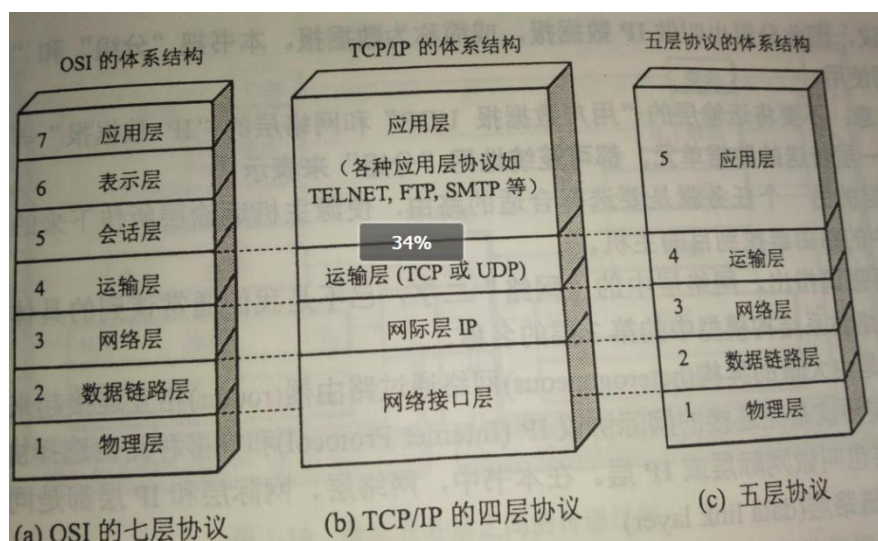


计算机网络要点梳理

计网的知识点很碎很杂，很多都要理解整个过程，没办法用简单的言语表达，建议还是刷课后题来的实在。

1. 计算机网络的两个重要基本特点：连通性和共享。
2. 计算机网络由若干结点和连接这些结点的链路组成。
3. 网络指把主机连接在一起。internet 是互连网，是网络的网络，通过路由器把许多网络连接在一起。Internet 是互联网，指全球最大的、开放的、由众多网络相互连接而成的特定互连网，采用 TCP/IP 协议簇作为通信的规则。
4. 四层体系结构和五层体系结构的区别与联系：

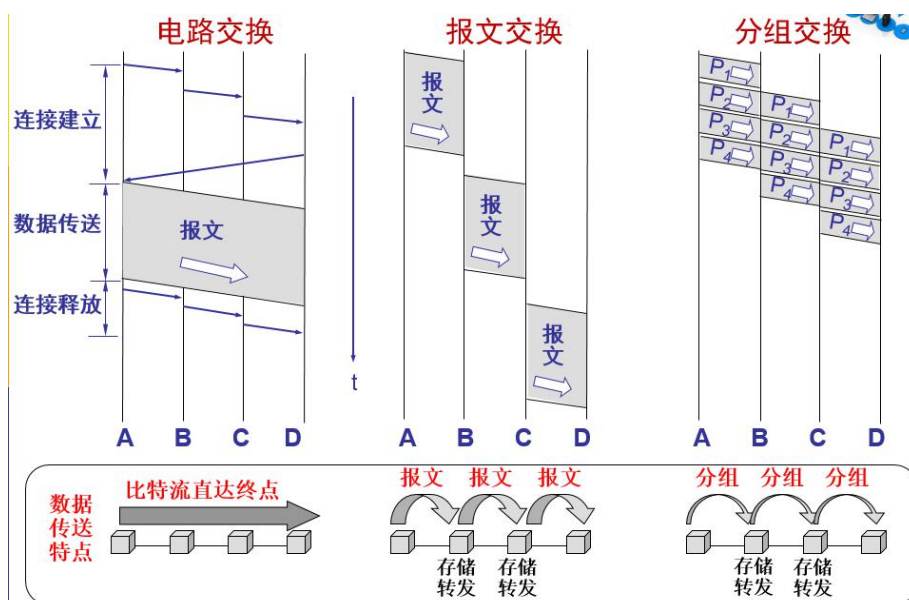


5. 互联网标准化工作的三个阶段：互联网草案；建议标准；互联网标准。
6. 互联网的边缘部分：由所有连接在互联网上的主机组成。用于通信和资源共享，用户直接使用。
7. 互联网的核心部分：由大量网络和连接这些网络的路由器组成。是为边缘部分提供服务的。
8. 边缘部分的两种通信方式：客户-服务器方式（C/S 方式）和对等方式（P2P 方式）。
9. 核心部分的三种交换方式区别与联系：

