《计算机网络》整理资料

第 1 章 概述

1、计算机网络的两大功能：**连通性和共享；**

2、因特网发展的三个阶段：①从单个网络 ARPANET 向互联网发展的过程。②建成了三级结构的因特网。③逐渐形成了多层次 ISP（Internet service provider） 结构的因特网。

3、NAP（或称为 IXP)网络接入点：用来交换因特网上流量；向各 ISP 提供交换设施，使他们能够互相平等通信

4、因特网的组成：

①边缘部分：用户利用核心部分提供的服务直接使用网络进行通信并交换或共享信息；主机称为端系统，（是进程之间的通信）

两类通信方式：

- ✧ 客户服务器方式：客户是服务的请求方，服务器是服务的提供方；客户程序：一对多，必须知道服务器程序的地址；服务程序：可同时处理多个远地或本地客户的请求（被动等待）；
- ✧ 对等连接方式（p2p)：平等的、对等连接通信。既是客户端又是服务端；

②核心部分：为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）（主要由路由器和网络组成）；核心中的核心：路由器（转发收到的分组，实现分组交换）

交换——按照某种方式动态地分配传输线路的资源：

- ✧ 电路交换：建立连接（占用通信资源）→通话（一直占用通信资源）→释放资源（归还通信资源）始终占用资源；
- ✧ 报文交换：基于存储转发原理（时延较长）；
- ✧ 分组交换：报文（message）切割加上首部（包头 header）形成分组（包 packet）；优点：高效（逐段占用链路，动态分配带宽），灵活（独立选择转发路由），迅速（不建立连接就发送分组），可靠（保证可靠性的网络协议）；存储转发时造成时延；

后两者不需要预先分配传输带宽；

路由器处理分组过程：缓存→查找转发表→找到合适端口；

3、计算机网络的分类

- ● **按作用范围：WAN(广)，MAN（城），LAN（局），PAN（个人）；**
- ● 按使用者：公用网，专用网；
- ● 按介质：有线网，光纤网，无线网络；
- ● 按无线上网方式：WLAN，WWAN（手机）；
- ● 按通信性能：资源共享，分布式计算机，远程通信网络。

6、计算机网络的性能

1) 速率（比特每秒 b/s）：数据量/信息量的单位；

2) **带宽（两种）**：①频域称谓，赫兹 Hz，信号具有的频带宽度；②时域称谓，比特每秒（b/s），通信线路的最高数据率；两者本质一样，宽度越大，传输速率自然越高；

3) 吞吐量：单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的数据量。受网络的带宽或网络的额定速率的限制。

4) 时延：

- ● 发送时延（传输时延）：$\text{发送时延} = \dfrac{\text{数据帧长度（ b）}}{\text{发送速率（ b/s）}}$；发生在及其内部的发送器中；
- ● 传播时延：$\text{传播时延} = \dfrac{\text{信道长度（ m）}}{\text{电磁波在信道上的传播 速率（ m/s）}}$；发生在及其外部的传输信道媒体上；
- ● 处理时延：交换结点为存储转发而进行一些必要的处理所花费的时间。
- ● 排队时延：结点缓存队列中分组排队所经历的时延。（取决于当时的通信量）；

- 数据的发送速率不是比特在链路上的传播速率。

5) 时延带宽积：时延带宽积（体积）=传播时延（长）X 带宽（截面积），以比特为单位的链路长度；

6) 往返时间（RTT）：简单来说，就是两倍传播时延（实际上还包括处理时延，排队时延，转发时的发送时延）；

7) 利用率：信道利用率→网络利用率（全网络的信道利用率的加权平均值）$D=\frac{D_0}{1-U}$，U 为利用率，D 为时延，因此利用率不是越高越好。减少方法：增大线路的带宽。

7、非特征性能：费用，质量，标准化，可靠性，可扩展性和可升级性，易于管理和维护。

8、计算机网络体系结构

OSI/RM——开放系统互连参考模型（**法律上的国际标准**）；

TCP/IP——**事实上的国际标准**；

协议——为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定。 三要素：语法（结构和格式），语义（动作），同步（顺序）；

分层的好处：①各层之间是独立的；②灵活性好；③结构上可分割开；④易实现和维护；⑤能促进标准化工作。

五层体系结构：

- 应用层：为用户正在运行的程序提供服务；（HTTP,SMTP,FTP）；
- 运输层：负责进程之间的通信提供服务(TCP 报文段，UDP 用户数据包)（复用和分用）；
- 网络层：负责分组交换网上的不同主句提供通信服务（IP）；
- 数据链路层：将网络层交下来的 IP 数据报组装成帧，在两个相邻节点（主机和路由器之间或路由器之间）间的链路上“透明”地传送帧中的数据；
- 物理层：透明地传送比特流（双绞线、同轴电缆等不在物理层）。

9、实体、协议、服务之间的关系

实体——任何可发送或接受信息的硬件或软件进程；

协议——控制两个对等实体（或多个实体）进行通信的规则的集合；（水平的）

在协议的控制下，两个对等实体间的通信使得本层能够向上一层提供服务（垂直的）。

要实现本层协议，还需要使用下层所提供的服务。

同一系统相邻两层的实体进行交互的地方，称为**服务访问点 SAP (Service Access Point)。**

下面的协议对上面的服务用户是透明的。

IP over Everything　　Everything over IP

10、计算机网络是一些互相连接的、自治的计算机的集合。

11、网络体系结构两层的实体间交换信息的位置称为 SAP 服务访问点。

12、计算机网络的各层及其协议的集合称为网络的体系结构。

13、电路交换没有采用存储转发机制的交换方式。

14、网络接口层、网际层、运输层和应用层属于 TCP/IP 体系结构的层次。

第 2 章 物理层

1、基本概念

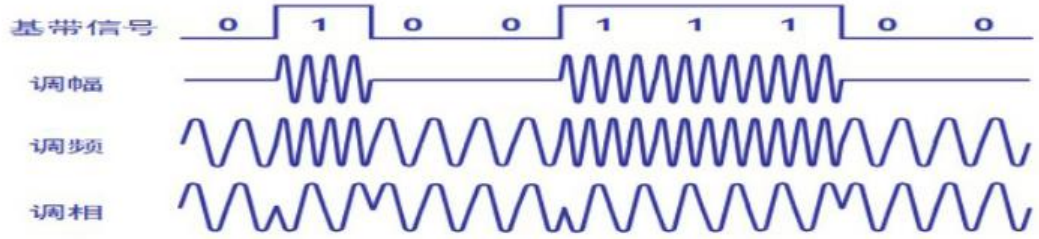
机械特性（接口）；**电气特性**（电压范围）；**功能特性**（电压的意义）；**规程特性**（顺序）

2、数据通信系统（源系统→传输系统→目的系统）

- 数据(data)——运送消息的实体。
- 信号(signal)——数据的电气的或电磁的表现。
- “模拟的”(analogous)——代表消息的参数的取值是连续的。
- “数字的”(digital)——代表消息的参数的取值是离散的。
- 码元(code)——在使用时间域（或简称为时域）的波形表示数字信号时，代表不同离散数值的基本波形。

