



乐享品质 高效学习



# 计算机网络

刘佩贤

华图网校

版权所有 盗版必究

第一考试网 [www.diyikaoshi.cn](http://www.diyikaoshi.cn) 最全公考资料下载网 关注微信 teyilai8 免费获取资料



SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

## 目录

计算机网络.....	2
第 1 章 基本概念.....	2
第 2 章 物理层.....	6
第 3 章 数据链路层.....	9
第 4 章 网络层.....	14
第 5 章 传输层.....	23
第 6 章 应用层.....	28
第 7 章 网络安全.....	31
第 8 章 无线网络和移动网络.....	34



# 计算机网络

## 第 1 章 基本概念

主要内容：

1. 计算机网络定义
2. 计算机网络的分类
3. 计算机网络的性能指标
4. 计算机网络体系结构

### 第 1 章 基本概念

#### 1. 计算机网络定义

所谓计算机网络就是地理位置上分散的、具有独立功能的多台计算机通过通信设备和通信线路连接起来，并配有相应的网络软件（网络协议、网络操作系统等），以实现计算机资源共享的系统。

计算机网络的组成

(1) 若干个主机，为用户提供服务。

(2) 一个通信子网，主要由节点交换机和连接这些节点的通信链路所组成

(3) 一系列的协议，通信双方事先约定好的和必须遵守的规则。

• 计算机网络从逻辑结构上可以分成：

- Ø 通信子网完成信息分组的传递工作，每个通信节点具有存储转发功能。公用网
- Ø 资源子网包含所有由通信子网连接的主机，向网络提供各种类型的资源。私网

#### 2. 计算机网络的分类

(1) 按网络的覆盖范围分类

网络的分类	分布距离	跨越地理范围
个域网 (PAN )	1 米	一米见方



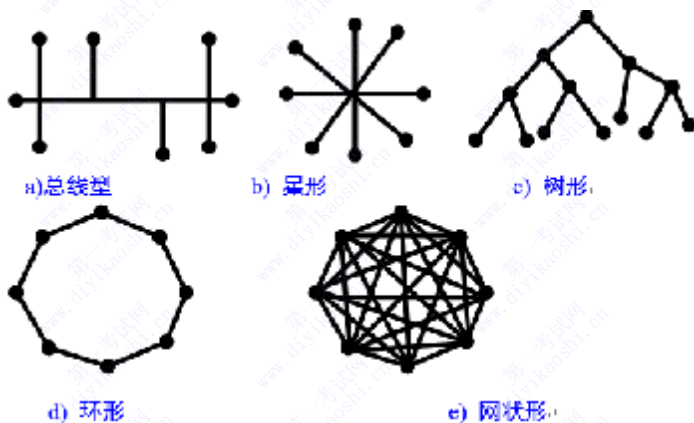
SINCE 2001

# 华图网校

V.HUATU.COM

局域网(LAN)	10 米	同一房 屋
	100 米	同一建筑物
	1000 米	同一校园内
城域网(MAN)	10 千米	城 市
广域网(WAN)	100 千米	同一国家
	1000 千米	同一州际

## (2)按网络拓扑结构分类



## 3. 计算机网络的性能指标

(1)速率即数据率(data rate)或比特率(bit rate)，每秒钟通过信道传输的信息量。速率的单位是 b/s，或 kb/s，Mb/s，Gb/s 等

(2)带宽:是数字信道所能传送的“最高数据率”的同义语，单位是“比特每秒”，或 b/s (bit/s)。描述带宽也常常把“比特/秒”省略。如 20M。

(3)吞吐量(throughput)表示在单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的数据量。

(4)时延

Ø 传输时延（发送时延）：发送数据时，数据块从结点进入到传输媒体所需要的时间。也就是从发送数据帧的第一个比特算起，到该帧的最后一个比特发送完毕所需的时间。



第 3 页



$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据块长度 (比特)}}{\text{发送速率 (比特/秒)}}$$

Ø 传播时延：电磁波在信道中需要传播一定的距离而花费的时间。

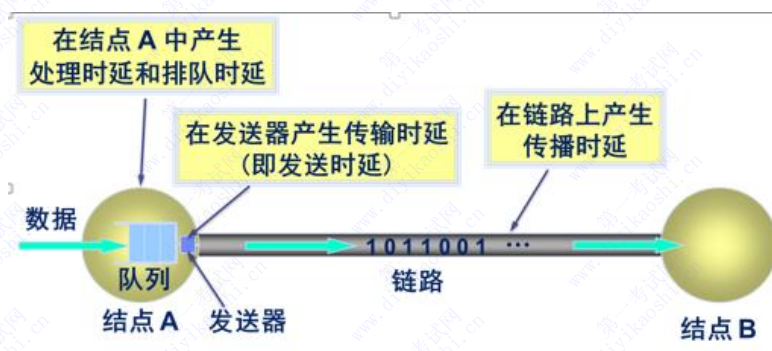
$$\text{传播时延} = \frac{\text{信道长度 (米)}}{\text{信号在信道上的传播速率 (米/秒)}}$$

Ø 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。

Ø 排队时延：结点缓存队列中分组排队所经历的时延。

总时延 = 发送时延 + 传播时延 + 处理时延 + 排队时延

四种时延所产生的地方：从结点 A 向结点 B 发送数据。



(5) 时延带宽积 = 传播时延 × 带宽

链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。

(6) 往返时间 (RTT: Round-trip Time)：表示从发送端发送数据开始，到发送端收到来自接收端的确认（接收端收到数据后便立即发送确认），总共经历的时延。

(7) 信道利用率指出某信道有百分之几的时间是被利用的（有数据通过）。完全空闲的信道的利用率是零。

网络利用率则是全网络的信道利用率的加权平均值。

信道利用率并非越高越好。

#### 4. 计算机网络体系结构

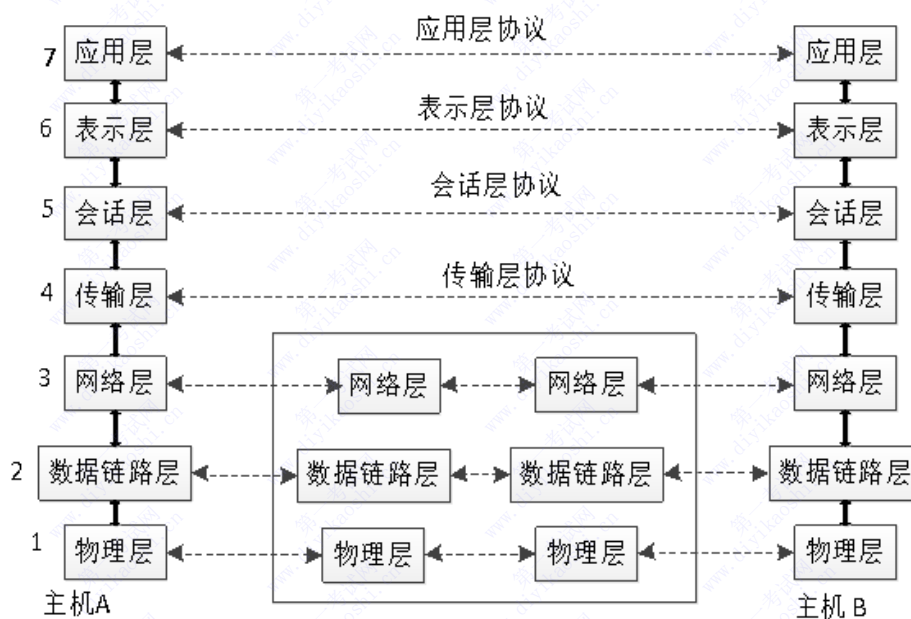
所谓网络体系结构就是为了完成计算机间的通信合作，把各个计算机互联的功能划分成定义明确的层次，规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。

