

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



# 第一章：计算机网络概述

计算：CDM 计算

报文交换 / 分组交换时间

性能指标计算

DSL 及电缆网络都采用 FDM

物理层：实现每一个比特的传输  
单位：比特

链路层：结点—结点，物理寻址

单位：数据帧 相邻结点间

地址信息，差错检测

流量控制，差错控制，多路访问控制

网络层：源主机—目的主机 逻辑寻址

路由、转发

传输层：端—端 进程间

4层

TCP/IP：应用层、传输层、网际层、网络接口层

上层 OSI ← 7层 OSI + TCP/IP 独立

5. 在计算机网络中可以没有的是 ( D )。

- A. 客户机      B. 服务器      C. 操作系统      D. 数据库管理系统

3. 在两台计算机之间传输一个文件有两种可行的确认策略。第一种策略把文件截成分组，接收方逐个地确认分组，但就整体而言，文件没有得到确认。第二种策略不确认单个分组，但当文件全部收到后，对整个文件予以确认。请讨论这两种方式的优缺点。

3. 解答：

如果网络容易丢失分组，那么对每个分组逐一进行确认较好，此时仅重传丢失的分组。另一方面，如果网络高度可靠，那么在不发生差错的情况下，仅在整个文件传送的结尾发送一次确认，从而减少了确认次数，节省了带宽。不过，即使只有单个分组丢失，也要重传整个文件。

5. 在 OSI 参考模型中，第 n 层与它之上的第 n+1 层的关系是 ( A )。

- A. 第 n 层为第 n+1 层提供服务  
B. 第 n+1 层为从第 n 层接收的报文添加一个报头  
C. 第 n 层使用第 n+1 层提供的服务 可以但没必要  
D. 第 n 层和第 n+1 层相互没有影响

8. OSI 参考模型中的数据链路层不提供下列哪种功能 ( D )。

- A. 物理寻址      B. 流量控制      C. 差错校验      D. 拥塞控制

9. 下列能够最好地描述 OSI 的数据链路层功能的是 ( D )。

- A. 提供用户和网络的接口 应用层  
B. 处理信号通过介质的传输 物理层  
C. 控制报文通过网络的路由选择 网络层  
D. 保证数据正确的顺序和完整性 PPP

参考模型的层次计数是自底向上的

流量控制 = 2、3、4 层 (链路层、网络层、传输层)

集线器工作在物理层 (Hub)

以太网交换机在链路层 (Switch)

路由器在网络层

因特网采用 TCP/IP 模型

ISO/OSI

7	应用层
6	表示层
5	会话层
4	传输层
3	网络层
2	数据链路层
1	物理层

6. Web 应用中引入的 Cookies 技术可以支持（身份鉴别）、（构造购物车）、（个性化推荐）和用户会话状态信息维护等。

文件传输协议 FTP = (控制信息是带外传送的)

两个并行的 TCP 连接来传输文件：

① 控制连接：控制消息，(会话期间一直打开) 21 端口

② 数据连接：文件 (20 端口) 对服务器而言  
(非持久性)

7. FTP 客户和服务器间传递 FTP 命令时，使用的连接是 ( A )

- A. 建立在 TCP 之上的控制连接
- B. 建立在 TCP 之上的数据连接
- C. 建立在 UDP 之上的控制连接
- D. 建立在 UDP 之上的数据连接

Socket (protofamily, type, proto)

协议族 PF\_INET → 类型 } { TCP SOCK\_STREAM  
UDP SOCK\_DGRAM  
IP SOCK\_RAW

bind()

IP 地址 + 端口号

INADDR\_ANY

端口地址中，地址族采用 AF\_INET

DNS：C/S 结构、UDP、53 端口

16、**判断** 采用10Mbps的HFC接入Internet可能比2Mbps的ADSL接入还慢。

(2分)

A  X

B  ✓

由于HFC(电缆网络)各用户共享到中心局的接入而DSL(数字用户线路)独立

8、**单选** 一个DNS资源记录(RR)为(hi.edu.cn, ml.hi.edu.cn, MX, 250), 则hi.edu.cn是

(2分)

A 邮件服务器的别名

X 权威域名服务器的域名

C 邮件服务器的域名

D 本地域名服务器的域名

Value为别名为 name  
的邮件服务器的规  
范主机名

5. 若一条 DNS 资源记录 RR: “hit.edu.cn, dns.hit.edu.cn, NS, 250”, 则 “hit.edu.cn” 是 ( 域的名称 ), “dns.hit.edu.cn” 是 ( 对于的权威域名服务器的域名 )。

18、**判断** P2P方式实现文件分发比C/S方式快。

(2分)

X  X

B  ✓

10、**单选** 若用户1与用户2之间发送和接收电子邮件的过程如下图所示，则1、2、3阶段分别使用的应用层协议可以是



- A SMTP、POP3、HTTP
- B HTTP、HTTP、POP3
- C SMTP、HTTP、HTTP
- D HTTP、SMTP、HTTP

(2分)

- ① HTTP  
SMTP
- ② SMTP
- ③ POP3  
IMAP  
HTTP

\* SMTP 采用持久性连接

消息必须由 7 位 ASCII 码构成

客户端软件设计

① 用户输入点分十进制  $\rightarrow$  IP 地址

inet\_addr( )

② 用户输入域名  $\rightarrow$  IP 地址

gethostbyname( )

(HTTP)

③ 确定服务器 (熟知端口号) , 服务名  $\rightarrow$  知识端口号  
getservbyname( )

④ 确定协议号 , 协议名  $\rightarrow$  协议号  
(TCP)

getprotobyname( )