3、信道

- 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。
- 基带信号——来自信源的信号，为使信道能够传输低频分量和直流分量，需要进行调制
- 基带调制（仅对波形进行变换）；
- 带通调制（使用载波调制）：①调幅；②调频；③调相；



4、信道的极限容量

两因素：

- 信道能够通过的频率范围（码间串扰）——加宽频带；
- 信噪比——信号的平均功率和噪声的平均功率之比；

极限信息传输速率 $C = W \log_2(1+S/N)$ b/s ；低于 C 即可实现无差错传输

让每个码元携带更多比特的信息量；

5、传输媒体

导向型传输媒体:

- 双绞线（衰减随着频率的升高而增大）：① 屏蔽双绞线 STP (Shielded Twisted Pair)（加强抗电磁干扰能力）② 无屏蔽双绞线 UTP (Unshielded Twisted Pair)
- 同轴电缆（用于传输较高速率的数据）：①50 Ω 同轴电缆；②75 Ω 同轴电缆
- 光缆 ：①多模光纤 ②单模光纤（光纤直径下只有一个光的波长）

非导向型传输媒体：

- 短波通信（靠电离层的反射）；
- 微波通信：①地面微波接力通信（中继站）；②卫星通信（较大的传播时延）；

6、信道复用技术

- 频分复用：所有用户在同样的时间占用不同的资源；
- 时分复用（同步）：所有用户在不同的时间用同样的频带宽度；（更有利于数字信号的传输）；
- 统计时分复用（异步）：动态分配时隙；
- 波分复用：光的频分复用；
- 码分复用（码分多址 CDMA）：不同的码型；每个站分配的码片序列不仅必须各不相同，并且还必须互相正交(orthogonal)（相乘为 0，0 为-1）。在实用的系统中是使用伪随机码序列。

任何一个码片向量和该码片向量自己的规格化内积都是 1 ；

任何一个码片向量和该码片反码的向量自己的规格化内积都是-1 ；

任何一个码片向量和其他码片向量的规格化内积都是 0；

7、宽带接入技术

- ADSL

把 0~4 kHz 低端频谱留给传统电话使用，而把原来没有被利用的高端频谱留给用户上网使用。

上行和下行带宽不对称；

极限传输距离与数据率以及用户线的线径都有很大的关系；

离散多音调 DMT ——频分复用；

组成：数字用户线接入复用器（DSLAM）、用户线和用户家中的一些设施；

- 光纤同轴混合网 HFC

基于 CATV 网（树型拓扑结构，模拟技术的频分复用）改造的；
使用光纤模拟技术，采用光的振幅调制 AM；
节点体系结构——模拟光纤连接，构成星形网；提高网络的可靠性，简化了上行信道的设计；
比 CATV 网更宽的频谱，且具有双向传输功能；

8、IEEE802.3 的 10BASE-T 标准规定从网卡到集线器的最大距离为 100 米。

9、双绞线由两根具有绝缘保护层的铜导线按一定密度相互绞合而成，这样可降低信号干扰的程度。

10、当描述一个物理层接口引脚在处于高电平时的含义时，该描述属于功能特性。

11、10BASE-T 通常是指双绞线。

12、**假定某信道受奈氏准则限制的最高码元速率为 20000 码元/秒。如果采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同等级来传送，那么可以获得多高的数据率（b/s）？**

答：C=R*Log2（16）=20000b/s*4=80000b/s

13、**共有 4 个站进行码分多址通信。4 个站的码片序列为**

A：（−1−1−1+1+1−1+1+1） B：（−1−1+1−1+1+1+1−1）
C：（−1+1−1+1+1+1−1−1） D：（−1+1−1−1−1−1+1−1）
现收到这样的码片序列 S：（−1+1−3+1−1−3+1+1）。问哪个站发送数据了？发送数据的站发送的是 0 还是 1？

解：S・A=（+1−1+3+1−1+3+1+1）/ 8=1， A 发送 1
S・B=（+1−1−3−1−1−3+1−1）/ 8=−1， B 发送 0
S・C=（+1+1+3+1−1−3−1−1）/ 8=0， C 无发送
S・D=（+1+1+3−1+1+3+1−1）/ 8=1， D 发送 1

第 3 章 数据链路层（计算题：1 CRC；2 征用期、最短帧长与时延）

1、两种信道：①点对点信道；②广播信道。

2、链路（物理链路）之间没有任何节点。

3、数据链路（逻辑链路）与链路不一样，数据链路还加上实现通信协议的硬件（网络适配器）和软件。

4、帧——协议数据单元。

5、三个基本问题：

- 封装成帧——加上首部和尾部进行帧定界；
- 透明传输——字节填充，加上转义字符 ESC（1B）；
- 差错检测——循环冗余检验 CRC。进行模二运算得到的余数（比除数少一位）作为冗余码，数据加上冗余码在除以除数 P，得到的余数为 0 即为无差错。

凡是接收端数据链路层接受的帧均无差错（无比特差错）；
要做到“可靠传输”（即发送什么就收到什么）就必须再加上帧编号、确认和重传机制。

6、**点对点协议 PPP**

- 特点：①简单（这是首要的要求）；②封装成帧 （帧界定符）；③透明性；④多种网络层协议（IP、IPX） ；⑤多种类型链路（串并，同异，高低，电光，动静） ；⑥差错检测（立即丢弃）；⑦检测连接状态（短时间自动检测）；⑧最大传送单元（数据部分的最大长度）；⑨网络层地址协商；⑩数据压缩协商（不要求标准化） 。
- 不需要的功能：①纠错（不可靠传输） ；②流量控制（由 TCP 负责） ；③序号（不是可靠传输，在无线时可用） ；④多点线路（不支持一主对多从） ；⑤半双工或单工链路（只支持全双工） 。
- 组成：

一个将 IP 数据报封装到串行链路的方法。
链路控制协议 LCP (Link Control Protocol)。（数据链路）
网络控制协议 NCP (Network Control Protocol)。——用于支持不同的网络层协议

- 帧格式

字节填充——转义字符（0x7D）；

零比特填充——5 个 1 后加 0；

- 建立过程

物理链路→LCP 链路→鉴别的 LCP 链路（PAP）→NCP 链路（IP 协议对应 IPCP）

7、局域网数据链路层

- 局域网的特点：

网络为一个单位所拥有，且地理范围和站点范围均有限，具有广播功能，，便于扩展，提高系统的 R（可靠）A（可用）S（生存）。

- 局域网的拓扑：星形网，环形网（令牌环形），总线网（CSMA/CD 和令牌传递），树形网（频分复用的宽带局域网）；
- 共享信道：① 静态划分信道 ② 频分复用 ③ 时分复用 ④ 波分复用 ⑤ 码分复用 ⑥ 动态媒体接入控制（多点接入） ⑦ 随机接入 ⑧ 受控接入 ，如多点线路探询(polling)，或轮询。
- 以太网的两个标准——DIX Ethernet V2 和 IEEE 802.3
- 适配器的作用：① 进行串行/并行转换。② 对数据进行缓存。③ 在计算机的操作系统安装设备驱动程序。④ 实现以太网协议。
- **CSMA/CD（载波监听多点接入/碰撞检测）协议**