Ø 协议：对等实体之间交换数据或通信时所必须遵守的规则或标准的集合。“水平的”，控制对等实体之间通信的规则。



Ø 服务：在网络分层结构模型中，每一层为相邻的上层所提供的功能称为服务。“垂直的”，由下层向上层通过层间接口提供的。

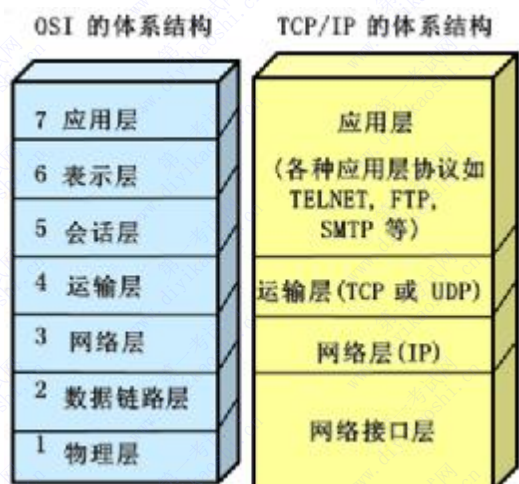
## (1) 开放系统互联参考模型 OSI (Open System Interconnection)



• 各层的作用：

7	应用层Application	→	处理网络应用
6	表示层Presentation	→	数据表示
5	会话层session	→	主机间通信
4	传输层transport	→	端到端的连接
3	网络层Network	→	寻址和最短路径
2	数据链路层Data Link	→	介质访问（接入）
1	物理层Physical	→	二进制传输

## (2) TCP/IP 参考模型



(3) 五层协议的体系结构：应用层、运输层、网际层、数据链路层和物理层。

习题解析

- ( ) 结构不是局域网拓扑结构。  
A. 总线形    B. 环形    C. 星形    D. 全互连形
- 一座建筑物内的几个办公室要实现联网，应该选择的方案属于 ( )。  
A. PAN    B. LAN    C. MAN    D. WAN
- 协议是 ( ) 之间的规约。  
A. 上下层    B. 不同系统  
C. 实体不同系统    D. 对等实体
- 计算机网络是分布在不同地理位置的多个独立的( ) 的集合。  
A. 局域网系统    B. 多协议路由器  
C. 操作系统    D. 自治计算机

## 第2章 物理层

主要内容：

1. 物理层的基本概述
2. 数据通信基础
3. 物理层下的传输介质
4. 物理层设备

### 第2章 物理层

1. 物理层的基本概述





SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

物理层实现在计算机网络中的各种硬件设备和传输介质上传输数据比特流，将一个比特从一个结点移动到下一个结点，而不是指具体的网络设备和传输介质。

物理层的作用是尽可能地屏蔽掉这些差异，使上层的数据链路层感觉不到这些差异。

### I 物理层协议及其特性

- ① 机械特性 指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列方式、接口机械固定方式等。机械特性决定了网络设备与通信线路在形状上的可连接性。
- ② 电气特性 指明接口引脚中的电压范围，即用多大电压表示“1”或“0”。电气特性决定了数据传输速率和信号传输距离。
- ③ 功能特性 指明某条线上出现某一电平表示何种意义，即接口信号引脚的功能分配和确切定义。
- ④ 过程特性 指明利用信号线进行比特流传输的操作过程，包括各信号线的工作规则和时序。

## 2. 数据通信基础

### (1) 通信的几个基本概念

并行数据传输与串行数据传输

单工、半双工和全双工通信

### (2) 奈奎斯特定理与香农定理

无噪声下的信道容量（奈奎斯特定理）

奈奎斯特证明，无噪声下的信道的最大信号传输速率  $R_{\max}$  与信道带宽  $B$  的关系，即奈奎斯特--无噪信道容量公式： $R_{\max}=2*B*\log_2 N$  (bps)

$B$  为信道的带宽，单位为 Hz； $N$  为对一个码元抽样的离散值个数。

例：普通电话线路带宽约 3kHz，若码元抽样的离散值个数  $N=16$ ，

则最大数据传输速率：

$$R_{\max}=2*3k*\log_2 16=24\text{kbps}.$$

有噪声下的信道容量（香农定理）

Shannon 证明，对于带宽为  $B$ ，信噪比为  $S/N$  的有噪声信道，其最大数据传输率  $R_{\max}$  为

$$R_{\max} = B*\log_2 (1 + S/N) \text{ (bps)}$$

其中  $S/N$  为信号功率与噪声功率的比，称为信噪比

我们一般使用数值  $10*\log_{10} S/N$  ---分贝(dB)来表示信噪比。

例：已知信噪比为 30dB，带宽为 3kHz，求信道的最大数据传输速率。

$$\therefore 10\log_{10}(S/N)=30$$





$$\therefore S/N=10^{(30/10)}=1000$$

$$\therefore R_{\max}=3k \log_2(1+1000) \approx 30\text{kbps}$$

### (3) 数据交换技术

- ① 电路交换(Circuit Switching): 传输双方在数据传输之前要建立一条物理电路(可以是真正的物理线路,也可以是一个复用信道),该物理电路一直保持到双方通信结束后才释放。如:传统电话网
- ② 报文交换是一种存储转发技术,它不在通信两端设备间建立一条物理线路。发送设备将发送的信息作为一个整体(又被称为报文),并加上目的地地址,交给交换设备。交换设备接收该报文,暂时存储该报文,等到有合适的输出线路时把该报文转发给下一个交换设备。如电报系统。
- ③ 分组交换是报文交换的一种改进,它将报文分成若干个分组,每个分组的长度有一个上限,有限长度的分组使得每个节点所需的存储能力降低了,分组可以存储到内存中,提高了交换速度。是计算机网络中使用最广泛的一种交换技术。

### (4) 多路复用技术

多路复用是指在一条物理信道上同时传输多路信息。

- ① 频分多路复用 FDM: 主干线路的频带被划分为若干逻辑信道,每个用户独占某些频段;调频广播以及有线电视。
- ② 波分多路复用 WDM: FDM 在光纤介质中的应用;
- ③ 时分多路复用 TDM: 每个用户轮流瞬间地占有主干线路的整个带宽。
  - Ø 同步时分复用采用固定时间片分配方式。
  - Ø 异步时分复用技术又被称为统计时分复用技术,它能动态地按需分配时隙,以避免每个时隙段中出现空闲时隙。
- ④ 码分多路复用 CDMA: 又称为码分多址,是指利用各路信号码型结构正交性而实现多路复用的通信方式。

## 3. 物理层下的传输介质

### Ø 有线传输介质

- ① 双绞线: 双绞线即能用于传输模拟信号,也能用于传输数字信号。双绞线可以分为非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线两种。**直连线: PC/路由器-交换机/HUB、HUB-HUB(级连端口);交叉线: 交换机-交换机、PC-PC、HUB-HUB(标准端口)**
- ② 同轴电缆: 它比双绞线的屏蔽性要更好,因此在更高速度上可以传输得更远。它以硬铜线为芯(导体),外包一层绝缘材料(绝缘层),这层绝缘材料再用密织的网状导体环绕构成屏蔽,其外又覆盖一层保护性材料(护套)。
- ③ 光纤: 它是由纯石英玻璃制成的。纤芯外面包围着一层折射率比芯纤低的包



SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

层，包层外是一塑料护套。光纤通常被扎成束，外面有外壳保护。光纤的传输速率可达 100Gbit/s。

#### Ø 无线传输介质

- ① 无线电波
- ② 微波
- ③ 红外线
- ④ 激光传输

#### 4. 物理层设备

中继器：适用于完全相同的两类网络的互连，主要功能是通过将数据信号的重新发送或者转发，来扩大网络传输的距离。 中继器是对信号进行再生和还原的网络设备

集线器：集线器的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大，以扩大网络的传输距离，同时把所有节点集中在以它为中心的节点上。