TCP 客户端与服务器建立连接后, 不一定谁先发送消息

如: HTTP: 客户端, SMTP: 服务器  
而 UDP 客户端一定是客户端先发送

1. 域名与 (D) 具有一一对应的关系。

A. IP 地址

B. MAC 地址

C. 主机

D. 以上都不是

2. 从协议分析的角度，WWW 服务的第一步操作是浏览器对服务器的 (C)。

A. 请求地址解析

B. 传输连接建立

C. 请求域名解析

D. 会话连接建立

1. 在浏览器中输入 <http://www.sina.com> 并按回车，直到新浪的网站首页显示在其浏览器中。

请问：在此过程中，按照 TCP/IP 参考模型，从应用层到网络层都用到了哪些协议？

~ 计算机在如下条件下，使用非持续方式和持续方式请求一个 Web 页面所需的时间。

1. 解答：

(1) 应用层：HTTP：WWW 访问协议，DNS：域名解析服务；

(2) 传输层：TCP：HTTP 提供可靠的数据传输，UDP：DNS 使用 UDP 传输；

(3) 网络层：IP：IP 包传输和路由选择，ICMP：提供网络传输中的差错检测，ARP：将本机的默认网关 IP 地址映射成物理 MAC 地址。

dest MAC	source MAC	type	
00:0f:e2:3f:27:3f	00:27:13:67:73:8d	08:00:45:00	...??.?.gs..E.
03:25:ad:df:40:00	40:00:40:00:00:00	08:00:40:00:00:00	%.%.%.0...pqf
4e:0a:0c:0a:00:50	cd:96:2e:2f:e0:6a	bd:02:70:1e:69:f9	N...P.../.%.P.
f9:be:70:db:00:00	47:45:54:20:21:66	bd:02:50:18:63:65	...p...GET /face/
32:30:28:67:69:60	47:45:54:20:21:66	2f:31:2e:31:0d:2f	20:qif H HTTP/1.1.
0a:48:6f:73:74:3a	20:62:62:73:2e:73	7a:68:6f:6d:51:2f	Host: bbs.szhom

ext item (text), 27 bytes

Packets: 74643 Displayed: 5125 Mark...

Profile: Default

根据帧 (3.1.1 节) 的结构定义，图 6-15 所示的以太网数据帧中，第 1~6 个字节为目的 MAC

地址(默认网关地址)，即 00-0f-e2-3f-27-3f；第 7~12 个字节为本机 MAC 地址，即 00-27-13-67-73-8d；第 13~14 个字节 08~00 为类型字段，表示上层使用的是 IP 数据报协议。第 15~34 个字节(共 20 个字节)为 IP 数据报的首部，其中第 27~30 个字节为源 IP 地址，db-df-d2-70，化成十进制为 219.223.210.112；第 31~34 个字节为目的 IP 地址，71-69-4e-0a，化成十进制为 113.105.78.10。第 35~54 个字节(共 20 个字节)为 TCP 报文段的首部。

万维网上每个页面都有唯一的 URL

统一资源定位符

通常所说的熟知端口号都指的是服务器端的默认端口号，而客户端进程的端口号是客户端临时指定的(临时的)

传输层: 进程间的逻辑通信。

网络层: 主机间的逻辑通信

传输层协议运行于端系统上

- ① 传输层可提供的服务受制于网络层可提供的服务，如不能提供时延带宽保障。
- ② 传输层对网络层服务进行(可能的)增强

如可靠数据传输，加密机制  
但TCP, UDP不提供

\* UDP上是可以实现可靠数据传输的(在应用层增加可靠性机制)

\* DNS, TFTP, SNMP 采用 UDP, DHCP, RIP 加可靠性机制

\* UDP可以差错检测，但对差错恢复无能为力

滑动窗口协议中，序列号和窗口大小应满足：

$$N_S + N_R \leq 2^k \quad \text{空间大小}$$

对于GBN,  $N_R = 1$

\* UDP的套接字用二元组表示(目的IP地址, 目的端口号)

\* TCP socket 四元组(源IP, 源端口, 目的IP, 目的端口)

# 信道利用率

① Rdt 3.0

$$U = \frac{\frac{1}{R}}{RTT + \frac{1}{R}}$$

② 滑动窗口协议

$$U = \frac{n \cdot \frac{1}{R}}{RTT + \frac{1}{R}}, n \text{ 为发送方窗口大小}$$

$$\rightarrow n=1000$$

7. 主机甲与主机乙之间使用后退 N 帧协议 (GBN) 传输数据，甲的发送窗口尺寸为 1000，数据帧长为 1000 字节，信道带宽为 100 Mbps。乙每收到一个数据帧立即利用一个短帧（忽略其传输延迟）进行确认。若甲乙之间的单向传播延迟是 50 ms，则甲可以达到的最大平均数据传输速率为 (80 Mbps)。

$$RTT = 100ms$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1000 \times 8}{100 \times 10^6} = 0.08ms$$

$$U = \frac{1000 \times 0.08}{100 + 0.08} \approx 80\%, \text{ 甲最大传输速率 } 80mbps$$

8. 两台主机之间的数据链路层采用 GBN 协议传输数据帧，帧序号采用 2 比特编号，数据传输速率为 16 kbps，单向信号传播延迟为 250 ms，数据帧长度是 500 字节，忽略确认帧长度，则最大信道利用率为 (100%)。

$$RTT = 500ms$$

发送方窗口大小为 3

$$\frac{1}{R} = \frac{500 \times 8}{16 \times 10^3} = 250ms$$

$$U = \frac{3 \times \frac{1}{R}}{RTT + \frac{1}{R}} = 1$$

10. 主机甲通过 128 kbps 卫星链路，采用滑动窗口协议向主机乙发送数据，链路单向传播延迟为 250 ms，帧长为 1000 字节。不考虑确认帧的开销，为使链路利用率不小于 80%，帧序号的比特数至少是 ( 4 )。