电路交换：电路交换是面向连接的，有专属的物理通路，建立连接、通信、释放连接。

分组交换：单个分组传送到相邻结点，存储下来后查找转发表，转发到下一个结点。

报文交换：整个报文传送到相邻结点，全部存储下来后查找转发表，转发到下一个结点。



优缺点：

电路交换：端对端通信质量因约定了通信资源获得可靠保障，对连续传送大量数据效率高。

报文交换：无须预约传输带宽，动态逐段利用传输带宽对突发式数据通信效率高，通信迅速。

分组交换：具有报文交换之高效、迅速的要点，且各分组小，路由灵活，网络生存性能好。

10. 计算机网络分类：注意英文简写

按照作用范围：广域网 WAN；城域网 MAN；局域网 LAN；个人区域网 PAN。

按照使用者分：公用网；专用网

用来把用户接入到互联网的网络：接入网 AN。

11. 计算机网络性能指标：

1) 速率：指数据的传送速率，单位：bit/s。

2) 带宽：指单位时间内某信道能通过“最高速率”，单位：bit/s。

3) 吞吐量：是单位时间内某网络的实际的数据量。

4) 时延：

发送时延：主机或路由器发送数据帧所需要的时间，=帧长度/发送速率。

传播时延：电磁波在信道中传播移动距离花费的时间，=信道长度/传播速率。

处理时延：主机或路由器收到分组处理所花费的时间。

排队时延：分组在路由器的输入队列中排队所产生的时延。

5) 时延带宽积：=传播时延×带宽。又称为以比特为单位的链路长度。

6) 往返时间 RTT：双向交互一次所需的时间。

7) 利用率：信道或网络的利用率过高会产生非常大的时延。

12. 计算机网络体系结构：法律上的国际标准 OSI（开放系统互连基本参考模型）；事实上的国际标准 TCP/IP。

13. 网络协议三要素：

语法：数据与控制信息的结构或格式。

语义：需要发出何种控制信息，完成何种动作及做出何种响应。

同步：事件实现顺序的详细说明。

14. 实体、协议、服务：

实体：表示任何发送或接收信息的硬件或软件进程。

协议：控制两个或多个对等实体进行通信的规则集合。

服务：下层向上层提供的服务。

协议是“水平的”，即协议控制的是对等实体间的通信。服务是“垂直的”，即服务是下层向上层通过层间接口提供的。

15. 物理层四大特性：

机械特性：指明接口所用的接线器的形状和尺寸、引线数目和排列、固定和锁定装置等等。

电气特性：指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围。

功能特性：指明某条线上出现的某一电平的电压表示何意。

规程特性：说明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序。

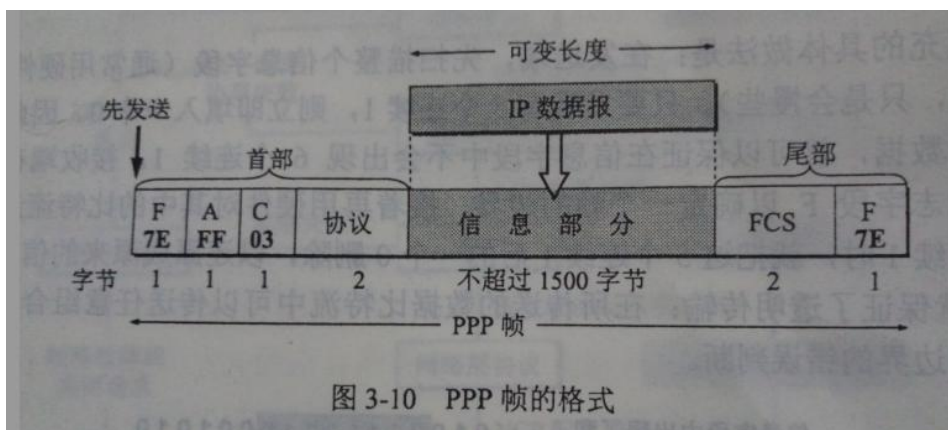
16. 信道、信号、信息、数据：

信道：一般用来表示向某一个方向传送信息的媒体。

信号：数据的电气的或电磁的表现。

- 信息：这个老师提了，但真没找到，不知道是不是口误。
- 数据：运送消息的实体。
17. 信道的三种通信方式：
- 单向通信（单工通信）：只能有一个方向的通信而没有反方向的交互。
 - 双向交替通信（半双工通信）：通信的双方都可以发送信息，但不能双方同时发送(当然也就不能同时接收)。
 - 双向同时通信（全双工通信）：通信的双方可以同时发送和接收信息。
18. 基带信号、带通信号：liaojie
- 基带信号（即基本频带信号）：来自信源的信号。像计算机输出的代表各种文字或图像文件的数据信号都属于基带信号。
 - 带通信号：经过载波调制后的信号。
19. 曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码：
- 曼彻斯特编码：位周期中心的向上跳变代表 0，位周期中心的向下跳变代表 1。但也可反过来定义。
 - 差分曼彻斯特编码：在每一位的中心处始终都有跳变。位开始边界有跳变代表 0，而位开始边界没有跳变代表 1。