#### 习题解析

1. 在同一个信道上的同一时刻，能够进行双向数据传送的通信方式是（ ）。  
A. 单工 B. 半双工 C. 全双工 D. 上述三种均不是
2. 在 OSI 中，物理层存在四个特性。其中，通信媒体的参数和特性方面的内容属于（ ）。  
A. 机械特性 B. 电气特性 C. 功能特性 D. 规程特性
3. 用一条双绞线可以把两台计算机直接相连构成一个网络，这条双绞线运用（ ）。  
A. 直连线 B. 交叉线 C. 反接线 D. 以上都可以
4. 不受电磁干扰或噪声影响的传输媒体是（ ）。 A. 双绞线 B. 同轴电缆 C. 光纤 D. 微波
5. 将物理信道的总频带宽分割成若干个子信道，每个子信道传输一路信号，这种多路复用方式被称为（ ）。  
A. 同步时分多路复用 B. 波分多路复用  
C. 异步时分多路复用 D. 频分多路复用

## 第 3 章 数据链路层

主要内容：

- 1. 组帧
- 2. 差错控制
- 3. 流量控制和可靠传输
- 4. 介质访问控制。
- 5. 数据链路层设备



## 6. 广域网中数据链路层协议

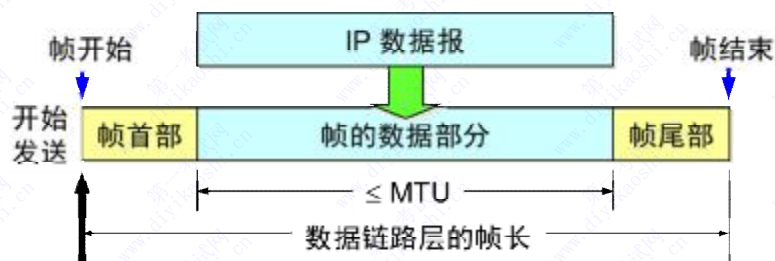
### 第3章 数据链路层

数据链路层可能提供的服务包括：

1. 组帧
2. 差错控制
3. 流量控制和可靠传输
4. 介质访问控制。

#### 1. 组帧

封装成帧(framing)就是在一段数据的前后分别添加首部 and 尾部，然后就构成了一个帧。确定帧的界限。



• 组帧的方法：

- Ø 字节计数法
- Ø 使用字符填充的首尾定界符法
- Ø 使用比特填充的首尾定界符法
- Ø 违法编码法

#### 2. 差错控制

差错控制方法分两类，一类是自动请求重发（ARQ），另一类是前向纠错（FEC）。引出两种不同的差错控制编码：检错码和纠错码。

- ① 奇偶校验
- ② 循环冗余检测
- ③ 海明码

##### ①奇偶校验

在原始数据字节的最高位增加一个奇偶校验位，使结果中 1 的个数为奇数(奇校验)或偶数(偶校验)。

例如 1100010 增加偶校验位后为 11100010





## ②循环冗余校验

原理：将传输的位串看成系数为 0 或 1 的多项式。收发双方约定一个生成多项式  $G(x)$ ，发送方在帧的末尾加上校验和，使带校验和的帧的多项式能被  $G(x)$  整除。接收方收到后，用  $G(x)$  除多项式，若有余数，则传输有错。

CRC 编码过程：

- Ø 在原信息码的末尾加上  $r$  个 0， $r$  为  $G(x)$  的最高次幂；
- Ø 生成多项式  $G(x)$ （也可看成二进制数），用模 2 除上面的式子，得到的余数就是校验和( $r$  位)；
- Ø 将余数加到原信息码后面即为发送序列。
- 模 2 除法与算术除法类似，但每一位除的结果不影响其它位，即不向上一位借位，所以实际上就是异或。
- 例：要发送的二进制数序列为“1010001”，选定的生成多项式为：  
 $G(x)=x^4+x^2+x+1$ ，求：通过 CRC 编码后的码字。

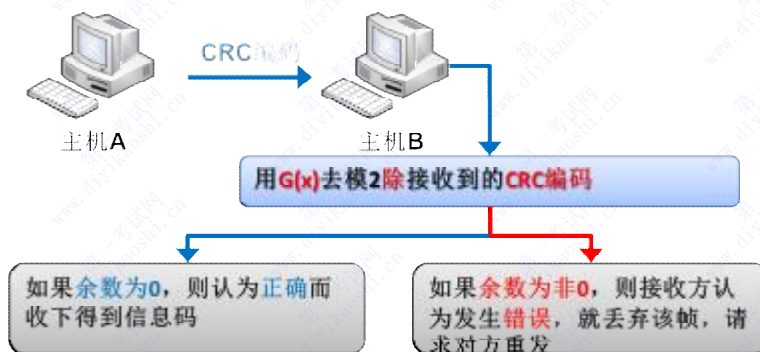
解：已知发送序列“1010001”，生成多项式为： $G(x)=x^4+x^2+x+1$ ，相当于 10111

(1) 移位：左移  $r$  位， $r=4$ ，相当于在发送序列后加上 4 个零，10100010000

(2) 生成多项式  $G(x)$  10111 模 2 除移位后式子 10100010000

(3) CRC 编码后的码字为：信息码+余数=1010001 1101

CRC 检错



## ④ 明码

海明码是由数据与校验位组合而成的。其组合规则为：将数据与校验码（奇偶校验）自左至右进行编码，其中编号为 2 的幂的位均为校验位，其余为数据位。

1 ( $2^0$ )	2 ( $2^1$ )	3	4 ( $2^2$ )	5	6	7	8 ( $2^3$ )	9	10	11
R1	R2	d	R3	d	d	d	R4	d	d	d

- 汉明码检错与纠错过程



- Ø 将出错计数器置为 0。
- Ø 依次对每个校验位进行奇偶校验，如果有错将校验位所对应的编码值加入计数器中。直到每个校验位检查完为止。
- Ø 如果出错计数器值为 0，则数据传输无错。反之如果计数器值不为 0，则数据传输有错，且出错计数器值即为出错数据位的编码。
- Ø 将出错数据位的数据取反即可。

### 3. 流量控制与可靠传输机制

OSI 的观点是必须把数据链路层做成是可靠传输的。因此在 CRC 检错的基础上，增加了流量控制、确认和重传机制。

流量控制：采取适当的措施，限制发送速率，避免由于接收方来不及接收而造成数据丢失。

确认机制：接收方收到正确的帧就要向发送方发送确认。

重传机制：发送端在一定期限内没有收到对方的确认，就认为出现了差错，因而就进行重传，直到收到对方的确认为止。

- 现在通信线路的质量已经大大提高了，由于通信链路不好引起差错的概率已经大大降低。
- 为了提高通信效率，因此因特网广泛使用的数据链路层不提供可靠地服务。
- 数据链路层可靠地传输服务常用于容易产生高差错率的链路，如无线链路。
- 窗口是可容纳数据帧的缓冲区，在发送端和接收端分别设置发送窗口和接收窗口。
- 发送窗口用来对发送端进行流量控制，发送窗口是发送方用来保存允许发送和已发送但尚未经确认的数据帧。
- 接收窗口是为了控制可以接收的数据帧的范围。接收窗口是接收方用来保存已正确接收但尚未交给上层的数据帧。
- 只有在接收窗口向前滑动时（与此同时也发送了确认），发送窗口才有可能向前滑动。收发两端的窗口按照以上规律不断地向前滑动，因此这种协议又称为滑动窗口协议。
- 滑动窗口协议
- Ø 停-等协议
- Ø 后退 N 帧协议
- Ø 选择重传协议

