

2024 考研 408

# 计算机网络

## 复习笔记

【考查目标】

1. 掌握计算机网络的基本概念、基本原理和基本方法。
2. 掌握典型计算机网络的结构、协议、应用以及典型网络设备的工作原理。
3. 能够运用计算机网络的基本概念、基本原理和基本方法进行网络系统的分析、设计和应用。

2023 年 10 月 28 日

# 目录

<b>1</b>	<b>计算机网络概述</b>	<b>2</b>
1.1	计算机网络基本概念	2
1.2	计算机网络体系结构	2
<b>2</b>	<b>物理层</b>	<b>2</b>
2.1	通信基础	2
2.2	传输介质	2
2.3	物理层设备	2
<b>3</b>	<b>数据链路层</b>	<b>3</b>
3.1	数据链路层的功能	3
3.2	组帧	3
3.3	差错控制	3
3.4	流量控制与可靠传输机制	3
3.5	介质访问控制	3
3.6	局域网	3
3.7	广域网	4
3.8	数据链路层设备	4
<b>4</b>	<b>网络层</b>	<b>5</b>
4.1	网络层的功能	5
4.2	路由算法	5
4.3	IPv4	5
4.4	IPv6	6
4.5	路由协议	6
4.6	IP 组播	6
4.7	移动 IP	6
4.8	网络层设备	6
<b>5</b>	<b>传输层</b>	<b>7</b>
5.1	传输层提供的服务	7
5.2	UDP 协议	7
5.3	TCP 协议	7
<b>6</b>	<b>应用层</b>	<b>9</b>
6.1	网络应用模型	9
6.2	DNS 系统	9
6.3	FTP	9
6.4	电子邮件	9
6.5	WWW	9

# 1 计算机网络概述

## 1.1 计算机网络基本概念

1. 计算机网络的定义、组成与功能
2. 计算机网络的分类
3. 计算机网络主要性能指标

## 1.2 计算机网络体系结构

1. 计算机网络分层结构
2. 计算机网络协议、接口、服务等概念

服务访问点（SAP）：数据链路层是 MAC 地址，网络层是 IP 地址，传输层是端口。

3. ISO/OSI 参考模型和 TCP/IP 模型

# 2 物理层

## 2.1 通信基础

1. 信道、信号、带宽、码元、波特、速率、信源与信宿等基本概念
2. 奈奎斯特定理与香农定理
3. 编码与调制
4. 电路交换、报文交换与分组交换
5. 数据报与虚电路

## 2.2 传输介质

1. 双绞线、同轴电缆、光纤与无线传输介质
2. 物理层接口的特性

## 2.3 物理层设备

1. 中继器
2. 集线器

### 3 数据链路层

#### 3.1 数据链路层的功能

#### 3.2 组帧

#### 3.3 差错控制

1. 检错编码
2. 纠错编码

#### 3.4 流量控制与可靠传输机制

1. 流量控制、可靠传输与滑动窗口机制
2. 停止-等待协议
3. 后退 N 帧协议 (GBN)
4. 选择重传协议 (SR)

设发送窗口大小  $W_T$ , 接收窗口大小  $W_R$ , 数据帧发送时间为  $t_f$ , 确认帧发送时间为  $t_p$ , 单程传播时延  $\tau$ , 帧序号  $n$  比特编号, 最大信道利用率取最短帧长。

发送周期: 发送方从发送第一个数据帧开始到接收到第一个确认帧为止的时间, 即  $T = t_f + t_p + 2\tau$ .

$N$  为一个发送周期  $T$  内可发送的最大帧数和发送窗口的最小值。

1. 停止-等待协议: 一次只允许发一帧,  $W_T = W_R = 1$ , 最大信道利用率  $t_f/T$ .
2. 后退 N 帧协议 (GBN): 累积确认,  $1 < W_T \leq 2^n - 1, W_R = 1$ , 最大信道利用率  $Nt_f/T$ .
3. 选择重传协议 (SR): 只重传出现差错或超时的帧,  $1 < W_T = W_R \leq 2^{n-1}$ , 最大信道利用率  $Nt_f/T$ .
4. 对于 GBN:  $ACK_n$  表示该数据帧和之前的数据帧都正确收到; SR:  $ACK_n$  只表示该数据帧正确收到。