  实施通信简便的两个措施：

  ①采用无连接的工作方式（不编号，不确认）；

  ②曼切斯特编码（一分为二）；

  对点接入——总线型网络；

  载波监听——发送前先监听；

  碰撞检测（冲突检测）——边发送边监听，发送的不确定性；

  半双工通信

争用期（碰撞窗口）——截断二进制指数退避（动态退避）

最短有效帧长度为 64 字节；

强化碰撞——人为干扰信号；

帧间最小间隔为 9.6 微秒；

8、使用广播信道的以太网

- 集线器的星形拓扑

物理上星形网，逻辑上总线网；

多接口；

工作在物理层，简单地转发比特，不进行碰撞检测；

- 以太网的信道利用率

成功发送一个帧占用信道的时间=T（帧长除以发送速率）+ τ；

参数 a：$a=\frac{\tau}{T_0}$，越小越好，帧长度要够长；

极限信道利用率 $S_{max}=\frac{1}{1+a}$；

- 以太网的 MAC 层

名字指出我们所要寻找的那个资源，地址指出那个资源在何处，路由告诉我们如何到达该处；

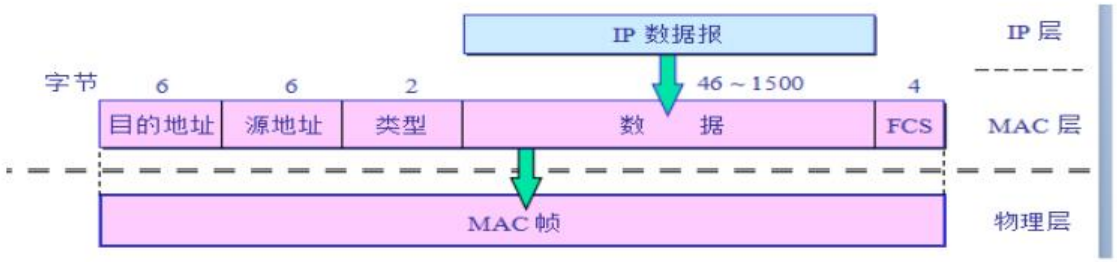
RA——注册管理机构；

OUI——组织唯一标识符（公司的）；

EUI——扩展唯一标识符；

适配器检测 MAC 帧中的目的地址是否发往本帧——单播，广播，多播；

最常用的 MAC 帧是以太网 V2 的格式。



利用曼切斯特编码来确定长度；

帧间最小间隔导致不需要帧结束定界符；

以太网不负责重传丢弃的 MAC 帧；

9、在物理层扩展以太网

- 光纤扩展；
- 集线器扩展

优点：①使原来属不同碰撞域的局域网上的计算机能够进行跨碰撞域的通信。②扩大局域网覆盖的地理范围。

缺点：①碰撞域增大了，但总的吞吐量并未提高。②如果不同的碰撞域使用不同的数据率，那么就不能用集线器将它们互连起来。

10、在数据链路层扩展以太网（网桥）

- 网桥作用（过滤）——根据 MAC 帧的目的地址对收到的帧进行转发（存储转发）。
- 好处：①过滤通信量。（隔离开碰撞域）②扩大了物理范围。（增大工作站的数目）③提高了可靠性。（出现故障只影响个别网段）④可互连不同物理层、不同 MAC 子层和不同速率（如 10 Mb/s 和 100 Mb/s 以太网）的局域网。
- 缺点：①存储转发增加了时延。 ②在 MAC 子层并没有流量控制功能。 （缓存空间不够造成溢出导致帧丢失）③具有不同 MAC 子层的网段桥接在一起时时延更大。④广播风暴。 （网络拥塞）
- 在转发帧时，不改变帧的源地址；
- 透明网桥

自学习，即插即用（IEEE 802.1D）

组成：地址（源地址）+接口+时间（更新用的）；

生成树算法——任何两个站之间只有一条路径。。。

- 源路由网桥

发现帧记录所有可能的路由传送；

广播；

最佳路由；

- 多接口网桥——以太网交换机

全双工；

独占通信媒体，无碰撞地传输数据；

有存储转发，也有直通（不检查差错，但提高速率减少时延）；

- 虚拟局域网（VLAN）：由一些局域网网段构成的与物理位置无关的逻辑组。同一 VLAN 的成员可以收到

其他成员的广播信息；

11、高速以太网（大于 100Mb/s）

- 100BASE-T 以太网：双绞线；星形拓扑结构；IEEE 802.3 的 CSMA/CD;
- 吉比特以太网：全双工和半双工都可以；1Gb/s；

12、传统以太网采用的协议是 CSMA/CD。

13、HDLC 有监督帧、信息帧和无编号帧等三种帧结构。

14、采用 T1 线路传输的标准话路数是 24。

15、如果每个码元有 8 种可能的状态值，波特率为 200 的信道，其数据传输率为 600bps。

16、HDLC 透明传输数据 011111010 时，实际发送的数据为 0111110010。

17、PPP 协议是数据链路层的协议。

18、**要发送的数据为 101110。采用 CRCD 生成多项式是 P（X）=X3+1。试求应添加在数据后面的余数。**

答：作二进制除法，101110　000　10011 添加在数据后面的余数是 011

19、**PPP 协议使用同步传输技术传送比特串 0110111111111100。试问经过零比特填充后变成怎样的比特串？若接收端收到的 PPP 帧的数据部分是 000111011111011111110110，问删除发送端加入的零比特后变成怎样的比特串？**

答：011011111 11111 00

01101111101111100 0

0001110111110111111 0110

000111011111 11111 110

20、在 2000m 长的总线上，数据传输率为 10Mbps，信号传播速率为 200m/μs，采用 CSMA/CD 进行数据通信。

（1） 争用期是多少？

（2） 最小帧长应该为多少？

（3） 若 A 向 B 发送 1000 字节的数据，A 是否必须在数据发送期间一直进行冲突检测？为什么？

(1) 争用期为 2τ

$$\tau = \frac{\text{信道长度}}{\text{信号传播速率}} = \frac{2000\ m}{200\ m/\mu s} = 10\ \mu s$$

$$2\tau = 20\mu s$$

(2) 最短帧长 Min_Fl

$$Min\_Fl = \text{发送速率} \times \text{争用期} = 10Mbps \times 20\mu s = 200bits = 25bytes$$

(3) 不需要，只需在发送前 25 字节是需要进行冲突检测。原因在于冲突只会出现在争用期内（等价于发送 25 字节），争用期内没有冲突，则在传输完之前就一定不会发生冲突；过了争用期，其他站点检测信道时，会检测到信道处于忙状态，因此不会发送数据。

第 4 章 网络层（计算题：1 子网划分；2 路由选择）

1、虚电路服务和数据包服务的对比

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（尽最大努力交付）
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，每个分组使用段的虚电路号	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（独立发送）