20. 信道的极限容量的奈式准则：在任何信道中，码元传输的速率是有上限的，否则就会出现码间串扰的问题，使接收端对码元的判决（即识别）成为不可能。如果信道的频带越宽，也就是能够通过的信号高频分量越多，那么就可以用更高的速率传送码元而不出现码间串扰。
21. 信道的极限传输速率的香农公式：信道的带宽或信道中的信噪比越大，则信息的极限传输速率就越高。意义：只要信息传输速率低于信道的极限信息传输速率，就一定可以找到某种办法来实现无差错的传输。
22. 物理层下传输媒体的分类：
- 导引型传输媒体：依托于各种物理介质进行传输。
 - 非导引型传输媒体：大气、空气等等。无线传播。
23. 信道复用技术：注意缩写
- 频分复用 FDM：所有的用户在同样的时间占用不同的带宽资源。
 - 时分复用 TDM：所有的用户在不同的时间占用同样的带宽。
 - 波分复用 WDM：是光的频分复用，可以认为是频分复用的一种，不重要。
 - 码分复用 CDM：所有的用户在同样的时间使用同样的频带进行通信，由于各用户使用经过特殊挑选的不同码型，各用户之间不会造成干扰。这个是重点
24. 码分复用：
- 每个站被指派一个唯一的 m bit 码片序列。
 - 如发送比特 1，则发送自己的 m bit 码片序列。
 - 如发送比特 0，则发送该码片序列的二进制反码。
 - 每个站分配的码片序列不仅必须各不相同，而且还必须互相正交。两个不同站的码片序列正交，就是向量 S 和 T 的规格化内积等于 0：
- 正交的计算：**
- 令向量 S 表示站 S 的码片向量，令 T 表示其他任何站的码片向量。则如果正交，有：
- $$S \bullet T \equiv \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i T_i = 0$$
25. ADSL 电话线接入，HFC 光纤接入。

26. 数据链路层三个基本问题：封装成帧、透明传输、差错控制。



27.

28. PPP 协议中，采用 0x7E (01111110) 作为帧定界符，两个帧定界符之间即为一个帧。

29. PPP 协议实现透明传输的两种方法：

- 字节填充：遇到一个 0x7E 转变成 2 字节序列 (0x7D, 0x5E)，遇到转义字符 0x7D，则变成 0x7D, 0x5D。遇到数值小于 0x20 的字符，要做相应的改变，如 0x03 变成 0x7D, 0x23。
- 零比特填充：只要发现 5 个连续的 1，立马填入一个 0。

30. 基于循环冗余检验 CRC 的帧检测序列 FCS：3-07、3-08。

31. 局域网：网络为一个单位所有，且地理范围和站点数据均有限。

32. 局域网中用到的设备有集线器和交换机。知道这两个的计算区别 3-30、3-31

33. 以太网两个标准：DIX Ethernet V2 是世界上第一个局域网产品（以太网）的规约，IEEE 802.3 是第一个 IEEE 的以太网标准。

34. CSMA/CD：发前先听，边发边听，冲突停止，等待重发。河南大学考试墙 QQ2139034270

端到端的传播时延 τ 。因此总线被占用的时间是 2τ 。这样做是为了使刚刚收到数据帧的站的接收缓存来得及清理，做好接收下一帧的准备。

根据以上所讨论的，可以把 CSMA/CD 协议的要点归纳如下：

- (1) 准备发送：适配器从网络层获得一个分组，加上以太网的首部和尾部（见后面的 3.4.3 节），组成以太网帧，放入适配器的缓存中。但在发送之前，必须先检测信道。
- (2) 检测信道：若检测到信道忙，则应不停地检测，一直等待信道转为空闲。若检测到信道空闲，并在 96 比特时间内信道保持空闲（保证了帧间最小间隔），就发送这个帧。
- (3) 在发送过程中仍不停地检测信道，即网络适配器要边发送边监听。这里只有两种可能性：
 - ① 发送成功：在争用期内一直未检测到碰撞。这个帧肯定能够发送成功。发送完毕后，其他什么也不做。然后回到(1)。
 - ② 发送失败：在争用期内检测到碰撞。这时立即停止发送数据，并按规定发送人为干扰信号。适配器接着就执行指数退避算法，等待 r 倍 512 比特时间后，返回到步骤(2)，继续检测信道。但若重传达 16 次仍不能成功，则停止重传而向上报错。