$$\frac{L}{R} = \frac{1000 \times 8}{128 \times 10^3} = \frac{1}{16} s$$

$$RTT = 500ms$$

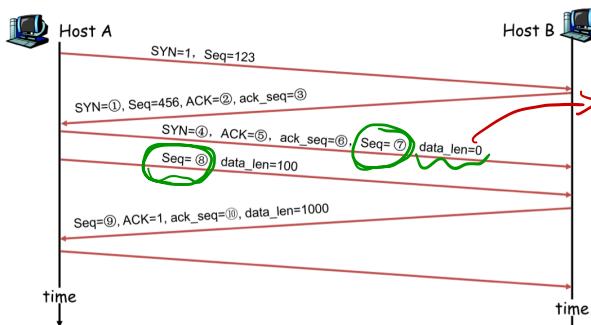
设发送方窗口大小为  $n$

$$\frac{n \times \frac{L}{R}}{RTT + \frac{L}{R}} = \frac{n}{\frac{1}{2} + \frac{1}{16}} = \frac{n}{9} \geq 80\% , n \geq 7.2$$

$$\text{则 } 7.2 + 1 \leq 2^k , k \geq 4$$

要求：在下面各个问题的空白处填入最合适答案（每空 1 分）（得分：\_\_\_\_\_）

1. 如下图所示的 TCP 连接建立与数据传输过程。依据图中信息推定：①=(1)、②=(1)、  
 ③=(124)、④=(0)、⑤=(1)、⑥=(457)、⑦=(124)、⑧=(124)、  
 ⑨=(457)、⑩=(224)。



熟知端口号：0 ~ 1023

UDP 的校验和功能不是必须的，不使用则置 0

UDP 校验和对伪首部、UDP 报文头以及应用层数据进行校验

伪首部包括 IP 分组报头的一部分

IP 数据报首部不包含 ( )。

二进制反码运算求和再取反  
伪首部既不下传也不上交

5. 主机甲和主机乙新建一个 TCP 连接，甲的拥塞控制初始阈值为 32 KB，甲向乙始终以  $MSS = 1 \text{ KB}$  大小的段发送数据，并一直有数据发送；乙为该连接分配  $16 \text{ KB}$  接收缓存，并对每个数据段进行确认，忽略段传输延迟。若乙收到的数据全部存入缓存，不被取走，则甲从连接建立成功时刻起，未发生超时的情况下，经过 4 个 RTT 后，甲的拥塞窗口是 (16 KB)，甲最新收到的乙的接收窗口是 (1 KB)，甲的发送窗口是 (1 KB)。

## TCP 发送方需维护：

① **接收窗口**：由报文头部的字段确定

② **拥塞窗口**：由网络拥塞程度确定

$$\text{发送窗口的上限} = \min \{ \text{接收窗口}, \text{拥塞窗口} \}$$

如果接收方有足够的缓存，则发送窗口也同于  
拥塞窗口

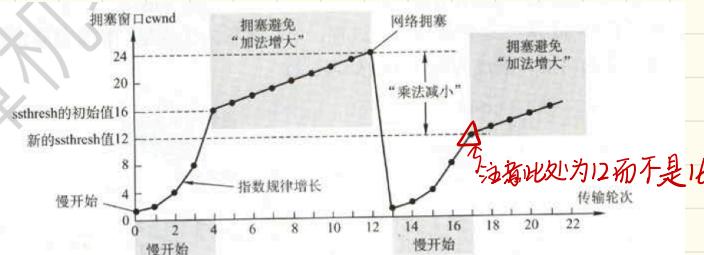


图 5-11 慢开始和拥塞避免算法的实现举例

滑动窗口的作用是 流量控制

TCP 采用了对 报文段 确认的机制

25. 假设在没有发生拥塞的情况下，在一条往返时延 RTT 为 10ms 的线路上采用慢开始控制策略。如果接收窗口的大小为 24KB，最大报文段 MSS 为 2KB。那么发送方发送出第一个完全窗口需要（ ）时间。

A. 30ms

B. 40ms

C. 50ms

D. 60ms

24KB

发送窗口大小 = min { 24KB, 拥塞窗口 }

拥塞窗口：



发送窗口



TCP 协议的 ACK 与 GBN / SR 不同

GBN 的 ACK 为对当前分组的确认

而 TCP 的 ACK 为希望接收的下一个数据字节编号

19. 在 OSI 参考模型中，(①) 利用通信子网提供的服务实现两个用户进程之间端到端的通信。在这个层次模型中，如果用户 A 需要通过网络向用户 B 传递数据，则首先将数据送入应用层，在该层给它附加控制信息后送入表示层；在表示层对数据进行必要的变换并加上头部后送入会话层；在会话层加头部后送入传输层；在传输层将数据分割成为 (②) 后送至网络层；在网络层将

报文

数据封装成 (③) 后送至数据链路层；在数据链路层将数据加上头部和尾部封装成 (④) 后发送到物理层；在物理层数据以 (⑤) 形式发送到物理线路。用户 B 所在的系统接收到数据后，层层剥去控制信息，最终将原数据传送给用户 B。

数据帧

分组

比特流

IP分组



数据帧



$$MTU = \text{Max(Data)}$$

链路层数据帧中数据字段最大长度

## 特殊IP地址

NetID	HostID	作为IP分组源地址	作为IP分组目的地址	用途
全0	全0	可以	不可以	在本网范围内表示本机；在路由表中用于表示默认路由（相当于表示整个Internet网络）
全0	特定值	不可以	可以	表示本网内某个特定主机
全1	全1	不可以	可以	255.255.255.255 本网广播地址(路由器不转发)
特定值	全0	不可以	不可以	网络地址，表示一个网络
特定值	全1	其他网	不可以	直接广播地址，对特定网络上的所有主机进行广播
127	非全0或非全1的任何数	可以	可以	用于本地软件环回测试，称为环回地址