#### ①停-等协议

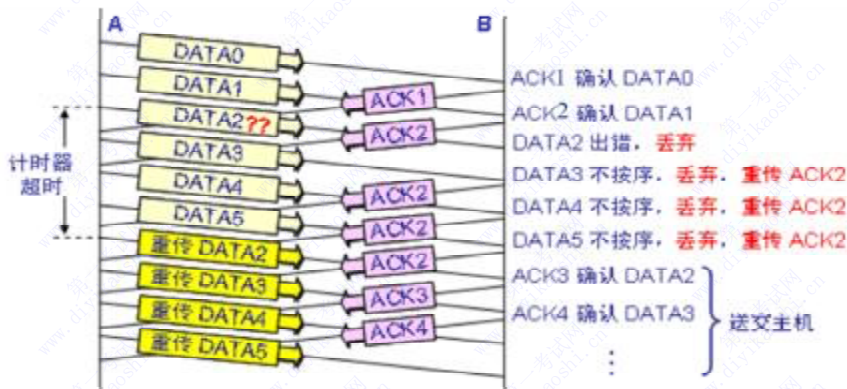
发送窗口 = 1，接收窗口 = 1。



发送方每发送一帧后就要停下来等待接收方的确认返回，仅当接收方正确接收，并返回确认帧 ACK，发送方接收到确认帧后，才可以发送下一帧。

## ② 退 N 帧协议

发送窗口 > 1，接收窗口 = 1



## ③选择重传协议

发送窗口 > 1，接收窗口 > 1。

选择重传协议规则是加大接收窗口，先收下发送序号不连续但仍处在接收窗口中的那些数据帧。等到所缺序号的数据帧收到后再一并送交主机。

## 4. 介质访问控制

静态划分介质访问控制：频分复用（FDM）、时分复用（TDM）、波分复用和码分复用。

动态介质访问控制：随机访问（CSMA/CD）和受控访问（轮询访问介质访问控制：令牌传递协议）。

### ①随机访问——载波监听多路访问/冲突检测协议（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD）

工作原理：发前先侦听，空闲即发送，边发边检测，冲突时退避。

### ②受控访问（轮询访问介质访问控制：令牌传递协议）

- Ø 令牌在环中流动，有信息发送的站，截获令牌；
- Ø 源站发送数据给目的站，目的站接收并转发数据；
- Ø 源站等待并接收它所发的帧，并将该帧与原发数据比较，以确认传输过程中是否出现错误。
- Ø 若有错误，交给高层处理；若没有错误，则从环上撤离；
- Ø 源站收完所发帧的最后一位后，重新产生空令牌发送到环上，让下一个要发送数据的站点获得数据发送权。

## 5. 数据链路层设备

- Ø 网卡又称网络适配器，是局域网中连接计算机和传输介质的接口。
- Ø 网桥也叫桥接器，是连接两个局域网的一种存储/转发设备。
- Ø 交换机
  - 6. 广域网中数据链路层协议有 PPP、HDLC 等。
  - 点对点协议 PPP (Point-to-Point Protocol)。它是一个工作于数据链路层的广域网协议。
  - HDLC 协议是面向比特的数据链路层协议，采用位填充方式来实现数据的透明传输，采用循环冗余校验来检测数据传输的正确性。

#### 习题解析

1. 网络接口卡 (NIC) 位于 OSI 模型的 ( )  
A. 数据链路层 B. 物理层 C. 传输层 D. 网络层
2. 数据链路层中的数据块常被称为 ( )。  
A. 信息 B. 分组 C. 帧 D. 比特率
3. 数据链路层可以通过 ( ) 标识不同的主机。  
A. 物理地址 B. 端口号 C. IP 地址 D. 逻辑地址
4. OSI 参考模型中, 下列负责流控和差错控制的是 ( )。  
A. 应用层 B. 表示层 C. 数据链路层 D. 网络层

## 第 4 章 网络层

主要内容:

1. 网络层概述
2. 网络层协议
3. 路由选择
4. IPv6

### 1. 网络层概述

网络层使用中间设备路由器将异构网络互联，形成一个统一的网络，并且将源主机发出的分组经由各种网络路径通过路由和转发，到达目的主机。

网络层功能：分组生成和装配、路由与转发、拥塞控制、异种网络的互联、透明传输。

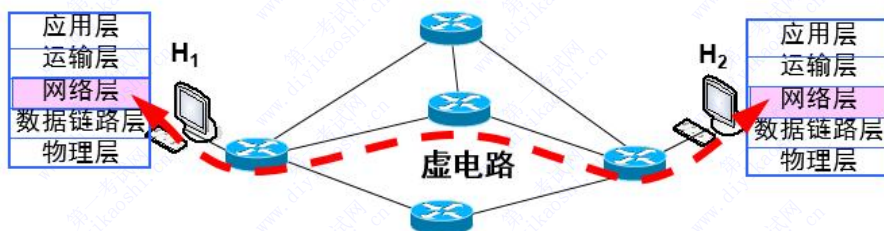
网络层提供的服务

- Ø 面向连接的网络服务 —— 虚电路服务：发送数据前先建立连接，然后在该连

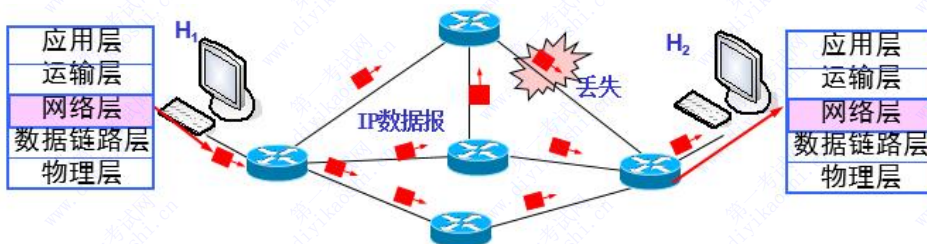




接上实现有次序的分组传输，当数据交换结束后，终止这个连接。



Ø 无连接的网路服务 ——数据报服务：每一个发出的分组（称为一个数据报）都携带了完整的目的地址信息，因而每一个分组都可以独立的选择路由。



## 2. 网络层协议

所谓虚拟互连网络，它的意思就是互连起来的各种物理网络的异构性本来是客观存在的，但是我们利用 IP 协议就可以使这些性能各异的网络从用户看起来好像是一个统一的网络。