以太网每发送完一帧，一定要把已发送的帧暂时保留一下。如果在争用期内检测出发生了碰撞，那么还要在推迟一段时间后再把这个暂时保留的帧重传一次。

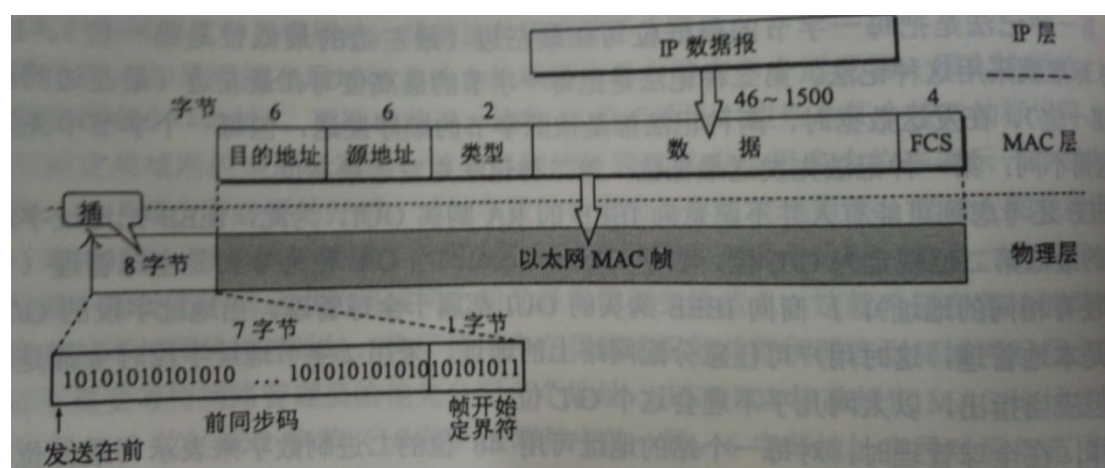
34. 二进制指数退避算法：

- 发生碰撞的站在停止发送数据后，要推迟（退避）一个**随机时间**才能再发送数据。
 - 基本退避时间取为争用期 2τ 。
 - 从整数集合 $[0, 1, \dots, (2^k - 1)]$ 中**随机**地取出一个数，记为 r 。重传所需的时延就是 r 倍的基本退避时间。
 - 参数 k 按下面的公式计算：

$$k = \text{Min}[\text{重传次数}, 10]$$
 - 当 $k \leq 10$ 时，参数 k 等于重传次数。
 - 当重传达 16 次仍不能成功时即丢弃该帧，并向高层报告。

35. 交换机自学习：从一个口收到帧，先把这个帧的源 MAC 地址和接口记录或更新，查找表项中是否有目的 MAC 地址，有，直接交付，没有，进行广播交付。

36. MAC 帧的帧格式：



37. 低速以太网向高速以太网升级时，**帧格式不变，最短有效帧长不变。**

38. 100BASE-T：100 代表最大 100Mbit/s，base 表示基带传输，没有进行调制和频分复用，T 代表传输介质时双绞线。F 代表光纤。

39. 10Mbit/s 以太网最小帧 64 字节，帧定界同步码 8 字节，帧间最小间隔 96 比特时间。争用期为 512bit 时间。

对比的方面	虚电路服务	数据报服务
思路	可靠通信应当由网络来保证	可靠通信应当由用户主机来保证
连接的建立	必须有	不需要
终点地址	仅在连接建立阶段使用，每个分组使用短的虚电路号	每个分组都有终点的完整地址

分组的转发	属于同一条虚电路的分组均按照同一路由进行转发	每个分组独立选择路由进行转发
当结点出故障时	所有通过出故障的结点的虚电路均不能工作	出故障的结点可能会丢失分组，一些路由可能会发生变化
分组的顺序	总是按发送顺序到达终点	到达终点时不一定按发送顺序
端到端的差错处理和流量控制	可以由网络负责，也可以由用户主机负责	由用户主机负责

40. 网络层提供两种服务的区别：

41. 虚拟互连网络就是逻辑互连网络，意思就是互连起来的各种物理网络的异构性时客观存在的，但我们利用 IP 协议就可以使这些性能各异的网络在网络层上看起来时一个统一的网络。

42. 分类的 IP 地址：A、B、C、D、E 五类 IP 地址的网络号前几位分别是 0, 10, 110, 1110, 1111, 网络号的位数分别是 8, 16, 24, D 类是多播，E 类保留未使用。

网络号	主机号	源地址使用	目的地址使用	代表的意思
0	0	可以	不可	在本网络上的本主机（见 6.6 节 DHCP 协议）
0	host-id	可以	不可	在本网络上的某台主机 host-id
全 1	全 1	不可	可以	只在本网络上进行广播（各路由器均不转发）
net-id	全 1	不可	可以	对 net-id 上的所有主机进行广播
127	非全 0 或全 1 的任何数	可以	可以	用作本地软件环回测试之用