HostID全0或全1都不能分配给主机

此时掩码也为全0

目的IP地址与子网掩码按位与运算 → 目的子网地址

CIDR = 网络前缀 + 主机号

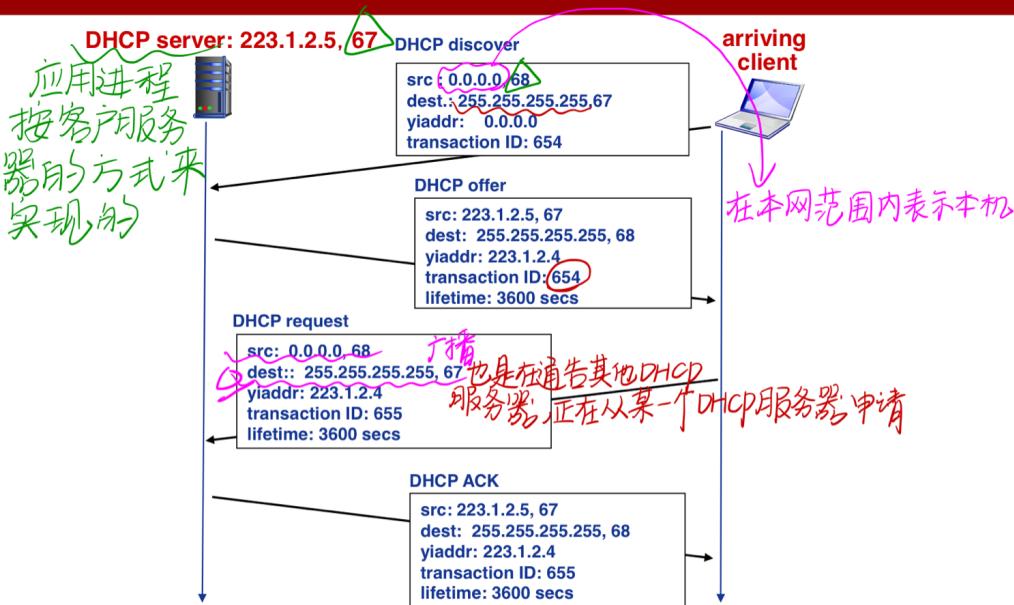
DHCP 从服务器动态获取：

- ① IP 地址
- ② 子网掩码
- ③ 默认网关
- ④ DNS 服务器名

DHCP 运行在应用层上，传输层采用 UDP 熟知端口号为 67

IP 地址都不知道建什么连接

## DHCP 工作过程示例



1) 物理层中继系统：中继器，集线器 (Hub)。**信号放大器**

2) 数据链路层中继系统：网桥或交换机。

3) 网络层中继系统：路由器。

4. 在路由器进行互连的多个局域网的结构中，要求每个局域网（ ）。

- A. 物理层协议可以不同，而数据链路层及其以上的高层协议必须相同
- B. 物理层、数据链路层协议可以不同，而数据链路层以上的高层协议必须相同
- C. 物理层、数据链路层、网络层协议可以不同，而网络层以上的高层协议必须相同
- D. 物理层、数据链路层、网络层及高层协议都可以不同

5. 当数据报到达目的网络后，要传送到目的主机，需要知道 IP 地址对应的（ ）。

- A. 逻辑地址
- B. 动态地址
- C. 域名
- D. 物理地址

6. 如果 IPv4 的分组太大，则会在传输中被分片，那么在（ ）块将对分片后的数据报

16. 为了提供更多的子网，为一个 B 类地址指定了子网掩码 255.255.240.0，则每个子网最多可以有的主机数是（ ）。

A. 16

B. 256

C. 4094

D. 4096

掩码 a.b.111.0000.0

主机号部分

主机号全 0 和全 1 均不能分配

$4096 - 2 = 4094$

17. 不考虑 NAT，在 Internet 中，IP 数据报从源结点到目的结点可能需要经过多个网络和路由器。在整个传输过程中，IP 数据报头部中的（ ）。

- A. 源地址和目的地址都不会发生变化
- B. 源地址有可能发生变化而目的地址不会发生变化
- C. 源地址不会发生变化而目的地址有可能发生变化
- D. 源地址和目的地址都有可能发生变化

只有在由 NAT 路由器转发时，源地址 / port 才会改变

18. 【2011 年计算机联考真题】

在子网 192.168.4.0/30 中，能接收目的地址为 192.168.4.3 的 IP 分组的最大主机数是（ ）。

A. 0

B. 1

C. 2

D. 4

192.168.4.0000000000  
01 } 可分配  
10 }

192.168.4.3 为该子网的广播地址

子网划分好处：减少广播域大小，增加 IP 地址利用率

23. CIDR 技术的作用是 ( )。

- A. 把小的网络汇聚成大的超网
- C. 解决地址资源不足的问题

- B. 把大的网络划分成小的子网
- D. 由多个主机共享同一个网络地址

24. CIDR 地址块 192.168.10.0/20 所包含的 IP 地址范围是 (①)。与地址 192.16.0.19/28 同属于一个子网的主机地址是 (②)。

- ① A. 192.168.0.0 ~ 192.168.12.255
- ① C. 192.168.10.0 ~ 192.168.14.255
- ② A. 192.16.0.17 B. 192.16.0.31

- B. 192.168.10.0 ~ 192.168.13.255
- D. 192.168.0.0 ~ 192.168.15.255
- C. 192.16.0.15 D. 192.16.0.14

192.168.00001010.0

主机号 12 位

当主机号全 0 时，取最小地址，192.168.0.0

当主机号全 1 时，取最大地址，192.168.15.255

39. 位于不同子网中的主机之间相互通信，下面说法中正确的是 ( )。

- A. 路由器在转发 IP 数据报时，重新封装源硬件地址和目的硬件地址
- B. 路由器在转发 IP 数据报时，重新封装源 IP 地址和目的 IP 地址
- C. 路由器在转发 IP 数据报时，重新封装目的硬件地址和目的 IP 地址
- D. 源站点可以直接进行 ARP 广播得到目的站点的硬件地址