#### 3.5 介质访问控制

1. 信道划分: 频分多路复用、时分多路复用、波分多路复用、码分多路复用的概念和基本原理
2. 随即访问: ALOHA 协议; CSMA 协议; CSMA/CD 协议; CSMA/CA 协议

表 1: 三种不同类型的 CSMA 协议比较

信道状态	1-坚持	非坚持	p-坚持
空闲	立即发送数据	立即发送数据	以概率 $p$ 发送数据, 以概率 $1-p$ 推迟到下一个时隙
忙	继续坚持监听	放弃监听, 等待一个随机的时间后监听	持续监听, 直至信道空闲

1. 最小帧长 = 总线传播时延  $\times$  数据传输速率  $\times 2$
2. CSMA/CD: 工作在总线形或半双工网络, 发送前先监听, 边发送边监听, 一旦出现碰撞马上停止发送。
3. CSMA/CA: 发送数据时先广播告知其他结点, 让其他结点在某段时间内不要发送数据, 以免产生碰撞。

3. 轮询访问: 令牌传递协议

#### 3.6 局域网

1. 局域网的基本概念与体系结构
2. 以太网与 IEEE802.3

1. 数据: 46 ~ 1500 字节, CSMA/CD 算法的限制, 以太网帧最小长度 64 字节, 数据较少时必须加以填充。
2. 填充: 0 ~ 46 字节, 当帧长太短时填充帧, 使之达到 64 字节的最小长度。

表 2: 以太网的传输介质

参数	10Base2	10Base5	10BaseT	10BaseFL	100BaseT
传输媒体	同轴电缆（细缆）	同轴电缆（粗缆）	非屏蔽双绞线	光纤对	非屏蔽双绞线
编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
拓扑结构	总线形	总线形	星形	点对点	星形