首部长度的一个单位占 4 个字节。总长度单位为字节。标志字段最低位为 MF，=1 表示还有分片，=0 表示最后一个分片，中间一位为 DF，=1 代表不能分片，=0 代表可以分片。片偏移单位为 8 个字节。生存时间代表可通过路由器的最大跳数。协议代表数据部分的数据采用的协议。首部校验和把首部分为 16 位的多组，进行反码算术运算，把和再求反码，得到首部校验和。可变部分最大为 40 字节。

43. ARP 地址解析协议，用来获取本局域网上 IP 地址为 x 的主机的 MAC 地址。

44. IP 分组如何进行存储转发，网络地址怎么求，子网中主机数的计算。

45. 划分子网的原因：

- (1) IP 地址空间的利用率有时很低。
- (2) 给每一个物理网络分配一个网络号会使路由表变得太大而使网络性能变坏。
- (3) 两级的 IP 地址不够灵活。

为什么划分子网

1. IP 地址空间的利用率有时很低。
2. 给每一个物理网络分配一个网络号会使路由表变得太大而使网络性能变差。
3. 两级地址不够灵活。

46. 路由时最长前缀匹配，就是多个匹配时，选网络号最长的那个。

47. ICMP 分类：

a) ICMP 差错报告报文：

- i. 终点不可达
- ii. 时间超时 主要看生存时间字段
- iii. 参数问题
- iv. 改变路由

b) ICMP 询问报文

- i. 回送请求和回答
- ii. 时间戳请求和回答

48. PING 命令是 ICMP 的一个应用，它使用了 ICMP 回送请求和会送回答报文，没有通过运输层的 TCP 或 UDP。

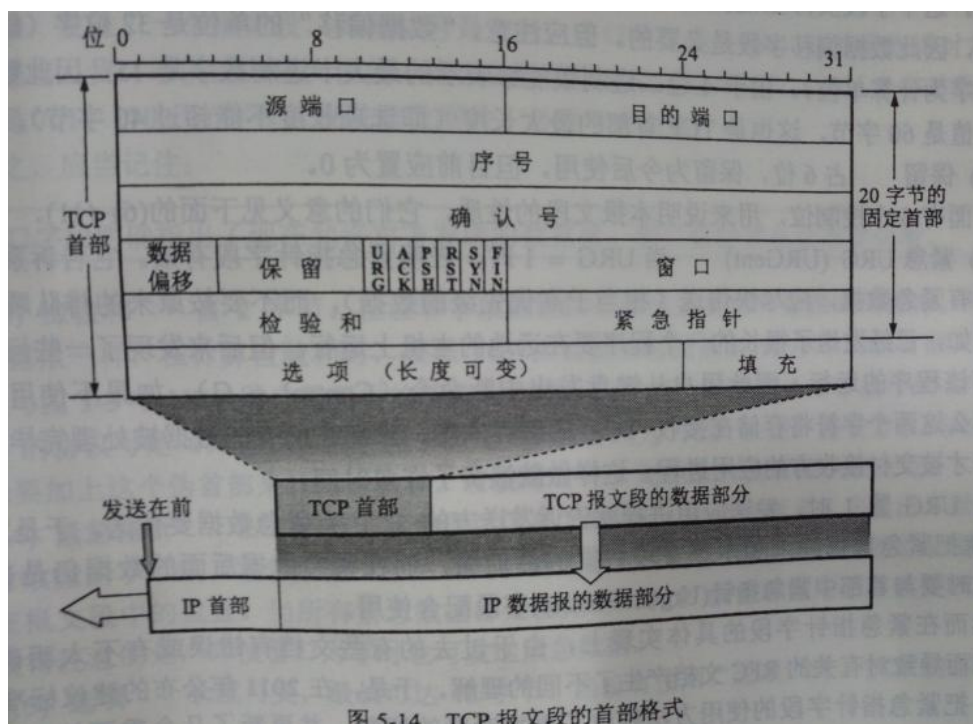
49. 不发送 ICMP 报文的情形：

- a) 对 ICMP 差错报告报文不再发送 ICMP 差错报告报文。
 - b) 对第一个分片的数据报片的所有后续数据报片都不发送 ICMP 差错报告报文。
 - c) 对具有多播地址的数据报都不发送 ICMP 差错报告报文。
 - d) 对具有特殊地址（如 127.0.0.0 或 0.0.0.0）的数据报不发送 ICMP 差错报告报文。
50. 路由协议三要素：和谁交换，交换什么，什么时候交换。
51. RIP 协议：
- a) 仅和相邻路由器交换信息。
 - b) 交换的信息是当前本路由器所知道的全部信息，即自己的路由表。
 - c) 按固定的时间间隔交换路由信息，例如，每隔 30 秒。当网络拓扑发生变化时，路由器也及时向相邻路由器通告拓扑变化后的路由信息。
52. RIP 采用的是距离向量算法，OSPF 采用的是链路状态算法。
53. 内部网关协议：RIP,OSPF。外部网关协议：BPG。
54. 网际组管理协议 IGMP：为了使路由器知道多播组成员的信息。
55. 什么是隧道技术，NAT，公用的 IP 地址范围。
56. 下一跳相同要更新，距离变小要更新，不变或者变大不更新。
57. 运输层：实现网络边缘部分的主机与主机的通信。
58. 什么是端口：端口实现了复用与分用功能