IP 数据报的首部既有源 IP 地址，也有目的 IP 地址，但是在通信中路由器只根据目的 IP 地址进行路由选择。IP 数据报在通信过程中，首部的源 IP 地址和目的 IP 地址在经过路由器时不会发生改变。由于相互通信的主机不在同一个子网内，因此不可以直接通过 ARP 广播得到目的站的硬件地址。硬件地址只具有本地意义，因此每当路由器将 IP 数据报转发到一个具体的网络中时，都需要重新封装源硬件地址和目的硬件地址。

ICMP 报文：

① 差错报告

目的不可达、源抑制（拥塞控制）、超时 (TTL)

参数问题、重定向（不该由该路由器转发）

② 网络探测

- ① 对 ICMP 差错报告报文 不再发送 ICMP 差错报告报文
- ② 除第 1 个 IP 数据报分片外，后续分片不再发送 ICMP 差错报告报文
- ③ 对所有 多播 IP 数据报 均不发送 ICMP 差错报告报文
- ④ 对具有 特殊地址（如 127.0.0.0, 0.0.0.0）的 IP 数据报均不发送 ICMP 差错报告报文。

131.128.0.0/16

D

即：131.128.0.0/16 目的地的 IP 分组的转发。

3) 在上面的路由表中增加一条路由表项，使所有目的

地址与该路由表中任何路由表项都不匹配的 IP 分组被转发到下一跳“E”。

增加一条默认路由：0.0.0.0/0 E  
路由器表示互联网

组播一定是仅应用于 UDP，且组播使用 D 类地址

路由分为两级：AS内及AS间

同一AS内的路由器运行相同的路由协议  
不同AS内路由协议可以不同

转发由AS内路由算法和AS间路由算法共同配置。

Internet - BGP

AS间路由协议都是相同的

AS间路由协议会向所有内部路由器传播可达性信息。

在多AS间进行选择由AS间路由协议完成

RIP：距离向量路由算法，采用“跳数”作为距离度量

OSPF：链路状态路由算法

OSPF报文直接封装到IP数据报中

OSPF：路由器向AS内所有其他路由器广播路由选择信息，而不仅仅向其相邻路由器广播。

即使链路状态未发生变化，它也要周期性地（至少30分钟一次）广播链路状态。

OSPF报文由IP协议承载（增加了健壮性）

OSPF优点 (RIP不具备):

- ① 安全
- ② 允许使用多条相同费用的路径 (流量均衡)
- ③ 可根据TOS设置不同的费用度量 (不同类型数据分流)
- ④ 集成单播与多播路由
- ⑤ 适用于大规模 AS分层 (再划分) 网络层实现

RIP应用层实现，传输层采用 UDP

BGP采用TCP报文进行传输 (应用层实现)

BGP路由通告信息中两个重要属性：

- ① AS路径
- ② 下一跳

层次路由节省路由表大小，减少路由更新流量，更适应大规模网络

包括相邻路由器及所有相邻链路状态

链路状态路由算法向 AS 内所有路由器发送信息 (洪泛)  
距离向量路由算法只告知相邻结点

链路状态路由算法有更好的规模可扩展性  
好消息传得快，坏消息传得慢。

慢收敛是导致发生路由回路的根本原因

RIP协议最多允许15跳（只适用于小型互联网）

防止数据报不断循环在环路上

RIP协议路由器间交换的是完整的路由表

RIP协议选择的路径不一定时间最短，但一定路由器数量最少，由于采用跳数作为距离度量

OSPF代价最小

OSPF 只有当链路状态发生变化时，路由器才用洪泛法向所有路由器发送此信息，并且更新过程收敛得快，不会出现 RIP 协议“坏消息传得慢”的问题。而在 RIP 协议中，不管网络拓扑是否发生变化，路由器之间都会定期交换路由表的信息。

OSPF 没有“坏消息传播慢”的问题

表 4-5 三种路由协议的比较

协议	RIP <small>小规模应用层</small>	OSPF <small>网络层</small>	BGP <small>应用层</small>
类型	内部	内部	外部
路由算法	距离-向量	链路状态	路径-向量
传递协议	UDP	IP	TCP
路径选择	跳数最少	代价最低	较好，非最佳
交换结点	和本结点相邻的路由器	网络中的所有路由器	和本结点相邻的路由器
交换内容	当前本路由器知道的全部信息，即自己的路由表	与本路由器相邻的所有路由器的链路状态	首次 整个路由表 非首次 有变化的部分

RIP 距离最大为 16，表示无法到达

信道划分 MAC协议在网络负载重时效率高

随机访问 MAC协议在网络负载轻时效率高

全部带宽

轮转访问 MAC协议结合两者优点：不冲突，全部带宽

冲突域：CSMA/CD可以检测到的冲突范围

就是一个冲突域

交换机可以划分冲突域

以太网：不可靠、无连接服务

以太网的MAC协议：CSMA/CD，采用二进制指

数避让算法。

第 $m$ 次冲突后， $n = \min\{m, 10\}$

从 $\{0, 1, 2, \dots, 2^n - 1\}$ 中取 $K$

等待 $K \cdot 512$ 比特的传输延迟时间

802.11 → CSMA/CA

# 交换机通过自学习构造转发表

	物理层设备 中继器 (hub)	多端口的网桥 集线器 (switch)	网桥 (bridge)	路由器 (router)
层次	1	2	2	3
流量(冲突域) 隔离	no	yes	yes	yes
广播域隔离	no	no	no	yes
即插即用	yes	yes	yes	no
优化路由	no	no	no	yes
直通传输 (Cut through)	yes	yes	yes	no