网络层除了 IP 协议外，还有以下 4 个与 IP 配套使用的协议。

- (1) 地址解析协议 ARP
- (2) 逆地址解析协议 RARP
- (3) 网际控制报文协议 ICMP
- (4) 网际组管理协议 IGMP

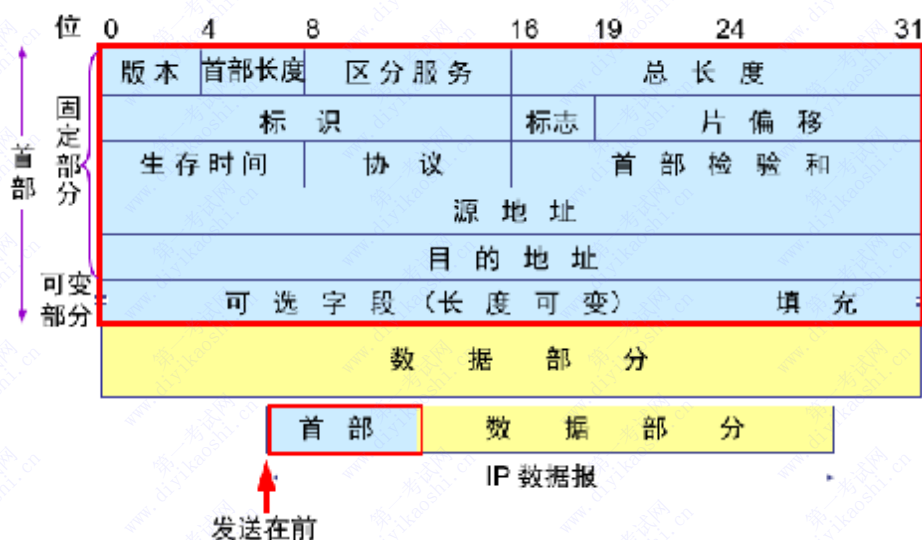
### (1) IP 概述

网际协议 (Internet Protocol) IP 是一个无连接的协议，在数据交换前，主机之间并未联络，经它处理的数据在传输时是没有保障的，是不可靠的。

IP 协议既提供了分段功能，IP 报头；又提供寻址功能，用以标识网络及主机节点地址(即 IP 地址)。

### (3) IPv4 数据报格式

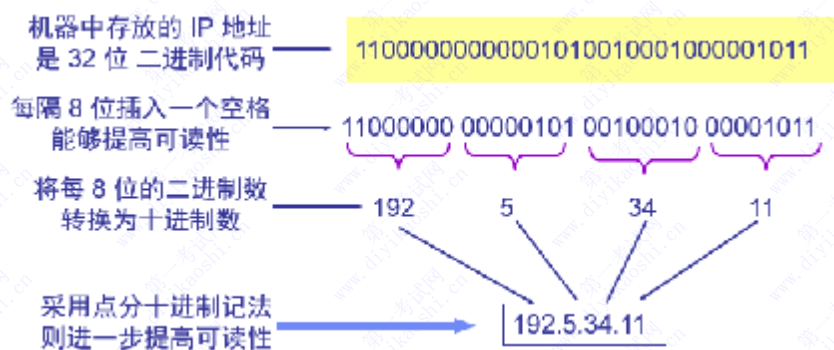




### (3) IPv4 地址

一个 IPv4 地址是 32 位地址，它唯一地并通用地定义了一个连接到因特网上的主机或者路由器。

二进制标识法和点分十进制标识法：



IP 地址的编址方法共经过了以下 3 个历史阶段。

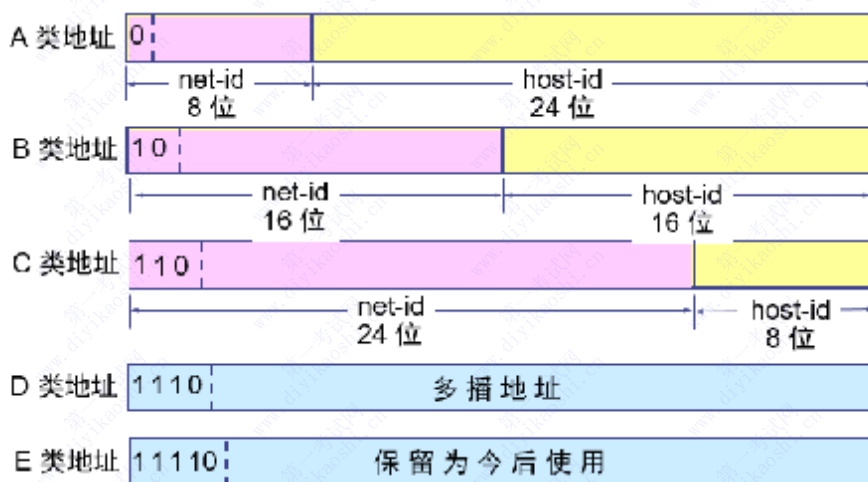
- ① 分类的 IP 地址：这是最基本的编址方法。
- ② 子网的划分：这是对基本的编址方法的改进。
- ③ 构成超网：这是比较新的无分类编址方法。

#### ①标准分类 IP 地址

两级的 IP 地址可以记为：

IP 地址 ::= { <网络号>, <主机号> }

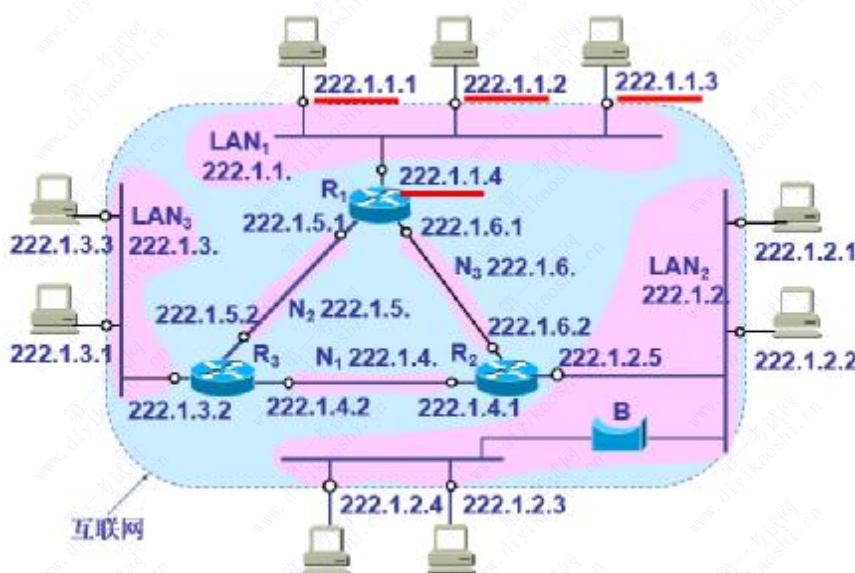
地址分类：



- 一般不使用的特殊 IP 地址

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	不可以	本网络上的本主机
0	主机号	可以	不可以	在本网络上的某个主机
全1	全1	不可以	可以	只在本网络上广播（路由器不转发）
网络号	全1	不可以	可以	对该网络号上的所有主机进行广播
127	非全0或 全1的数	可以	可以	用作本地软件环回测试之用

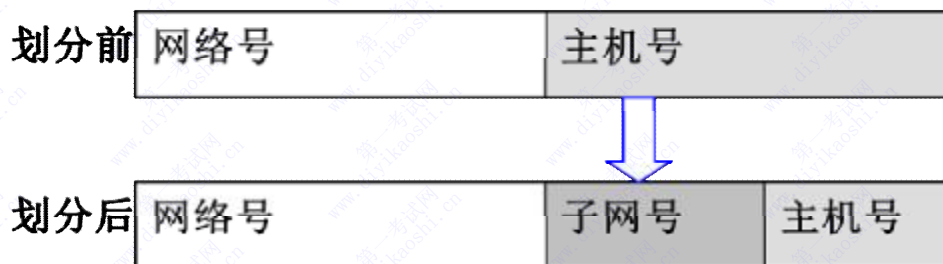
- 互联网中的 IP 地址



## ②子网划分

子网划分是指由网络管理员将本单位一个给定的网络分成若干个更小的部分，这些更小的部分被称为子网（subnet）。

IP 地址 ::= {<网络号>, <子网号>, <主机号>}



### 关于子网划分的示意

注意：子网的划分是属于本单位内部的事，在本单位以外看不见这样的划分。从外部看，这个单位仍只有一个网络号。

从一个 IP 数据报的首部并无法判断源主机或目的主机所连接的网络是否进行了子网划分。

使用子网掩码(subnet mask)可以找出 IP 地址中的子网部分。

子网掩码中，网络号部分和子网号部分取值为“1”，主机号部分为“0”。

- 默认子网掩码

A 类地址	网络地址	net-id	host-id 为全 0
	默认子网掩码 255.0.0.0	11111111	000000000000000000000000
B 类地址	网络地址	net-id	host-id 为全 0
	默认子网掩码 255.255.0.0	1111111111111111	0000000000000000
C 类地址	网络地址	net-id	host-id 为全 0
	默认子网掩码 255.255.255.0	111111111111111111111111	00000000

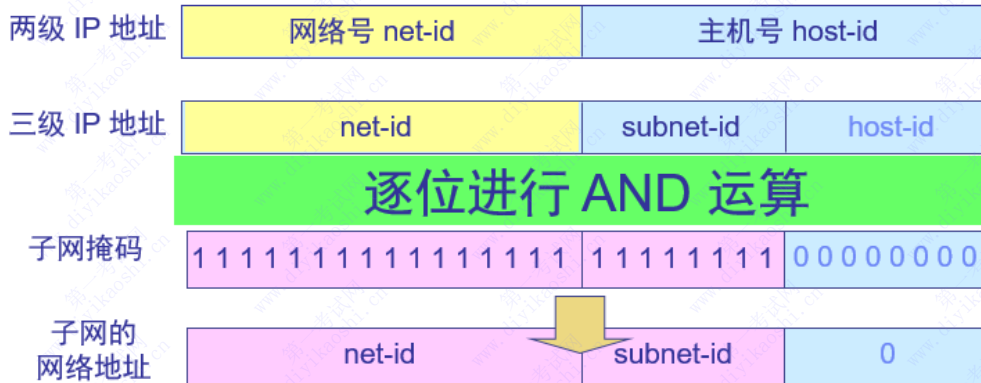
- 网络地址=(IP 地址)AND(子网掩码)