表 5-2 常用的熟知端口号

应用程序	FTP	TELNET	SMTP	DNS	TFTP	HTTP	SNMP	SNMP (trap)	HTTPS
熟知端口号	21	23	25	53	69	80	161	162	443

59. UDP 和 TCP 区别：
- UDP 面向无连接，TCP 面向连接；UDP 尽最大努力交付，TCP 可靠交付；UDP 面向报文，TCP 面向字节流；UDP 没有拥塞控制，TCP 有；UDP 支持多对多，TCP 只支持一对一。
60. TCP 的连接：
- 套接字 socket=（IP 地址：端口号）。
- TCP 连接：：={socket1,socket2}={ (IP1:port1), (IP2,port2)}。
61. 停止等待协议和连续 ARQ 协议是数据链路层协议
62. 知道出错后双方是怎么做的。
63. TCP 格式：



- a) 序号：指本报文段发送的第一个字节的编号。
- b) 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。
- c) 数据偏移：其实指首部长度，单位为 4 字节。
- d) 紧急 URG：=1 表示数据紧急，不按照原本的排队顺序，尽快送达此数据，与紧急指针配合使用
- e) 确认 ACK：=1 时确认号字段才有效。
- f) 推送 PSH：=1 代表立马交付此数据，而不必等接收缓冲区满
- g) 复位 RST：=1 表示 TCP 连接出现严重错误，要断开连接。
- h) 同步 SYN：=1&&ACK=0，连接请求报文；SYN=1&&ACK=1，连接接受报文。
- i) 终止 FIN：=1 表示要求释放连接。
- j) 窗口：表示发送方的接收窗口大小，用来让对方调整发送窗口大小。
- k) 检验和：
- l) 紧急指针：URG=1 时使用，表示紧急数据结尾在本报文段中的位置，即使窗口为 0 也可发送紧急数据。
- m) 选项：最大 40 字节。

TCP 这块没法言传，自己看不进书的同学推荐看 MOOC 上哈工大的 TCP 讲解，很详细。

64. TCP 采用累积确认机制。(这不是让背概念，是要理解什么意思)
65. TCP 可靠传输：滑动窗口谁先滑动，怎么滑，什么时候滑。(P221，这部分好好理解吧)
66. 流量控制是谁对谁的控制，怎么样控制。
67. 拥塞的四个算法。征兆，动作。
68. TCP 建立连接的三次握手和释放连接的四次握手。
69. TCP 握手原语怎么写。
70. 任何一个连接在互联网上的主机或路由器，都有一个唯一的层次结构的名称，即域名
71. 域名是成树状组织，从根到顶级域名到各级域名。
72. 域名分四大类：根域名服务器，顶级域名服务器，权限域名服务器，本地域名服务器。
73. 主机向本地域名服务器查询采用递归查询。递归查询就是，a 问 b，b 去问 c。

74. 本地域名服务器向根域名服务器的查询采用迭代查询。迭代查询就是 a 问 b，b 说 c 知道，a 再去问 c。
75. FTP 分为控制进程和数据传送进程，大致过程为：
 当客户进程向服务器进程发出建立连接请求时，要寻找连接服务器进程的熟知端口 (21)，同时还要告诉服务器进程自己的另一个端口号码，用于建立数据传送连接。
 接着，服务器进程用自己传送数据的熟知端口 (20) 与客户进程所提供的端口号码建立数据传送连接。
76. FTP 在运输层使用了 TCP 协议。
77. TELNET 能将用户的击键传到远地主机，同时也能将远地主机的输出通过 TCP 连接返回到用户屏幕。这种服务是透明的，因为用户感觉到好像键盘和显示器是直接连在远地主机上。（了解，不用记）
78. URL 统一资源定位符：<协议>://<主机>:<端口>/<路径>
79. HTTP 是基于 TCP 的，具体是怎么做的，P268。
- 浏览器分析超链指向页面的 URL。
 - 浏览器向 DNS 请求解析 www.tsinghua.edu.cn 的 IP 地址。
 - 域名系统 DNS 解析出清华大学服务器的 IP 地址。
 - 浏览器与服务器建立 TCP 连接。
 - 浏览器发出取文件命令：GET /chn/yxsx/index.htm。
 - 服务器给出响应，把文件 index.htm 发给浏览器。
 - TCP 连接释放。
 - 浏览器显示“清华大学院系设置”文件 index.htm 中的所有文本。
80. Cookie 技术可以让站点来标记跟踪用户。
81. 搜索引擎分全文检索搜索和分类目录搜索。
82. 发送电子邮件采用 SMTP，接收电子邮件采用 POP3 和 IMAP。
83. 电子邮件由信封和内容两部分组成。地址格式为：收件人邮箱名@邮箱所在主机的域名。