PPP 不会乱序交付，但可能发生差错，没有差错恢复，没有流量控制

802.11 — CSMA/CA

PPP 数据帧中地址、控制字段无效

有连接则一定有确认

4. 数据链路层为网络层提供的服务不包括（ ）。

- A. 无确认的无连接服务
- B. 有确认的无连接服务
- C. 无确认的面向连接服务
- D. 有确认的面向连接服务

5. 对于信道比较可靠并且对实时性要求高的网络，数据链路层采用（ ）比较合适。

- A. 无确认的无连接服务
- B. 有确认的无连接服务
- C. 无确认的面向连接服务
- D. 有确认的面向连接服务

可靠的信道则不需要确认

CDM 码分多路复用主要用于无线通信系统

CSMA/CD 只能进行半双工通信

以太网规定最短帧长 64B (18+46)

$$\frac{L_{\min}}{R} \geq \frac{2d}{V}$$

CSMA/CD

① 听冲突检测，但不能避免

② 边发边听，不发不听，冲突停发，随机重发

③ 以太网

都会冲突，采用二进制指  
数退避算法

CSMA/CA

① 发时不能检测冲突，但尽量避免

② 无线局域网

轮流访问 MAC 适用于负载很高的广播信道

不冲突，全部带宽

19. 下列选项中, 对正确接收到的数据帧进行确认的 MAC 协议是( )。【2011 年计算机

联网真题】

A. CSMA

B. CDMA

C. CSMA/CD

D. CSMA/CA

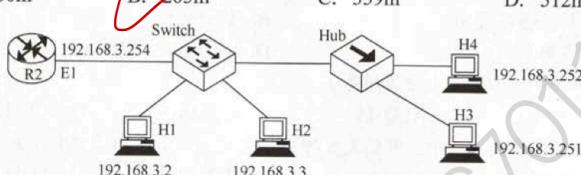
15. 若 Hub 再生比特流过程中, 会产生  $1.535 \mu s$  延时, 信号传播速度为  $200m/\mu s$ , 不考虑以太网帧的前导码, 则 H3 和 H4 之间理论上可以相距的最远距离是( )。【2016 年计算机联考真题】

A. 200m

B. 205m

C. 359m

D. 512m



CSMA/CD 中 =

$$\frac{L_{min}}{R} \geq RTT$$

以太网采用 CSMA/CD, 不考虑前导码,  $L_{min} = 64B$ ,

Hub 为 100Base-T 集线器,  $R = 100Mbps$

$$\frac{64 \times 8}{100} \geq \frac{2d}{200} + 1.535 \times 2 \Rightarrow d = 205m$$

7. 以下几种 CSMA 协议中, ( ) 协议在监听到介质是空闲时仍可能不发送。

A. 1-坚持 CSMA

B. 非坚持 CSMA

C. p-坚持 CSMA

D. 以上都不是

表 3-1 CSMA 协议不同类型比较

信道状态	1-坚持型	非坚持型	p-坚持型
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	继续坚持监听信道	放弃监听, 等待一个随机的时间后再监听	放弃监听, 等待一个随机的时间后再监听

利用交换机可以实现 VLAN，既可以在局域网内隔离冲突域，也可以隔离广播域

虚电路网络也需要路由

- 13 单选 (2分) 主机H通过快速以太网连接Internet，IP地址为192.168.0.8，服务器S的IP地址为211.68.71.80。H与S使用TCP通信时，在H上捕获的其中5个IP分组如表1所示。

表1

编号	IP分组的前40字节内容（十六进制）															
	$48+18=66>64$ , 不需填充															
1	45 00 00 30 01 9b 40 00 80 06 1d e8 c0 a8 00 08 d3 44 47 50 0b d9 13 88 84 6b 41 c5 00 00 00 00 70 02 43 80 5d b0 00 00															
2	45 00 00 30 00 00 40 00 31 06 6e 83 d3 44 47 50 c0 a8 00 08 13 88 0b d9 e0 59 9f ef 84 6b 41 c6 70 12 16 d0 37 e1 00 00															
3	45 00 00 28 01 9c 40 00 80 06 1d ef c0 a8 00 08 d3 44 47 50 0b d9 13 88 84 6b 41 c6 e0 59 9f f0 50 10 43 80 2b 32 00 00															
4	45 00 00 38 01 9d 40 00 80 06 1d de c0 a8 00 08 d3 44 47 50 0b d9 13 88 84 6b 41 c6 e0 59 9f f0 50 18 43 80 c6 55 00 00															
5	45 00 00 28 68 11 40 00 31 06 06 7a d3 44 47 50 c0 a8 00 08 13 88 0b d9 e0 59 9f f0 84 6b 41 d6 50 10 16 d0 57 d2 00 00															

根据表1中的IP分组，S已经收到的应用层数据字节数是 16字节

虚电路的路由选择体现在连接建立阶段，建立后，传输路径就确定了。

虚电路：一定有序，但可靠性由网络保证

服务器发出

} 建立连接  
→ 没有Data

11 单选 (2分) 若数据传输时采用 $\langle D, EDC \rangle$ 差错编码，其中D为数据， $EDC=DD$ ，则该差错编码必然可以

- A. 检测2个比特差错，纠正1个比特差错
- B. 检测2个比特差错，纠正2个比特差错
- C. 检测3个比特差错，纠正2个比特差错
- D. 检测3个比特差错，纠正3个比特差错

$\langle D, DD \rangle$  汉明距离为  $\geq d_S$

① 检错  $d_S = r + 1$ , 可以检测两位比特差错

② 纠错  $d_S = 2r + 1$ , 可以纠正1个比特差错

CRC编码只能检错，但并不是100%检错

选择  $r+1$ 位生成比特模式  $G$ ，计算  $r$ 位的  $R$

$$R = \frac{D \cdot 2^r}{G} \text{ 的余式}$$

若余式不够  $r$ 位，则前面补  $0$

➤ Example:

