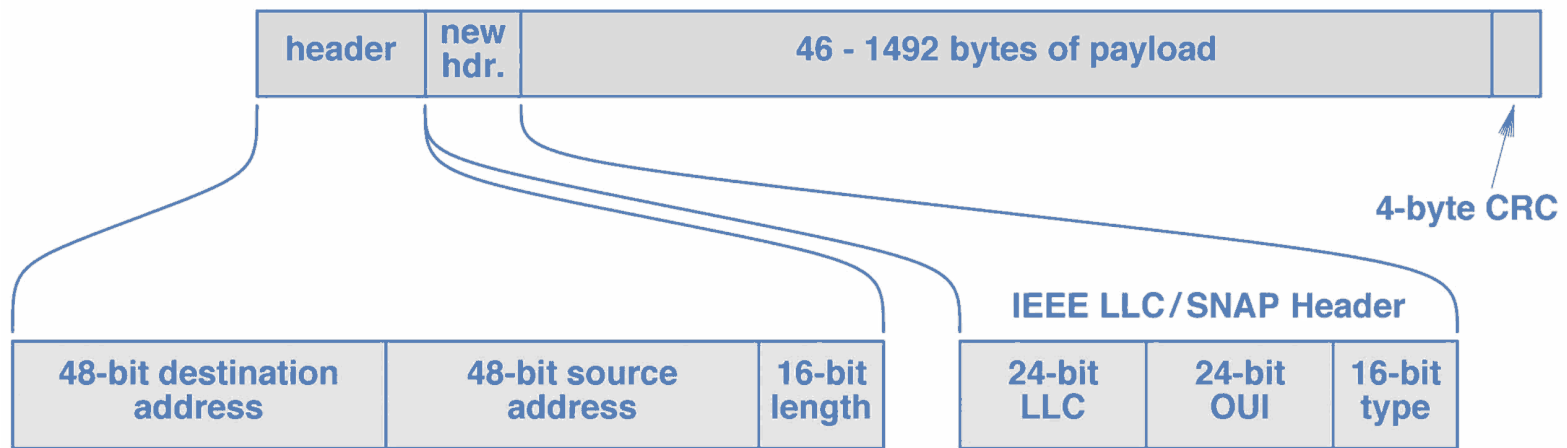
令牌帧, 令牌帧包括三个字段: SD、AC 和 ED。

异常中止帧, 异常中止帧只有两个字段: SD 和 ED。当出现一些问题时, 监督站使用异常中止帧来中止令牌传递机制。



# IEEE的Ethernet版本 802.3

- 传统Ethernet与802.3 Ethernet区别于类型域的解释
- 新版本兼容旧版本



**Figure 15.3** The IEEE 802.3 frame format with an LLC/SNAP header.

# 5. 网络监听实验



# 小实验

- 用 Wireshark 监听本机的收发包，观察 MAC 地址
  - 在宿舍里（设宿舍内不用路由），PING 不同室友的电脑（或 QQ 传文件），观察包的 MAC 地址
  - PING 公网上的不同主机，观察包的 MAC 地址
  - 以上实验也可以在机房完成
  - Wireshark 程序在 FTP 上，用法请上网搜教程。
- 得到了什么结论？



# 监听结果节选

Packet #1

## Ethernet Type 2

Destination: FF:FF:FF:FF:FF:FF *Ethernet Broadcast* [0-5]  
Source: 00:0C:29:37:5A:1B *VMware:37:5A:1B* [6-11]  
Protocol Type: 0x0800

## IP Version 4 Header - Internet Protocol Datagram

Version: 4 [14 Mask 0xF0]  
Protocol: 17 *UDP* [23]  
Source IP Address: 0.0.0.0 [26-29]  
Dest. IP Address: 255.255.255.255 *IP Broadcast* [30-33]

## UDP - User Datagram Protocol

Source Port: 68 *bootpc* [34-35]  
Destination Port: 67 *bootps* [36-37]

## BootP - Bootstrap Protocol

IP Address Known By Client: 0.0.0.0 *IP Address Not Known By Client* [54-57]  
Client Hardware Addr: 00:0C:29:37:5A:1B *VMware:37:5A:1B* [70-75]

## DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol Requested IP Address

Address: 192.168.7.132 [296-299]

## Host Name Address

String: WIN-KG9CLM76UIA [302-316]





计算机网络

T05



谢谢

厦门大学信息学院软件工程系

黄炜 副教授