邮件内容的首部

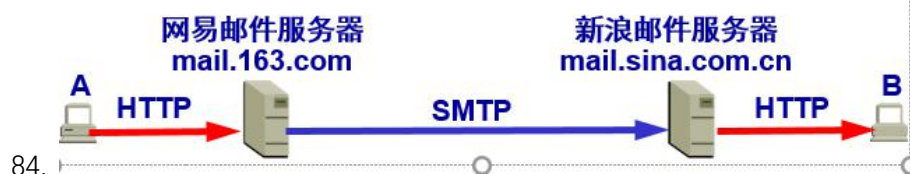


- **“To:”** 后面填入一个或多个收件人的电子邮件地址。用户只需打开地址簿，点击收件人名字，收件人的电子邮件地址就会自动地填入到合适的位置上。
- **“Subject:”** 是邮件的主题。它反映了邮件的主要内容，便于用户查找邮件。
- **“Cc:”** 表示应给某某人发送一个邮件副本。
- **“From”** 和 **“Date”** 表示发信人的电子邮件地址和发信日期。
- **“Reply-To”** 是对方回信所用的地址。

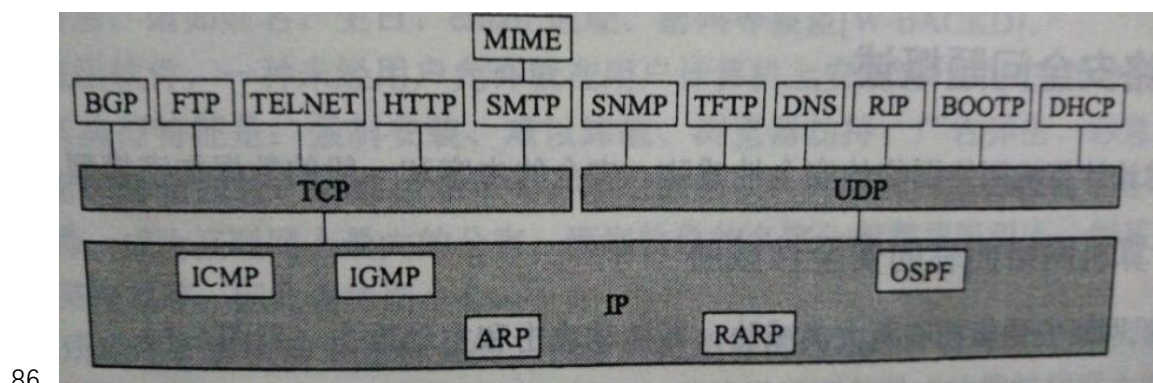
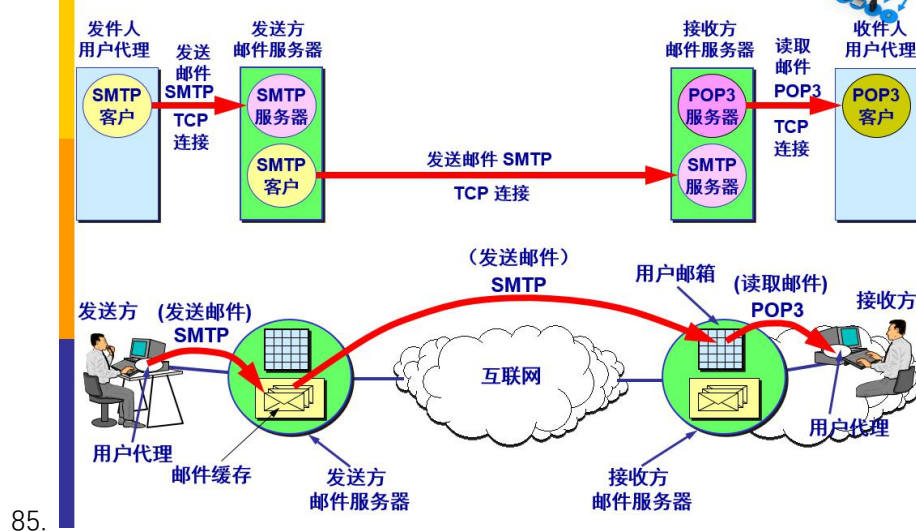
6.5.5 基于万维网的电子邮件