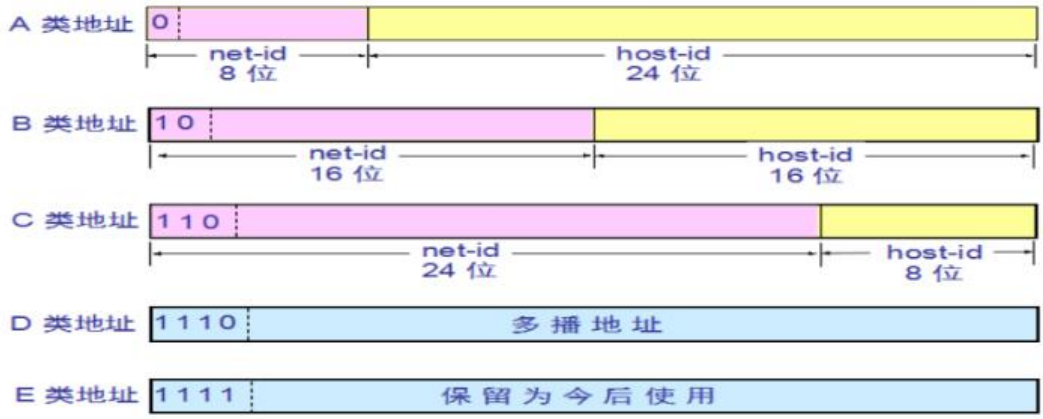
当节点出故障时	所有通过出故障的结点的虚电路均不能工作	出故障的结点可能会丢失分组，一些路由可能会发生变化
分组的顺序	总是按发送顺序到达终点	到达终点时不一定按发送顺序
端到端的差错处理和流量控制	可以由网络负责，也可以由用户主机负责	由用户主机负责

2、虚拟互连网络（IP 网）

使用路由器解决各种异构的物理网络连接在一起的问题；

3、分类的 IP 地址

IP 地址由 ICANN 进行分配（中国向 APINC）；



分类的 IP 地址（已成历史）

- A 类地址（2^{31}——50%）

  网络号全 0 表示本机，全 1 表示环回测试；——$2^{7}-2$

  主机号全 0 表示本主机的网络地址，全 1 表示所有主机；——$2^{24}-2$

- B 类地址（2^{30}——25%）

  网络号（128.0.0.0 不可用）——$2^{14}-1$；

  主机号跟 A 类一样——$2^{16}-2$

- C 类地址（2^{29}——12.5%）

  网络号（192.0.0.0 不可用）——$2^{21}-1$；

  主机号（同上）——$2^{8}-2$

- 特点

路由器仅根据网络号来转发分组；

多归属主机——一个路由器至少要有两个不同的 IP 地址（每个接口一个）；

用网桥或转发器连接的局域网仍属于一个网络（相同网络号），用路由器才能连接不同网络；

4、IP 地址与硬件地址

使用 IP 地址是为了隐蔽各种底层网络的复杂性而便于分析和研究问题；

数据链路层看不到数据包的 IP 地址；

路由器只根据目的 IP 地址的网络号进行路由选择；

5、ARP（地址解析协议）和 RARP

ARP——IP 地址转为 MAC 地址；

ARP cache——本局域网的主机和路由表的 IP 地址到 MAC 地址的映射表；

请求是广播，响应是单播，一次请求响应，两边同时把双方的信息写进 ARP cache；

不同局域网的主机，要通过路由器进行 ARP 查询；

6、IP 数据包的格式（首部 20 字节，固定的）

0	4	8	16	19	24	31
版本	首部长度	区分服务	总长度			
标识			标志	片偏移		
生存时间		协议	首部检验和			
源地址						
目的地址						
可选字段（长度可变）					填充	
数据部分						

总长度——不少于 576 字节；

标识，标志，片偏移——用于分片；

TTL（现为跳数限制）——在经过路由器时才减 1；

协议：

协议名	ICMP	IGMP	TCP	UDP
协议字段值	1	2	6	17

首部检验和——只检验首部，16 位反码运算相加再求反码，检验时一样，得到为 0 即无差错；

IP 首部的可变部分就是一个选项字段，用来支持排错、测量以及安全等措施。

7、IP 层转发分组的流程

从一个路由器转发到下一个路由器（信息：目的网络地址，下一跳地址）；

特定主机路由——对特定的目的主机指明一个路由，方便控制网络和测试网络；

默认路由（0.0.0.0）——下一跳路由器的地址不在 IP 数据包里，而在 MAC 帧里（转为 MAC 地址）；

分组转发算法：直接交付→特定主机路由→下一跳路由器→默认路由。

8、划分子网（计算题）

IP 地址::={网络号，子网号，主机号}；

不改变网络号；

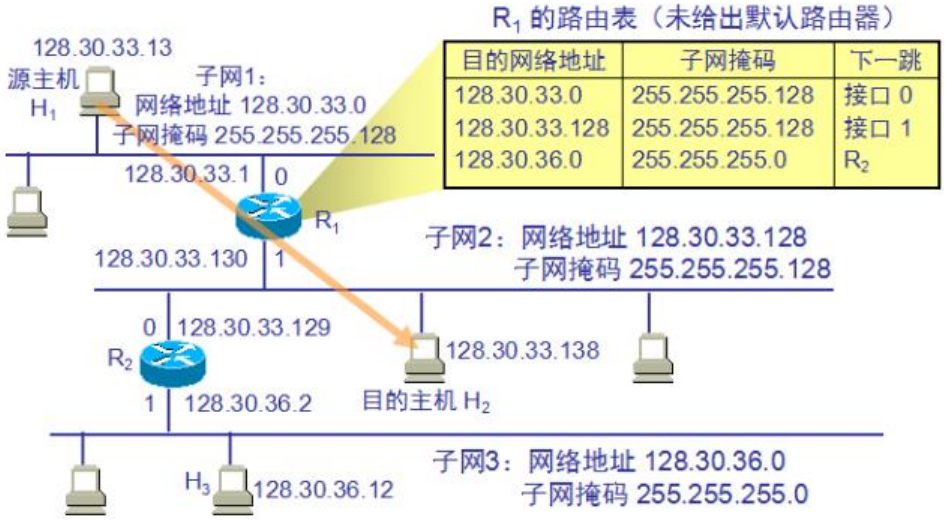
子网掩码：没必要是连续的 1；

增加了灵活性，减少了连接在网络上的主机总数；

同样的 IP 地址和不同的子网掩码可以得出相同的网络地址；

使用子网时分组的转发，增加了子网掩码

能解释下面这幅图：



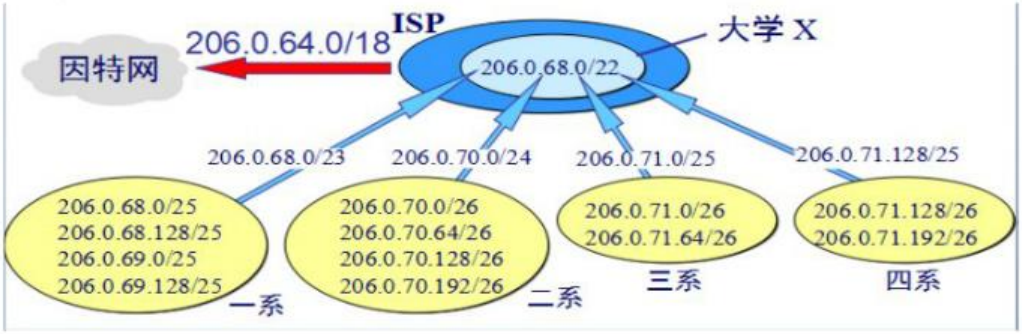
9、CIDR（无分类编址）

IP 地址::={网络前缀，主机号}；/后表示网络前缀的位数；

最小地址（全 0），最大地址（全 1）；

路由聚合——构成超网；

能解释下面的这幅图：



10、ICMP（网际控制报文协议）

- 差错报文

3——终点不可达

4——源点抑制(Source quench)，放慢发送速率

11——时间超过，TTL=0

12——参数问题，首部参数有问题

5——改变路由（重定向）(Redirect)