SINCE 2001

# 华图网校

V.HUATU.COM



- 广播地址：是专门用于同时向网络中所有工作站进行发送的一个地址。在使用 TCP/IP 协议的网路中，主机位为全 1 的 IP 地址为广播地址

例：已知 IP 地址是 141.14.72.24，子网掩码是 255.255.192.0，试求网络地址和广播地址。

网络地址：141.14.64.0

广播地址：141.14.127.255

例：已知子网掩码为 255.255.255.192，那么 200.200.200.224 和 200.200.200.222 是否属于同一个子网？

答：200.200.200.224 和 200.200.200.222 的网络地址都为 200.200.200.192，说明这两个 IP 地址属于同一个子网。

### ③无类域间路由 CIDR（构造超网）

即变长子网掩码（VLSM）的基础上发展成的无分类域间路由选择 CIDR。

CIDR 消除了传统的 A 类、B 类和 C 类地址以及划分子网的概念。

IP 地址 ::= {<网络前缀>, <主机号>}

- CIDR 的表示方法：斜杠标记法，如 220.8.21.231/25。
- 从一个地址中抽取信息，给出块中的任意一个地址，可得到地址的数目、块中首地址以及末地址。
- 采用 CIDR 地址汇聚后，可以将连续的地址空间块聚合成一条路由条目，这种地址的聚合常称为路由聚合。

例：有如下的 4 个 /24 地址块，试进行最大可能的聚合。  
214.78.132.0/24, 214.78.133.0/24,

214.78.134.0/24, 214.78.135.0/24, 计算出聚合地址。

聚合地址：214.78.132.0/22

### ④NAT——网络地址转换



第 19 页



使用私有地址将网络连至 Internet，需要将私有地址转换为公有地址。这个转换过程称为网络地址转换（Network Address Translation，NAT），它是一种把内部私有网络地址（IP 地址）翻译成合法网络 IP 地址的技术。

几种类别的私有 IP 地址：

- Ø 10.0.0.1~10.255.255.254 （A 类）
- Ø 172.16.0.1~172.31.255.254 （B 类）
- Ø 192.168.0.1~192.168.255.254 （C 类）

#### （4）ARP 和 RARP

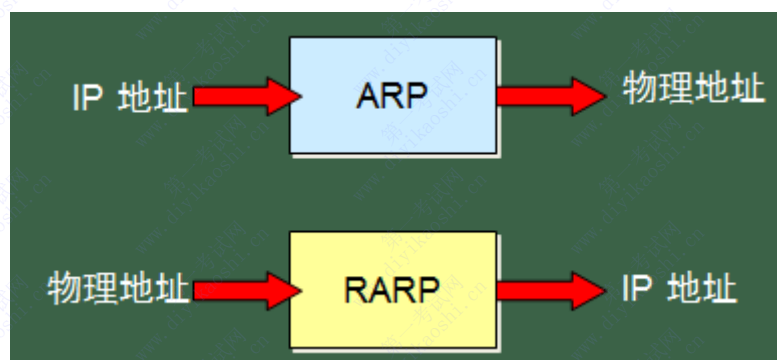
IP 地址只是在抽象网络层中的地址，若要把网络层传送的数据报交给目的主机，要经由数据链路层转变成 MAC 帧后才能发送到实际的网络上。

硬件地址又称为物理地址或 MAC 地址：一种 48 位的全球地址，是指局域网上每一台计算机中固化在网卡的 ROM 中的地址。

为了统一管理物理地址，保证其全球唯一性。IEEE 注册委员会为每一个网卡生产厂商分配物理地址的前三字节，即机构唯一标志符。

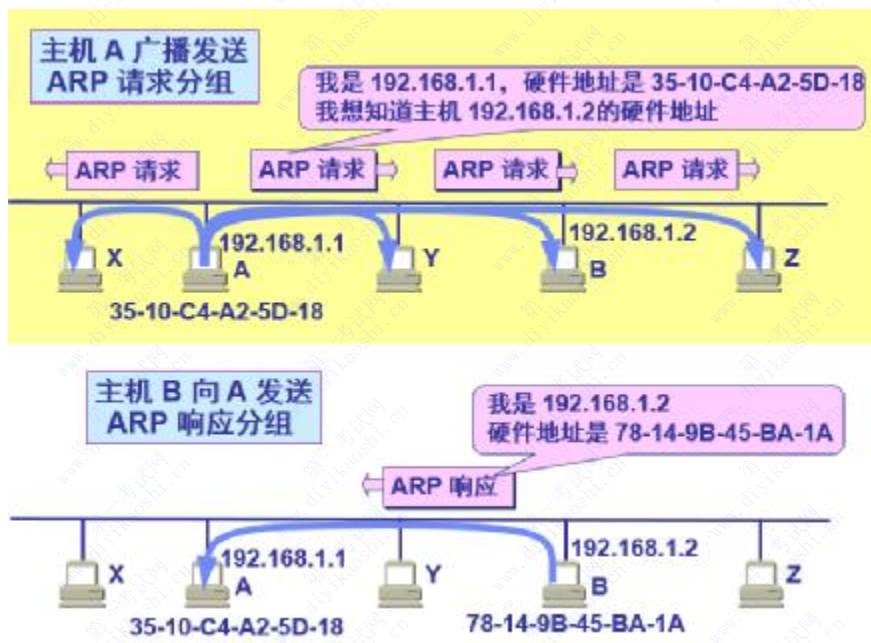
后面三字节(即低位 24 位)由厂商自行分配，称为扩展标识符

IP 地址与 MAC 地址之间到底是怎样识别的呢？这就需要一种协议来对两者进行解析，即 ARP（地址解析协议）和 RARP（逆地址解析协议）。





SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

### (5) ICMP

网际层提供了因特网控制消息协议 (Internet control message protocol, 简称 ICMP) 来检测网络, 包括路由、拥塞、服务质量等问题。

典型应用: Ping

### (6) IP 多播与 IGMP 协议

一个源端到一个目的端网络的通信, 称之为单播。

在多播 (multicasting) 中, 存在一个源端和一组目的端, 其关系是一对多。D 类地址就是多播地址。

用于收集组成员信息的协议是因特网组管理协议 (Internet Group Management Protocol, IGMP)。

## 3. 路由选择

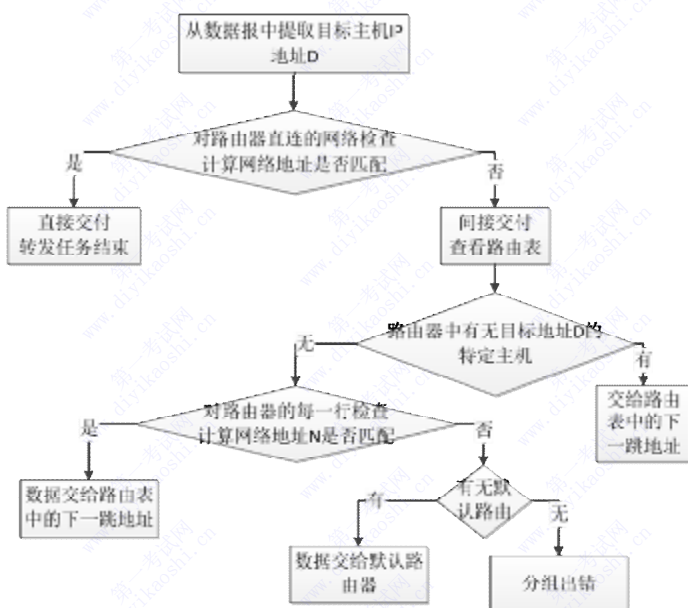
所谓路由是指对到达目标网络所进行的最佳路径选择, 通俗地讲就是解决“何去何从”的问题, 路由是网络层最重要的功能。