### 3. IEEE802.11 无线局域网

表 3: 802.11 帧的地址字段最常用的两种情况

去往 AP	来自 AP	地址 1	地址 2	地址 3	地址 4
0	1	目的地址	AP 地址	源地址	—
1	0	AP 地址	源地址	目的地址	—

### 4. VLAN 基本概念与基本原理

6	6	4	2	46-1500	4
目的地址	源地址	VLAN 标签	类型	数据	FCS

图 1: 插入 VLAN 标签的 802.1Q 帧

802.3ac 标准定义了支持 VLAN 的以太网帧格式的扩展。VLAN 帧的首部增加了 4 字节，以太网的最大帧长从 1518 字节变为 1522 字节。

## 3.7 广域网

1. 广域网的基本概念
2. PPP 协议

1. PPP 协议是点对点协议，只支持全双工链路，无须采用 CSMA/CD 协议。
2. PPP 提供差错检测但不提供纠错功能，是不可靠传输协议。

## 3.8 数据链路层设备

以太网交换机及其工作原理

直通式交换机: 只检查帧的目的地址 (6B)，帧在接收后几乎能马上被传出去。

## 4 网络层

### 4.1 网络层的功能

1. 异构网络互联
2. 路由与转发
3. SDN 基本概念
4. 拥塞控制

### 4.2 路由算法

1. 静态路由与动态路由
2. 距离-向量路由算法
3. 链路状态路由算法
4. 层次路由

### 4.3 IPv4

1. IPv4 分组

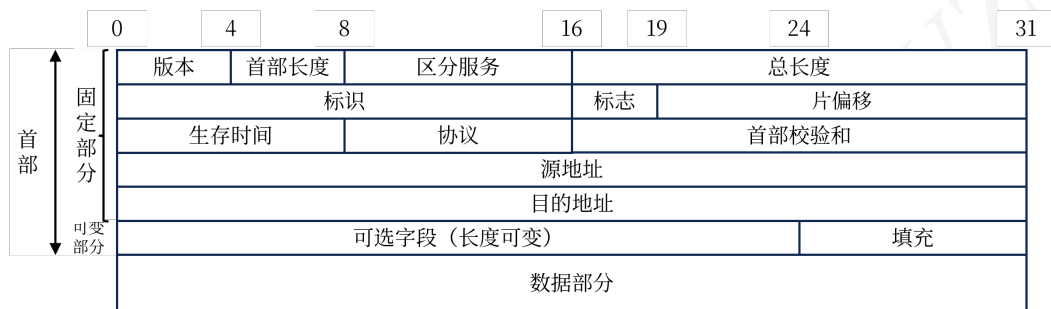


图 2: IP 数据报格式

1. 标志：最低位 MF=1 表示“还有分片”。MF=0 表示最后一个分片。中间一位 DF=0 时才允许分片。
2. 片偏移：某片在原分组中的相对位置，以 8 个字节为偏移单位，每个分片的长度一定是 8B 的整数倍。
3. 协议：分组的数据部分应上交给哪个协议进行处理，6 表示 TCP，17 表示 UDP。

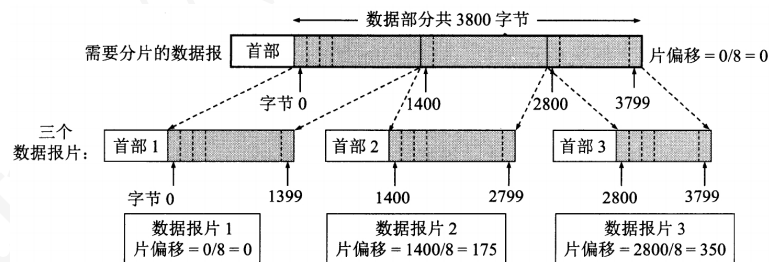


图 3: IP 分片举例

2. IPv4 地址与 NAT
3. 子网划分、路由聚集、子网掩码与 CIDR

1. 普通路由器仅工作在网络层。NAT 路由器转发数据报时需要查看和转换传输层的端口号。
2. 网桥在转发帧时不改变帧的源地址。

4. ARP 协议、DHCP 协议与 ICMP 协议

#### 1. ARP:

- 1) 请求分组（广播发送）：目的地址为 FF-FF-FF-FF-FF-FF，局域网内所有主机都能收到。
  - 2) 响应分组（单播发送）：目的地址为请求主机 MAC 地址。
2. DHCP：应用层协议，基于 **UDP**，通过广播方式进行交互。
3. ICMP：网络层协议，ICMP 报文作为 IP 层数据报的数据。

### 4.4 IPv6

1. IPv6 的主要特点 2. IPv6 地址

### 4.5 路由协议

1. 自治系统 2. 域内路由与域间路由 3. RIP 路由协议 4. OSPF 路由协议 5. BGP 路由协议

1. RIP：应用层协议，基于 **UDP**。仅和相邻路由器交换信息，坏消息传得慢。选择的路径不一定是时间最短，但一定是路由器最少的路径。
2. OSPF：网络层协议，直接使用 **IP** 数据报传送。向本自治系统中所有路由器发送信息，每台路由器都能建立全网的拓扑结构图。
3. BGP：应用层协议，基于 **TCP**。只能寻求一条能够到达目的网络比较好的路由，并非寻找一条最佳路由。

### 4.6 IP 组播

1. 组播的概念 2. IP 组播地址

组播：仅 **UDP**。主机组播时只发送一份数据，只有数据在传送路径出现分岔时才将分组复制后继续转发。对组播数据报不产生 ICMP 差错报文。

### 4.7 移动 IP

1. 移动 IP 的概念 2. 移动 IP 通信过程

### 4.8 网络层设备

1. 冲突域：第一层概念。集线器、中继器等所连接的结点都属于同一个冲突域，不能划分冲突域。第二层（网桥、交换机）和第三层（路由器）设备可以划分冲突域。
2. 广播域：第二层概念。第一层（集线器）和第二层（交换机）设备所连接的结点都属于同一个广播域，路由器作为第三层设备可以划分广播域。