- 以下情况不发送差错报文

对 ICMP 差错报告报文不再发送 ICMP 差错报告报文。

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。

对具有多播地址的数据报都不发送 ICMP 差错报告报文。

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。

- 询问报文

8 或 0——回送请求和回答报文，测试目的站是否可达；

13 或 14——时间戳请求和回答报文，时钟同步和测量时间；

- 应用

Ping——回送请求和回答报文；没有经过 TCP 和 UDP

Tracert——时间差错报文和终点不可达报文（最后）；

11、路由选择协议

- 两类

①静态路由选择策略（非自适应路由选择）；

②动态路由选择策略（自适应路由选择）；

- 分层次的路由选择协议

AS：

IGB（内部网关协议）——RIP（基于距离向量的路由选择）和 OSPF；域内路由选择

EGB（外部网关协议）——BGP-4；域间路由选择

12、路由器的构成

- 路由选择

核心——路由选择处理机；

- 分组转发

组成——交换结构，输入端口，输出端口；

路由选择	涉及到多个路由器	总是用软件
转发	只涉及到一个路由器	可用特殊硬件实现

路由器中的输入或输出队列产生溢出是造成分组丢失的重要原因。

交换结构三种方法：①通过存储器；②通过纵向；③通过互连网络；

13、IP 多播（了解即可）

IP 多播所传送的分组需要使用多播 IP 地址；

多播数据包使用 D 类地址作为目的地址；

14、VPN：1 专用地址（可重用地址）包括 10/8，172.16/12，192.168/16；2 利用隧道技术实现 VPN；

15、NAT：1 安装在路由器上；2 将本地地址转为全球 IP 地址；

16、已知 A IP 地址，但不知其 MAC 地址，欲将数据发送给 A，则需要使用 ARP 协议。

17、网络层的核心功能是路由。

18、路由器在七层网络参考模型各层中涉及网络（第三）层。

19、IPv4 网络支持的传播方式有单播、广播和多播。

20、伪首部的功能是校验数据。

21、RIP 路由协议描述正确的是采用距离向量算法。

22、在计算机局域网的构件中，本质上与中继器相同的是集线器。

23、在物理层扩展局域网是集线器。在数据链层扩展局域网是网桥。

24、10.0.0.0 到 10.255.255.255、172.16.0.0 到 172.31.255.255、192.168.0.0 到 192.168.255.255 三个地址段属于专用地址。

25、202.195.256.31、65.138.75.0 和 221.25.55.255 都属于不正确的主机 IP 地址。

26、某单位规划网络需要 1024 个 IP 地址，若采用无类型域间路由选择 CIDR 机制，起始地址为 192.24.0.0。则该网络的掩码为 255.255.252.0。

27、RIP 允许一条路径最多只能包含 15 个路由器。

28、OSPF 最主要的特征就是使用链路状态协议。

29、92.168.15.14 不属于子网 192.168.15.19/28 的主机地址。

30、CSMA/CD 协议的工作过程。提示：对 CSMA/CD 协议的工作过程通常可概括为“发前先听、边发边听、冲突停发、随机重发”。CSMA/CD 协议的工作过程详述如下：某站点想要发送数据，必须首先侦听信道，如果信道空闲，立即发送数据并进行冲突检测；如果信道忙，继续侦听信道，直到信道变为空闲，发送数据并进行冲突检测。如果站点在发送数据过程中检测到冲 突，立即停止发送数据并等待一随机长的时间，重复上述过程。

31、网络的互连设备有哪些？分别有什么作用和工作在什么层次？提示：中继器，工作在物理层，功能是对接收信号进行再生和发送，从而增加信号传输的距离。集线器是一种特殊的中继器，可作为多个网段的转接设备。网桥工作于数据链路层，不但能扩展网络的距离或范围，而且可提高网络的性能、可靠性和安全性。路由器工作于网络层，用于连接多个逻辑上分开的网络。桥路器是一种结合桥接器（bridge）和路由器（router）两者功能的设备，它控制从一个网络组件到另一个网络组件（此时充当桥接器）和从网络到因特网（此时充当路由器）的传输。网关又叫协议转换器，工作于网络层之上，可以支持不同协议之间的转换， 实现不同协议网络之间的互连。主要用于不同体系结构的网络或者局域网与主机系统的连接。

32、**设某路由器建立了如下路由表：**

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	接口 m0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 m1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
*（默认）	——	R4

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：

（1）128.96.39.10

（2）128.96.40.12

（3）128.96.40.151

（4）192.153.17

（5）192.4.153.90

分析：（1）分组的目的站 IP 地址为：128.96.39.10。先与子网掩码 255.255.255.128 相与，得 128.96.39.0，可见该分组经接口 0 转发。

（2）分组的目的 IP 地址为：128.96.40.12。

① 与子网掩码 255.255.255.128 相与得 128.96.40.0，不等于 128.96.39.0。

② 与子网掩码 255.255.255.128 相与得 128.96.40.0，经查路由表可知，该项分组经 R2 转发。

（3）分组的目的 IP 地址为：128.96.40.151，与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 128.96.40.128，与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 128.96.40.128，经查路由表知，该分组转发选择默认路由，经 R4 转发。

（4）分组的目的 IP 地址为：192.4.153.17。与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 192.4.153.0。与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 192.4.153.0，经查路由表知，该分组经 R3 转发。

（5）分组的目的 IP 地址为：192.4.153.90，与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 192.4.153.0。与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 192.4.153.64，经查路由表知，该分组转发选择默认路由，经 R4 转发。

33、**某单位分配到一个 B 类 IP 地址，其 net-id 为 129.250.0.0.该单位有 4000 台机器，分布在 16 个不同的地点。如选用子网掩码为 255.255.255.0，试给每一个地点分配一个子网掩码号，并算出每个地点主机号码的最小值和最大值。**

分析： 4000/16=250，平均每个地点 250 台机器。如选 255.255.255.0 为掩码，则每个网络所连主机数=28-2=254>250，共有子网数=28-2=254>16，能满足实际需求。

可给每个地点分配如下子网号码

地点：	子网号（subnet-id）	子网网络号	主机 IP 的最小值和最大值
1：	00000001	129.250.1.0	129.250.1.1---129.250.1.254
2：	00000010	129.250.2.0	129.250.2.1---129.250.2.254
3：	00000011	129.250.3.0	129.250.3.1---129.250.3.254
4：	00000100	129.250.4.0	129.250.4.1---129.250.4.254
5：	00000101	129.250.5.0	129.250.5.1---129.250.5.254
6：	00000110	129.250.6.0	129.250.6.1---129.250.6.254
7：	00000111	129.250.7.0	129.250.7.1---129.250.7.254
8：	00001000	129.250.8.0	129.250.8.1---129.250.8.254
9：	00001001	129.250.9.0	129.250.9.1---129.250.9.254
10：	00001010	129.250.10.0	129.250.10.1---129.250.10.254
11：	00001011	129.250.11.0	129.250.11.1---129.250.11.254
12：	00001100	129.250.12.0	129.250.12.1---129.250.12.254
13：	00001101	129.250.13.0	129.250.13.1---129.250.13.254
14：	00001110	129.250.14.0	129.250.14.1---129.250.14.254
15：	00001111	129.250.15.0	129.250.15.1---129.250.15.254
16：	00010000	129.250.16.0	129.250.16.1---129.250.16.254