在网络层完成路由功能的设备被称为路由器, 路由器是专门设计用于实现网络层功能的网络互连设备。

- 分组转发算法



第 21 页



• 路由选择协议

Ø 静态路由选择（简单、开销小、不能适应网络状态变化）

Ø 动态路由选择（较好地适应网络状态变化、但实现复杂、开销大）

• 内部网关协议 IGP：自治系统 AS 内部的路由选择协议，如 RIP 和 OSPF 协议。  
域内路由选择

• 外部网关协议 EGP：自治系统之间的路由选择协议，如 BGP。域间路由选择

①RIP：路由信息协议：基于距离向量的路由选择协议。

每个路由器都要维护从它自己到其他每一个目的网络的距离记录，称为距离向量。直连的距离为 1，RIP 允许最多经过 15 个路由器，即距离=16 时不可达。

RIP 协议让互联网中的所有路由器都和自己的相邻路由器不断交换路由信息，并不断更新其路由表，使得从每一个路由器到每一个目的网络的路由都是最短的（即跳数最少）。

RIP 协议最大的优点就是实现简单，开销较小。

②OSPF：开放最短路径优先协议

OSPF 采用的是链路状态协议。链路状态包括本路由器与哪些路由器相邻，以及该链路的“度量”，包含费用、距离、时延、带宽等。

每个路由器建立一个链路状态数据库，构成全网拓扑图，链路状态变化时，路由器向其他所有路由器发送此信息。

③BGP：外部网关协议

采用路径向量路由选择协议，用于不同自治系统的路由器之间交换路由信息。

#### 4. IPV6



SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

IPv6 地址是 128 位（16 字节）长，是 IPv4 地址长度的四倍。

表示方式-冒号十六进制：FE80: 0000: 0000: A234: 0007: 0045: 8940

地址某部分中开始的一些 0 可以省略。如果有连续的部分仅仅包含 0，则可以使用 0 压缩。我们可以将所有的 0 移除，而用两个冒号来代替 0。

例如：FE80: 0000: 0000: 0000: A234: 0007: 0045: 8940 可以表示成 FE80: 0: 0: 0: A234: 7: 45: 8940 或者 FE80:: A234: 7: 45: 8940。

习题解析

1. 网络互连使用的设备是：（ ）

- A. 网桥或交换机      B. 路由器  
C. 中继器或集线器      D. 网关

2. 当两台机器进行通信时，以下哪个协议将 IP 地址映射到 MAC 地址？（ ）

- A. ARP    B. RARP    C. SLARP    D. DHCP

3. 在 TCP/IP 体系结构中，与 IP 配套使用的协议是：（ ）

- A. ICMP    B. ICMP、ARP  
C. ICMP、IGMP、ARP  
D. ICMP、IGMP、ARP、RARP

4. 以下哪个地址属于私有 IP 地址？（ ）

- A. 11. 12. 13. 14      B. 172. 31. 16. 17  
C. 192. 192. 1. 89      D. 200. 12. 56. 80

5. IP 地址为 141. 14. 72. 24，子网掩码为 255. 255. 192. 0 的网络地址是：（ ）

- A. 141. 14. 72. 0      B. 141. 14. 128. 0  
C. 141. 14. 64. 0      D. 141. 14. 0. 0

6. IP 地址为 128. 167. 1. 25 所属的地址类别为（ ） A. A 类    B. B 类    C. C 类  
D. E 类

## 第 5 章 传输层

主要内容

1. 传输层概述
2. 用户数据报协议 UDP
3. 传输控制协议 TCP
1. 传输层概述



第 23 页



传输层为应用进程提供端到端的逻辑通信。

传输层协议要提供端到端的错误恢复与流量控制，对网络层出现的丢包、乱序或重复等问题作出反应。

传输层使用协议端口号（简称“端口”）来判断进程通信；端口号 16 位的二进制数，即位于 0~65535 之间的整数。

• 端口号分类：

（1）服务器端使用的端口号：包括专用端口号，也称为熟知端口号，绑定于一些特定的服务。注册端口号：1024~49151

（2）客户端端口：49152~65535，仅在客户进程运行时才动态分配，通信结束后被收回。

常用的端口号及对应协议

端口号	应用程序	说明
20	FTP DATA	文件传输协议（数据）
21	FTP CONTROL	文件传输协议（命令）
23	TELNET	远程连接
25	SMTP	简单邮件传输协议
53	DNS	域名解析服务
69	TFTP	简单文件传输协议
80	HTTP	超文本传输协议
110	POP3	邮局协议版本3
161	SNMP	简单网络管理协议
179	BGP	边界网关协议
520	RIP	路由信息协议

端口号拼接到(concatenated with) IP 地址即构成了套接字。

套接字 socket = (IP 地址：端口号)

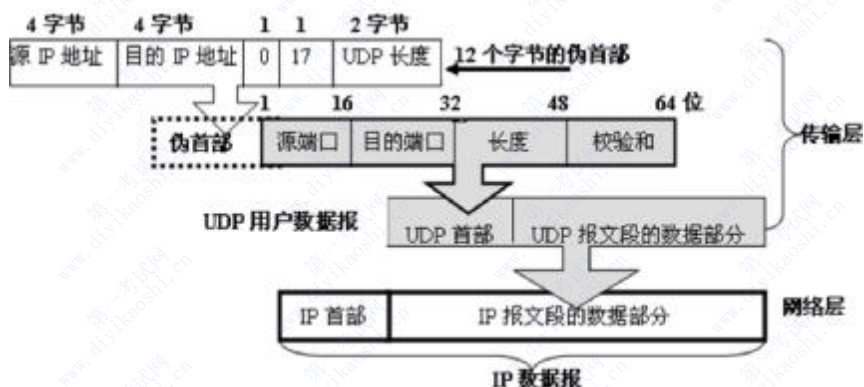
TCP/IP 的传输层有两个不同的协议：

（1）用户数据报协议 UDP(User Datagram Protocol)：是无连接的，而且“不可靠”。

（2）传输控制协议 TCP(Transmission Control Protocol)：是面向连接的、可靠的传输协议。

2. 用户数据报协议 UDP

UDP 分组称为用户数据报，有 8 字节的固定首部，这个首部由 4 个字段组成，每个字段 2 字节（16 位）。



- UDP 服务

- (1) UDP 使用套接字地址提供进程到进程的通信。
- (2) 无连接服务：数据报独立，没有编号，不排序，数据报可以沿不同路径传递。
- (3) 没有流量控制，没有窗口机制，当到来的报文太多时，接收方可能会溢出。
- (4) 除了校验和外，UDP 没有差错控制机制，发送方不知道报文丢失还是重传。
- (5) 不提供拥塞控制，UDP 假设被发送的分组很小且零星，不会在网络中造成拥塞。
- (6) 封装和解封装
- (7) 多路复用与多路分解