1. 路由器的组成和功能

同一个网络中传递数据无须路由器的参与，直接交付无须通过路由器。跨网络通信必须通过路由器转发。

2. 路由表与分组转发

分组的实际转发是靠查找转发表，而不是直接查找路由表。

## 5 传输层

### 5.1 传输层提供的服务

1. 传输层的功能
2. 传输层寻址与端口
3. 无连接服务与面向连接服务

### 5.2 UDP 协议

1. UDP 数据报
2. UDP 校验

### 5.3 TCP 协议

1. TCP 段

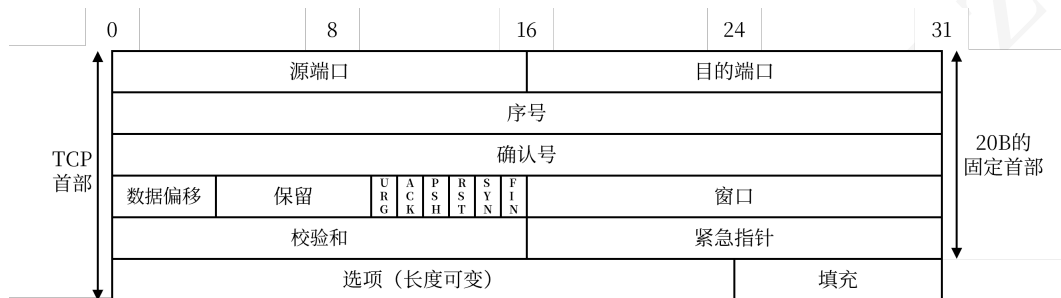
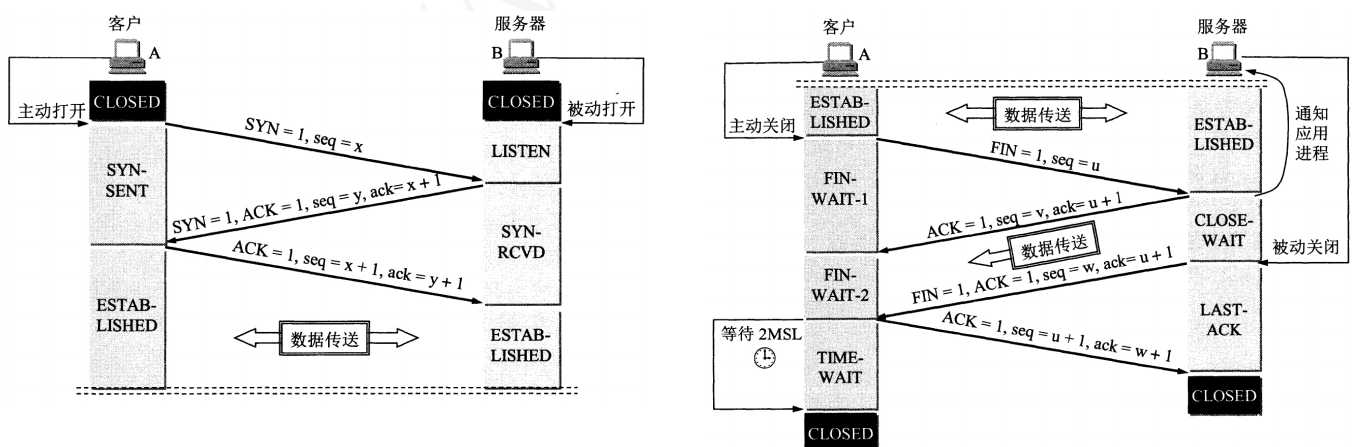