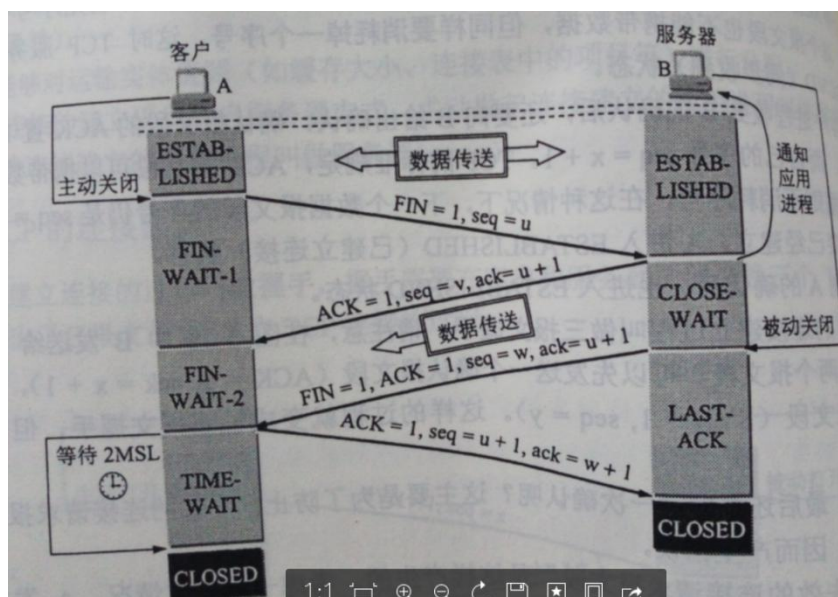
- 电子邮件从 A 发送到网易邮件服务器使用 HTTP 协议。
- 两个邮件服务器之间的传送使用 SMTP。
- 邮件从新浪邮件服务器传送到 B 是使用 HTTP 协议。

万维网电子邮件的好处：只要能够找到上网的计算机，打开任何一种浏览器就可以非常方便地收发电子邮件。

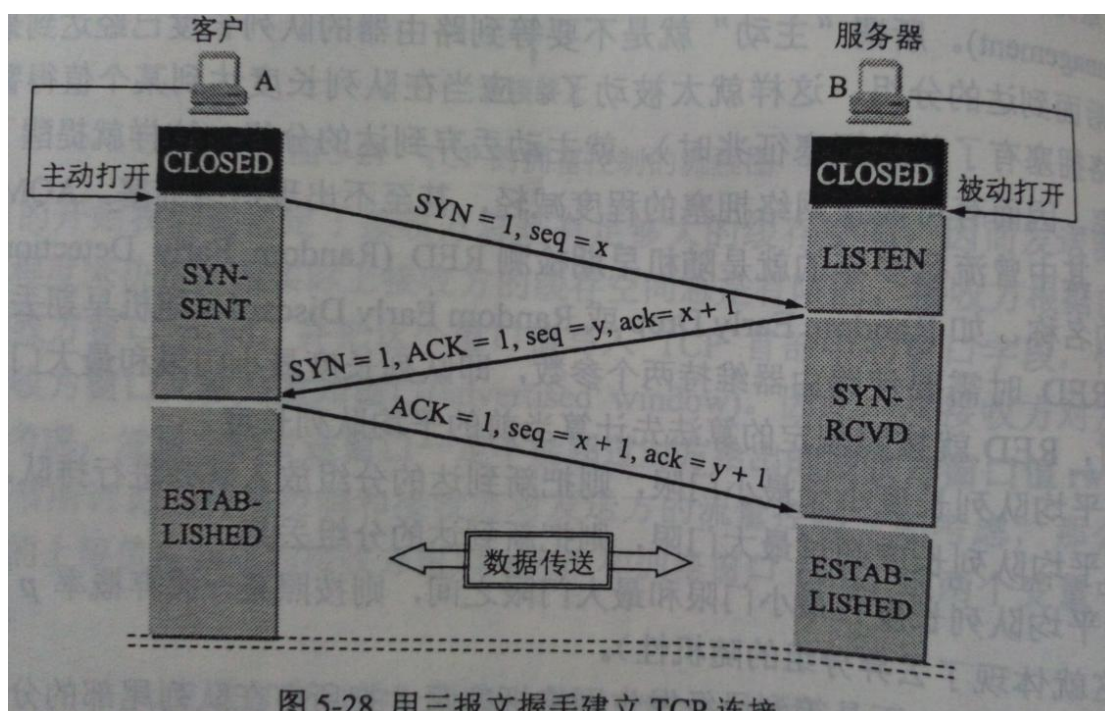


电子邮件的最主要的组成构件





87.



88.

图 5-28 用三报文握手建立 TCP 连接