34、**一个自治系统有 5 个局域网，其连接图如图 4-55 示。LAN2 至 LAN5 上的主机数分别为：91，150，3 和 15. 该自治系统分配到的 IP 地址块为 30.138.118/23。试给出每一个局域网的地址块（包括前缀）。**

分析：30.138.118/23--→30.138.0111 011

分配网络前缀时应先分配地址数较多的前缀

题目没有说 LAN1 上有几个主机，但至少需要 3 个地址给三个路由器用。

本题的解答有很多种，下面给出两种不同的答案：

	第一组答案	第二组答案
LAN1	30.138.119.192/29	30.138.118.192/27
LAN2	30.138.119.0/25	30.138.118.0/25
LAN3	30.138.118.0/24	30.138.119.0/24

LAN4	30.138.119.200/29	30.138.118.224/27
LAN5	30.138.119.128/26	30.138.118.128/27

35、**某单位分配到一个地址块 136.23.12.64/26。现在需要进一步划分为 4 个一样大的子网。试问:**

（1）每一个子网的网络前缀有多长?

（2）每一个子网中有多少个地址?

（3）每一个子网的地址是什么?

（4）每一个子网可分配给主机使用的最小地址和最大地址是什么?

分析：（1）每个子网前缀 28 位。

（2）每个子网的地址中有 4 位留给主机用，因此共有 16 个地址。

（3）四个子网的地址块是：

第一个地址块 136.23.12.64/28，可分配给主机使用的

最小地址：136.23.12.01000001＝136.23.12.65/28

最大地址：136.23.12.01001110＝136.23.12.78/28

第二个地址块 136.23.12.80/28，可分配给主机使用的

最小地址：136.23.12.01010001＝136.23.12.81/28

最大地址：136.23.12.01011110＝136.23.12.94/28

第三个地址块 136.23.12.96/28，可分配给主机使用的

最小地址：136.23.12.01100001＝136.23.12.97/28

最大地址：136.23.12.01101110＝136.23.12.110/28

第四个地址块 136.23.12.112/28，可分配给主机使用的

最小地址：136.23.12.01110001＝136.23.12.113/28

最大地址：136.23.12.01111110＝136.23.12.126/28

36、设有路由器(网关)G1 和 G2，且它们相邻，它们采用 RIP 协议交换路由信息，现假设网关 G1 的当前路由表为表 1 所示，表 2 为网关 G2 广播的 V-D 报文，问 G1 收到 G2 广播的 V-D 报文后，G1 的路径表如何修改，给出修改后的路由表。

表 1 G1 当前路由表

信宿	距离	下一跳
10.0.0.0	1	直接
20.0.0.0	5	G9
25.0.0.0	4	G2
30.0.0.0	6	G8
40.0.0.0	3	G2
55.0.0.0	4	G5
80.0.0.0	4	G5

表 2 G2 广播的 V-D 报文

信宿	距离
10.0.0.0	4
25.0.0.0	3
30.0.0.0	4
40.0.0.0	3
60.0.0.0	2
80.0.0.0	3
90.0.0.0	4