- Q: 在无噪声情况下, 若某通信链路的带宽为3 kHz, 采用4个相位、每个相位具有4种振幅的QAM调制技术, 则该通信链路的最大数据传输速率是多少?
- A: 24 kbps

$$M=16$$

奈奎斯特公式:  $C = 2B \log_2 M$

↑ 最大信号速率  
↑ 带宽  
↓ 信号状态数

➤ Example:

- Q: 若某通信链路的带宽为2 MHz, 信噪比为30 dB, 则该通信链路的最大数据传输速率约是多少?
- A: 20 Mbps

香农公式  $C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N})$

分贝 =  $10 \log_{10} (\frac{S}{N})$   
↑ 信噪比

# ① 数字信号传输数字数据

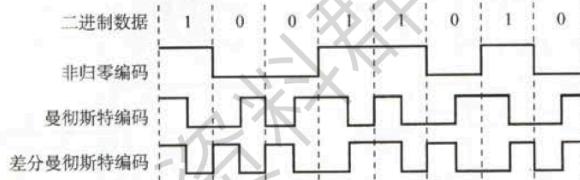


图 2-2 三种常用的编码方式

以太网采用曼彻斯特编码

# ② 模拟信号传输数字数据

典型方法：ASK、FSK、PSK、QAM

# ③ 数字信号传输模拟数据

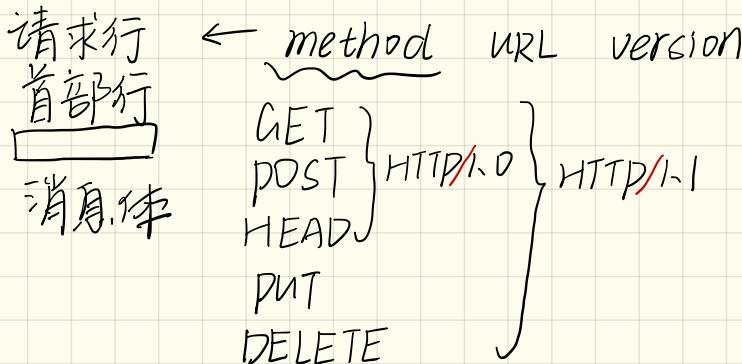
抽样、量化、编码

# ④ 模拟信号传输模拟数据

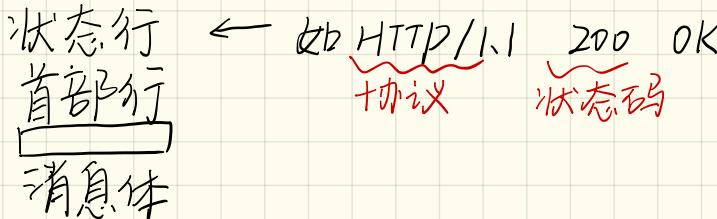
FDM

# 报文格式

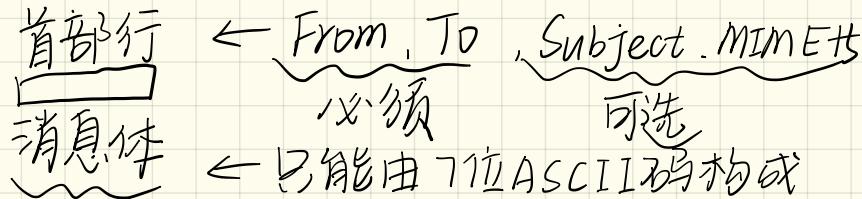
## HTTP 请求消息



## HTTP 响应消息



## Email 消息



# DNS协议与消息

## ❖ DNS协议：

- 查询(query)和回复(reply)消息
- 消息格式相同

## ❖ 消息头部

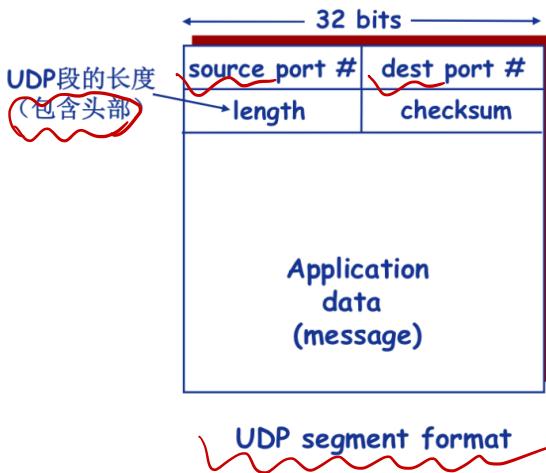
- Identification: 16位查询编号, 回复使用相同的编号

- flags

- 查询或回复
- 期望递归
- 递归可用
- 权威回答

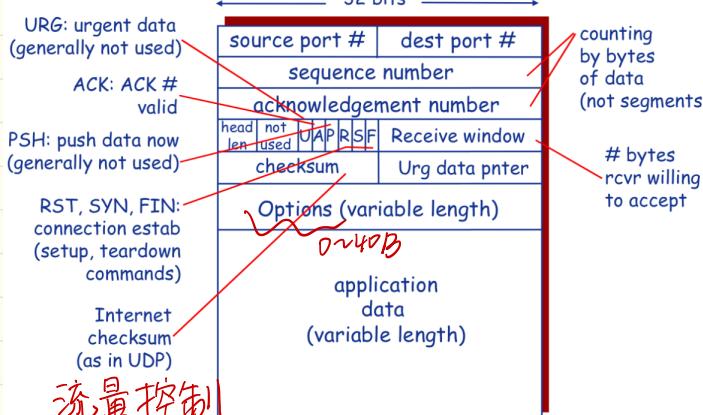
identification	flags
number of questions	number of answer RRs
number of authority RRs	number of additional RRs
questions (variable number of questions)	
answers (variable number of resource records)	
authority (variable number of resource records)	
additional information (variable number of resource records)	