图 4: TCP 报文段

1. 序号：本报文段所发送的第一个数据字节的序号。
2. 确认号：期望收到对方下一个报文段的第一个数据字节的序号。默认使用累积确认。

#### 2. TCP 连接管理



(a) 用三报文握手建立 TCP 连接

(b) TCP 连接释放的过程

图 5: TCP 连接管理

发送方从第三个报文段开始发送数据。

1. SYN 报文段和 FIN 报文段都不能携带数据，但要消耗掉一个序号。
2. A 在 TIME-WAIT 状态必须等待 2MSL：保证 A 发送的最后一个 ACK 报文段能够到达 B。防止已失效的连接请求报文段出现在本连接中。



3. TCP 可靠传输 4. TCP 流量控制 5. TCP 拥塞控制

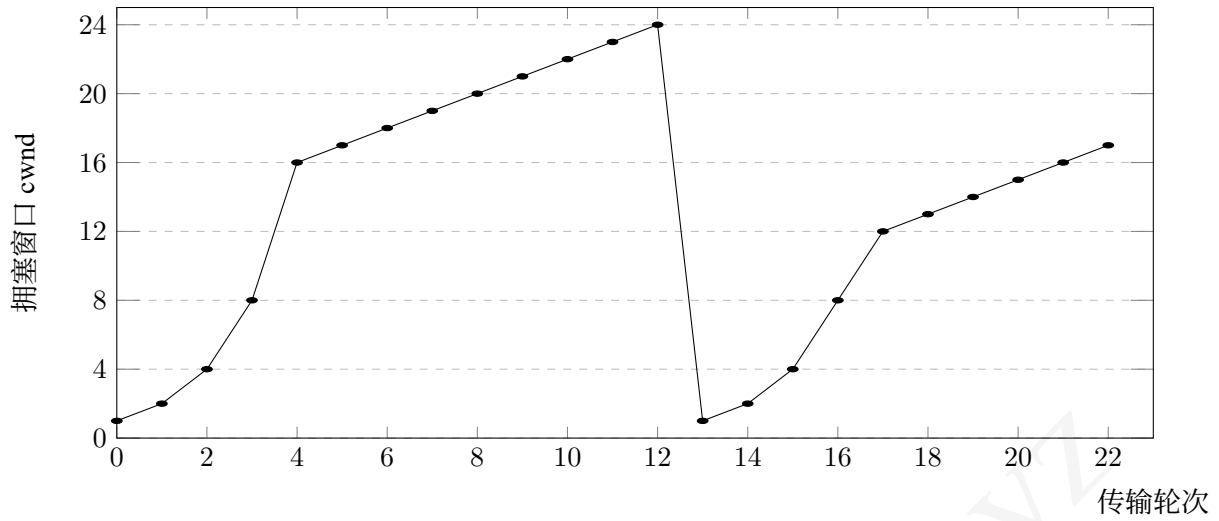


图 6: 慢开始和拥塞避免算法的过程

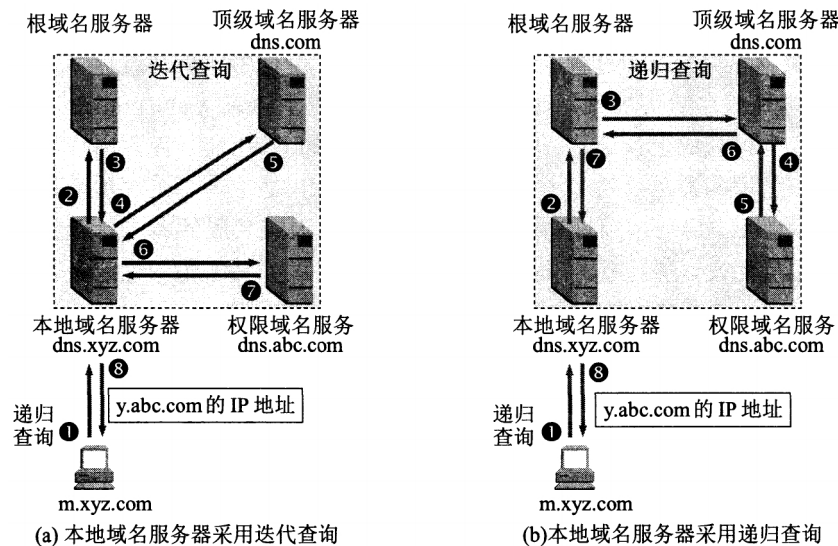
## 6 应用层

### 6.1 网络应用模型

1. 客户/服务器 (C/S) 模型
2. 对等 (P2P) 模型

### 6.2 DNS 系统

1. 层次域名空间
2. 域名服务器
3. 域名解析过程



### 6.3 FTP

1. FTP 协议的工作原理
2. 控制连接与数据连接

### 6.4 电子邮件

1. 电子邮件系统的组成结构
2. 电子邮件格式与 MIME
3. SMTP 协议与 POP3 协议

### 6.5 WWW

1. WWW 的概念与组成结构
2. HTTP 协议

HTTP/1.1 支持持久连接。

非流水线方式：客户在收到前一个响应后才能发出下一个请求。