第 5 章 运输层

1、进程之间的通信

①面向通信部分的最高层；

②用户功能中的最低层；

③提供应用进程间的逻辑通信；

2、运输层的端口

识别各应用层进程；

只具有本地意义；

端口范围：①熟知端口（1~1023）；②注册（或登记）端口（1024~49151）；③动态（或客户、短暂）端口号（49152~65535）；

3、UDP

- ①特点

②无连接；（减少开销和发送时延）

③尽最大努力交付；

④面向报文；（对报文不分拆，不合并）

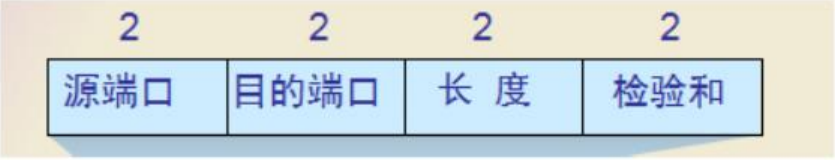
⑤没有拥塞控制；

⑥支持一对一，一对多，多对一，多对多的交互通信；

⑦首部开销小。（八个字节）

⑧无编号；

- 首部格式



检验和——加上伪首部和数据部分；

4、TCP

- 特点

进程到进程的通信；（点对点，每个进程都需要一个连接）

流交付服务；（无结构的字节流）

全双工通信；（发送、接收缓存）

复用和分用；（发送——复用，接收——分用）

面向连接的服务；

可靠的服务。（无差错，不丢失，不重复，按序到达）

- 套接字（socket）

IP 地址加端口号；

TCP 连接：：={socket1，socket2}；

5、可靠传输的工作原理

- 停止等待协议（等待确认后在发送）

在发送完一个分组后，必须暂时保留已发送的分组的副本。

分组和确认分组都必须进行编号。

超时计时器的重传时间应当比数据在分组传输的平均往返时间更长一些。

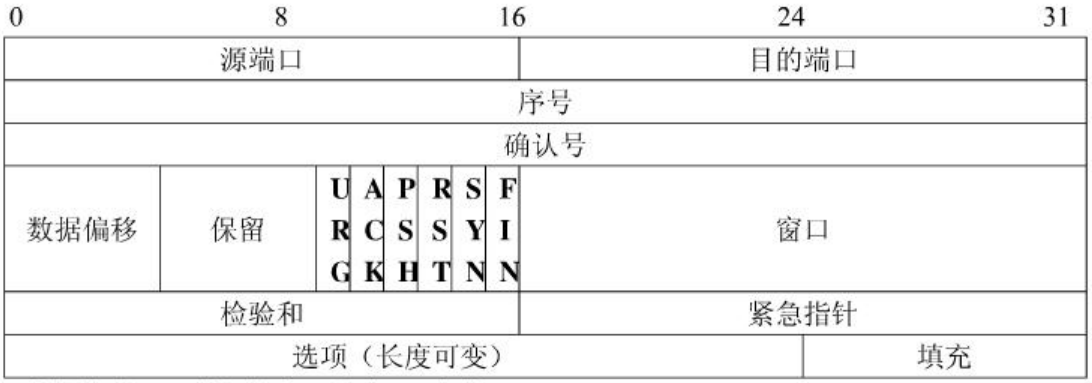
自动重传请求 ARQ；

简单，但信道利用率太低；

- 连续 ARQ 协议

发送窗口，累积确认（对按序到达的最后一个分组发送确认）

6、TCP 首部格式



数据偏移——首部长度（最大 60 字节）；

ACK——确认号有效；

PSH——立即收到响应；

RST——释放链接；

SYN——连接请求和连接接受；

FIN——释放运输连接；

窗口——现在允许对方发送的数据量，窗口值是经常在动态变化着；（以字节为单位）

检验和——也要加上伪首部；

紧急指针——窗口为 0 也可以发送紧急数据；

选项：MSS（556 字节）；窗口扩大（通过左移来扩大）；时间戳（计算 RTT）；

7、TCP 可靠传输的实现

- 以字节为单位的滑动窗口

  窗口位置由后沿和前沿决定；

  必须按序确认；

  发送（接收）缓存>发送（接收）窗口>已发送（按序到达）；

  接收方要有累计确认的功能；

- 超时重传时间的选择

  RTT 往返时间；

  RTT_s 加权平均往返时间，来一个算一个，一个一个来算； α 对应新样本；

  RTO 超时重传时间略大于 RTT；

  重传的报文段不采用其往返时间样本，但每次重传会增加 RTO；

- 选择确认 SACK

  首部选项加上 SACK；（所需信息过多，可以忽略，选择重传未确认的数据块）

8、TCP 的流量控制

- 利用滑动窗口实现流量控制

  发送方的发送窗口不能超过接收方给出的接受窗口的数值；

  设置持续计时器来防止窗口由零变为非零导致的僵局。

- 传输的效率（三种机制）

  ①维持一个等于 MSS 的变量来控制缓存；

  ②发送方的推送 push 操作；

  ③计时器期限到了就将缓存数据装入报文段。

9、TCP 的拥塞控制

拥塞控制是全局的控制，以网络能够承受现有的网络负荷为前提；

流量控制是端口的控制；

- 拥塞控制方法

  ①慢开始和拥塞避免：

  慢开始：以 MSS 作为发送窗口大小的初始值（拥塞窗口），每经过一个传输轮次（从发送到确认），cwnd 就加倍；慢开始门限作为慢开始和拥塞避免的转换点；

  拥塞避免：每一个 RTT，cwnd 只加 1，（线性增长，加法增大）；

  出现拥塞时，慢开始门限设置为当前窗口值的一半（乘法减小），cwnd 设为 1；

  ②快重传和快恢复：

  快重传：收到三个重复确认立即发送未被确认的报文段；

  快恢复：乘法减小后执行加法增大；

- RED 随机早期检测

  避免全局同步（多个 TCP 复用）；

  三个参数：①最小门限；②最大门限（最小门限的两倍）；③概率 p；

  P 的计算方法：

  $L_{AV} = (1-\delta)X(\text{旧的}L_{AV}) + \delta X(\text{当前的队列长度样本})$；

  $p_{temp} = p_{\max} X (L_{AV} - TH_{\min}) / (TH_{\max} - TH_{\min})$；

  $p = p_{temp} / (1 - countXp_{temp})$。

10、TCP 的运输连接管理

采用客户服务器的连接方式；

三个阶段：

①连接建立；

三次握手，SYN 报文不携带数据，但消耗序号；ACK 报文不携带数据，不消耗序号；

②数据传输；

③连接释放；

FIN 段不携带数据，但消耗掉一个序号；

11、如果滑动窗口采用 2 比特进行编码，则发送方滑动窗口最大的大小为 3。

12、慢启动是 TCP 协议采用的机制。

13、TCP 协议中发送窗口的大小应该是通知窗口和拥塞窗口的较小一个。

14、采用简单停止等待协议时，应该采用 1bit 来表示数据帧序号。

15、端口的作用是什么？为什么端口要划分为三种？提示：端口的作用是对 TCP/IP 体系的应用进程进行统一的标志，使运行不同操作系统的计算机的应用进程能够互相通信。熟知端口，数值一般为 0~1023，标记常规的服务进程；登记端口号，数值为 1024~49151，标记没有熟知端口号的非常规的服务进程；客户端口号或短暂端口号，数值为 49152~65535，留给客户进程选择暂时使用。

16、试比较 TCP 和 UDP 的主要特点？提示：TCP 是面向连接的运输层协议。每一条 TCP 连接只能有两个端点(endpoint)，每一条 TCP 连接只能是点对点的（一对一）。 TCP 提供可靠交付的服务。TCP 提供全双工通信。TCP 面向字节流。 UDP 是无连接的，即发送数据之前不需要建立连接。UDP 支持一对一、一对多、多对一和多对多的交互通信。UDP 使用尽最大努力交付，即不保证可靠交付，同时也不使用拥塞控制。 UDP 是面向报文的。UDP 没有拥塞控制，很适合多媒体通信的要求。 UDP 的首部开销小，只有 8 个字节。

17、流量控制在网络工作中有何意义？流量控制与拥塞控制有何异同之处？提示：流量控制是接收方让发送方发送报文的速率放慢，以便与接收方来得及处理，不至于报文在接收方溢出，被丢弃而要重发，一定程度上可以缓轻网络负载。流量控制与拥塞控制的关系密切，有些拥塞控制算法就是向发送端发送控制报文，并告诉发送端，网络已经出现麻烦，必须放慢速率，这和流量控制是一样的。但它们之间也有一些差别，拥塞控制是一个全局性的过程，涉及到所有的主机路由器等因素，更为复杂。流量控制往往指在给定的发送方和接收端之间的点对点通信量的控制。

第 6 章 应用层

1、DNS

- 计算机用户间接使用 DNS；
- 使用 UDP 向域名服务器传输 DNS 请求报文；
- 结构：采用层次树状结构；域名只是逻辑概念；
- 域名服务器：
  以区为管辖单位；
  根域名服务器→顶级域名服务器（TLD）→权限域名服务器→本地域名服务器；
  域名解析过程：
  主机向本地域名服务器的查询采用递归查询；（请求者身份向上递归）
  本地域名服务器向根域名服务器的查询采用迭代查询；（常用）
- 高速缓存：
  本地域名服务器和主机都会有；
  有计时器（增加时间减少网络开销，减少时间提高域名转换的准确性）；

2、FTP

- 提供交互式的访问，允许客户指明文件的类型与格式，并允许文件具有存取权限。
- 基本工作原理
  主要功能：减少或消除在不同操作系统下处理文件的不兼容性；
  使用 TCP 可靠的运输服务；使用客户服务器方式；
  服务器进程：①主进程：接受新的请求；②从属进程：处理单个请求；
  两个并行的连接：①控制连接（端口 21）：会话期间一直打开；②数据连接（端口 20）：连接客户端和服务器端的数据传送进程。
- TFTP(端口号 69)：①使用 UDP 数据报；②只支持文件传输，不支持交互；③像停止等待协议
  特点：(1) 每次传送的数据 PDU 中有 512 字节的数据，但最后一次可不足 512 字节（文件结束的标志，若是 512 的整数倍则发一个只有首部的数据报文）。(2) 数据 PDU 也称为文件块(block)，每个块按序编号，从 1 开始。(3) 支持 ASCII 码或二进制传送。(4) 可对文件进行读或写。(5) 使用很简单的首部。