↑  
12 byte  
↓



# TCP段结构

首部一般为20字节



RST = 表明TCP连接出现严重差错，需重新建立

接收窗口：16位，指示接收方愿意接受的字节数量

首部长度：4位，以4个字节为单位。

紧级数据指针：指向紧级数据的最后一个字节

RST, SYN, FIN 与连接的建立和拆除有关

URG：指示报文中有发送方置为“紧级”的数据

PSH：接收方应立刻将数据交给上层

ACK：确认号字段有效。

seq：第一个数据字节的编号

ACK：希望接收到的下一个数据字节的序列号  
累积确认



版本号：4 → IPv4    6 → IPv6

首部长度：4个字节为单位，一般为5

片偏移：只指数据部分，8个字节为单位

协议：6 → TCP    17 → UDP

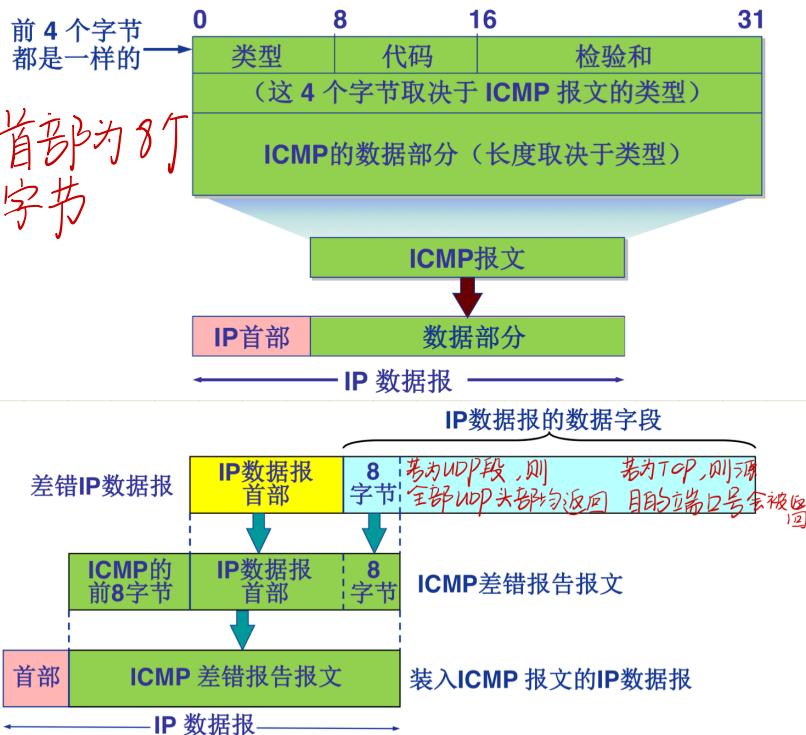
首部校验和：逐跳检验，逐跳计算。

选项字段：0~40B

填充字段：0~3B，保证32位对齐

所以分片时除了最后一个分片，其他片的有效载荷都是8的倍数。

## ❖ ICMP报文封装到IP数据报中传输



优先级(priority): 标识数据报的优先级

流标签(flow Label): 标识同一“流”中的数据报

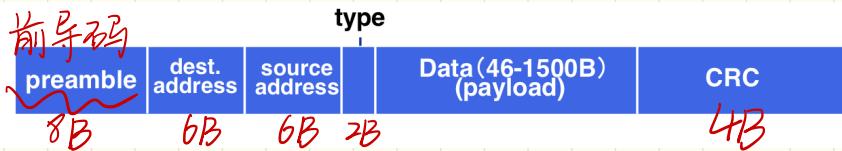
下一个首部(next header): 标识下一个选项首部或上层协议首部(如TCP首部)



彻底移除校验和 = 减少每跳处理时间  
选项 = 从基本首部移除，可由扩展首部实现



IPV6数据报不允许分片，如果因太大不能转发到链路上，则丢弃。



type 用于复用 / 分用

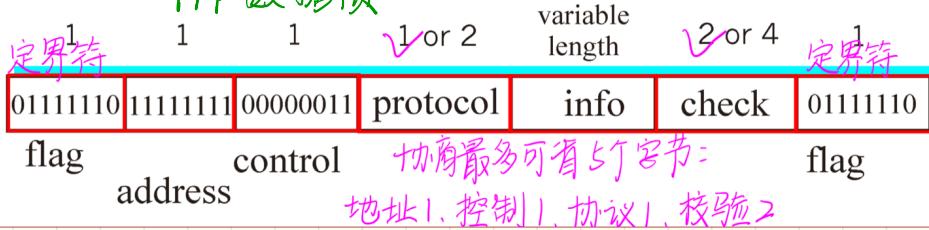
前导码：7个字节的10101010，第八个字节为10101011

用于时钟同步，若不特殊说明，以太网帧中不包含该字段

Data：如果不够多46B，需要填充

$$\textcircled{C} \quad L_{\min}/R \geq RTT$$

### PPP 数据帧



地址、控制字段无效

PPP 无需明确 MAC 地址

0111110 若作为数据字段，在其前加 0111101

单个 0111101，为填充字节

两个连续 0111101，丢弃 1，剩一个为数据字节

看分子部分

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

$$= \sum_{i=1}^n X_i(Y_i - \bar{Y}) - \underbrace{\sum_{i=1}^n \bar{X}(Y_i - \bar{Y})}$$

$$= \bar{X} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})$$

$$= \bar{X} \left( \sum_{i=1}^n Y_i - n\bar{Y} \right)$$

$$\quad \quad \quad \swarrow = \bar{X} (n\bar{Y} - n\bar{Y}) = 0$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i = n\bar{Y}$$