3、TELNET（终端仿真协议）：①客户服务器方式；②传输的格式使用 NVT；

4、万维网：①信息储藏所；②分布式超媒体(hypermedia)系统，它是超文本(hypertext)系统的扩充。③C/S 方式。

- 特点：
  ①利用统一资源定位符 URL 来标志分布在整个因特网上的万维网文档；
  ②利用 http 来实现万维网上的各种链接；
  ③HTML 可以是不同作者创作的不同风格的万维网文档都能在因特网上的各种主机上显示出来；
  ④使用搜索引擎让用户能够很方便地找到所需的信息；
- URL 组成： <协议>://<主机>:<端口>/<路径>；
- HTTP 超文本传送协议
  面向事务的协议，可靠；
  本身是无连接的；
  http 1.0 是无状态的，每次请求有两倍 RTT 的开销；
  http 1.1 是持续连接，两种工作方式：①非流水线方式：收到响应后再发出请求；②流水线方式：连续发送，只花费一个 RTT 时间；
  http 代理服务器（高速缓存）——存储请求和响应；
  报文结构（ASCII 码）：
  ①请求报文=请求行（方法，URL，http 的版本），首部行，实体主体；
  ②响应报文；=状态行（http 版本，状态码，简单短语），首部行，实体主体；
  Cookie——在服务器和客户之间传递的状态信息，

- Html 超文本标记语言

  制作万维网网页的标准语言；

  实现动态文档：①增加另一个应用程序；②增加一个机制（CGI）；

  CGI——通用网关接口；

  Java 技术组成：①程序设计语言；②运行环境；③类库。
- 搜索引擎：①全文检索；②分类目录搜索引擎（人工）；③元搜索引擎（多个引擎聚合）。

5、电子邮件

发送邮件的协议：SMTP

读取邮件的协议：POP3 （客户服务器）和 IMAP（联机协议）

用户代理 UA 就是用户与电子邮件系统的接口，是电子邮件客户端软件。

电子邮件由信封(envelope)和内容(content)两部分组成。

6、DHCP 动态主机配置协议

协议软件参数化；自动获取；

需要配置的项目： (1) IP 地址 (2) 子网掩码 (3) 默认路由器的 IP 地址 (4) 域名服务器的 IP 地址

7、简单网络管理协议 SNMP

并不是行政上的管理；

本功能包括监视网络性能、检测分析网络差错和配置网络设备等。

8、在 TCP/IP 体系结构中用于网络管理的协议是 SNMP（简单网络管理协议）。

9、为了能够在电子邮件中传输汉字或图形，需要在 SMTP 协议的基础上增加一个附加的协议 MIME。

10、某电子邮件为 dody@263.net，则 263.net 代表邮箱服务器域名。

11、OSI 的五个管理功能包括故障管理、配置管理、计费管理、性能管理和安全管理。

12、HTTP 是通过 TCP 协议来承载传输。

13、WWW 服务依靠的协议是 HTTP。

14、IP 地址 191.201.0.125 的标准子网掩码是 255.255.0.0。

15、域名到 IP 地址的解析是由 DNS 服务器完成的。

16、网络管理工作于应用层。

17、**搜索引擎可分为哪两种类型？各有什么特点？**

答：搜索引擎的种类很多，大体上可划分为两大类，即全文检索搜索引擎和分类目录搜索引擎。

全文检索搜索引擎是一种纯技术型的检索工具。它的工作原理是通过搜索软件到因特网上的各网站收集信息，找到一个网站后可以从这个网站再链接到另一个网站。然后按照一定的规则建立一个很大的在线数据库供用户查询。

用户在查询时只要输入关键词，就从已经建立的索引数据库上进行查询（并不是实时地在因特网上检索到的信息）。

分类目录搜索引擎并不采集网站的任何信息，而是利用各网站向搜索引擎提交的网站信息时填写的关键词和网站描述等信息，经过人工审核编辑后，如果认为符合网站登录的条件，则输入到分类目录的数据库中，供网上用户查询。

第 7 章 网络安全

1、计算机网络上的与通信有关的四种威胁：截获；中断；篡改；伪造；

2、主动攻击：更改报文流；拒绝服务（DoS，DDoS）；伪造连接初始化；

3、对称秘钥密码体制

- DES——64 位（56 为实际秘钥，8 位奇偶校验）；
- RSA：①设有公钥和私钥；②私钥由公钥决定，但不能由其推导；③加密方法的安全性取决于秘钥的长度以及计算量；

建立一个 RSA 密码体制的过程如下：

- 选择两个大素数 p 和 q ；
- 计算乘积 n=pq 和 Φ（n）=(p-1)(q-1)；
- 选择大于 1 而小于 Φ（n）的随机整数 e，使得 gcd（e，Φ（n））=1 （这里的 gcd()为互质函数)；
- 计算 d 使得 de=1 mod Φ（n） （这里的 mod 是模数运算符，即取余运算。）
- 对每一个密钥 k =(n，p，q，d，e)，定义加密变换为 $E_k(x)=X^e \bmod n$，解密变换为 $D_k(x)=y^d \bmod n$;
- 将{e,n}作为公开密钥，{d,n}作为私有密钥。

4、数字签名——报文鉴别；报文的完整性；不可否认；先解后加

5、RSA 密钥密码体制所依据的原理是根据数论，寻找两大素数比较简单，而将它们的乘积分解开则极其困难。

6、所谓常规密钥密码体制，即加密密钥与解密密钥是相同的密码体制。这种加密系统又称为对称密钥系统。

7、公钥密码体制使用不同的加密密钥与解密密钥，是一种“由已知加密密钥推导出解密密钥在计算上是不可行的”密码体制。

8、现有最著名的公钥密码体制是 RSA 体制，它基于数论中大数分解问题的体制，由美国三位科学家 Rivest, Shamir 和 Adleman 于 1976 年提出并在 1978 年正式发表的。

9、RSA 算法被用于数字签名。

10、数字签名必须保证以下三点：报文鉴别、报文的完整性、不可否认。

11、目前常用的密钥分配方式是设立密钥分配中心 KDC (Key Distribution Center)。

12、防火墙是由软件、硬件构成的系统，是一种特殊编程的路由器，用来在两个网络之间实施接入控制策略。防火墙可用来解决内联网和外联网的安全问题。

13、计算机网络上的通信面临以下的四种威胁：截获、中断、篡改、伪造。

第 8-10 章

- 音视频服务的分类：①流式存储音视频；②流式实况音视频；③交互式音视频。
- 无线以太网协议——IEEE 802.11；使用 CSMA/CA 协议（碰撞避免）；
- IPV6——128 字节（全球 48 位，子网 16 位，接口 64 位）；

1、ATM 网络传输的信息基本单元称为信元。

2、IEEE 802.11 协议为提高信道利用率，采用了 CSMA/CA 协议。

3、IPv6 的地址位数为 128。

4、解决 IP 地址耗尽问题的措施有哪些？提示：采用无类别编址 CIDR，使 IP 地址的分配更加合理；采用网络地址转换 NAT 方法以节省全球 IP 地址；采用具有更大地址空间的新版本的 IP 协议(IPv6)。

5、自组网络是没有固定基础设施（即没有 AP）的无线局域网。这种网络由一些处于平等状态的移动站之间相互通信组成的临时网络。

6、无线局域网不能使用 CSMA/CD，而只能使用改进的 CSMA 协议。改进的办法是把 CSMA 增加一个碰撞避免(Collision Avoidance)功能。802.11 就使用 CSMA/CA 协议。而在使用 CSMA/CA 的同时，还增加使用停止等待协议。