### 3. 传输控制协议 TCP

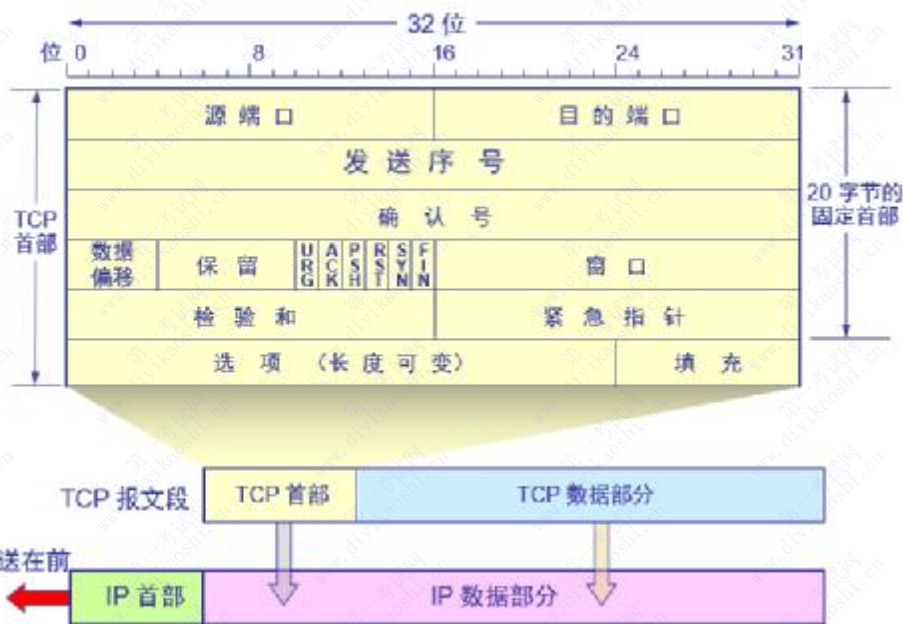
#### (1) TCP 服务

- ① 面向连接的传输
- ② 端到端的通信
- ③ 高可靠服务
- ④ 全双工通信
- ⑤ 采用字节流方式，即以字节为单位传输字节序列
- ⑥ 可靠的连接建立

#### (2) TCP 报文格式

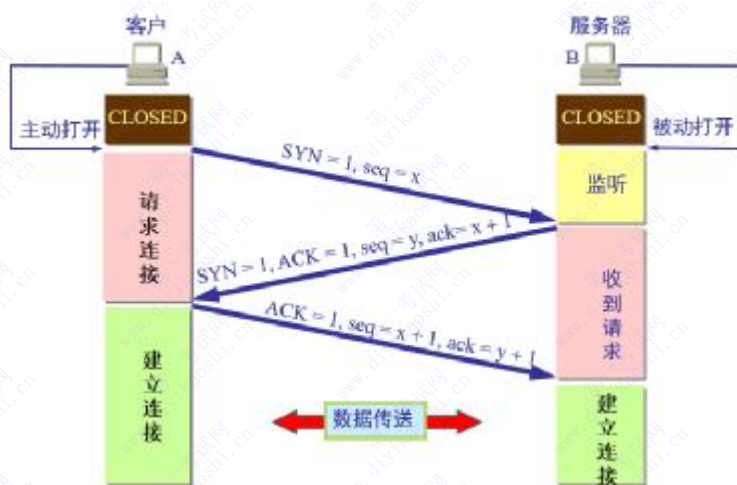
TCP 层传输的数据单元是报文，也称为报文段，一个 TCP 报文段由首部和数据段两部分组成。

首部是 TCP 为了实现端到端可靠传输所加上的控制信息，而数据段部分则是由高层即应用层来的数据。



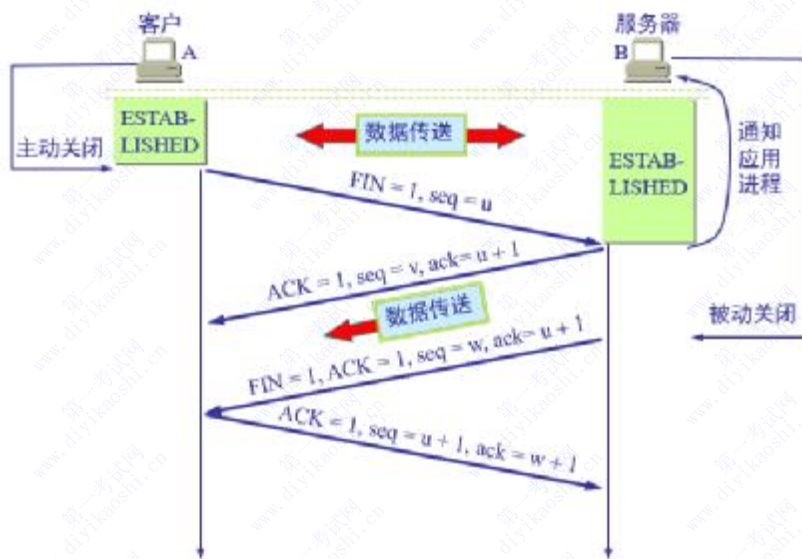
### (3) TCP 连接管理

#### ① TCP 的连接建立——三次握手建立 TCP 连接



#### ③ TCP 的连接释放——四次握手释放 TCP 连接



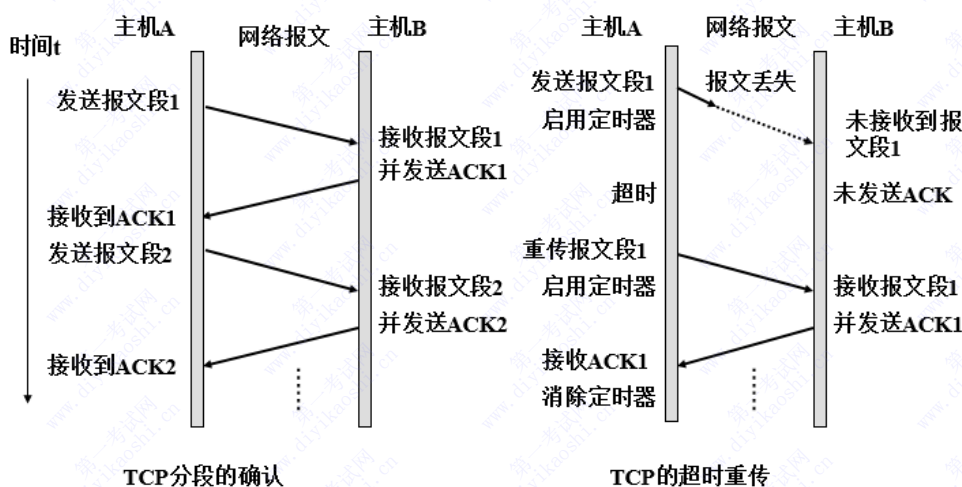


#### (4) TCP 流量控制和拥塞控制

TCP 采用可变发送窗口机制很方便地在 TCP 连接上实现对发送端的流量控制。

发送端窗口的大小由接收端来控制，并且将窗口大小的值写入 TCP 报文段首部的窗口字段，写入的数值就是当前设定的接收窗口大小。

#### (5) TCP 差错控制



#### 习题解析

1. 传输层实现的是通信属于 ( )。

- A. 点到点通信
- B. 主机到主机的通信
- C. 端到端的通信
- D. 子网到子网的通信

2. 传输层通信依靠 ( ) 识别进程。

- A. 进程标识符
- B. 端口
- C. 进程使用的程序名
- D. 硬件地址

3. 以下哪些协议提供可靠交付服务 ( )

A. ICMP B. TCP C. UDP D. IP

4. 如果 TCP 发送方发送窗口大小为 2000, 已经发送了 500 字节而未收到确认, 其有效窗口大小为 ( )。

A. 0 字节 B. 500 字节 C. 2000 字节 D. 1500 字节

## 第 6 章 应用层

主要内容:

1. 网络应用模型 2. 域名系统 DNS

3. FTP 4. 万维网和 http

5. E-mail 6. Telnet

7. DHCP

1. 网络应用模型

(1) 客户/服务器模型所描述的是进程之间服务和被服务的关系, 通常简称 C/S 模型。所谓的客户是服务的请求方, 服务器是服务的提供方。

典型应用有 DNS, FTP, WWW, Email, Telnet, DHCP 等

(2) P2P 模型也称对等网络模型, 是指两个主机在进行通信时不存在中心结点, 结点之间是对等的, 不区分哪一个是服务请求方还是服务提供方。

典型应用: 即时通信软件, 如 QQ, MSN 等; 实现共享文件资源的软件, 如 BitTorrent, eMule 等; 流媒体类系统, 如 PPLive; 游戏软件等。

2. 域名系统 DNS

域名系统 (DNS) 专门为大型网络提供域名的地址解析。

域名的层次结构是树型的, 最大的域是根节点, 根节点是没有标识的。在根节点下面是一级域名 (也叫顶级域名)。顶级域名下层为二级域名, 二级域名下层还有其他更低级的域名。例如 [www.baidu.com](http://www.baidu.com)

- 域名解析过程

- Ø 正向解析: 根据计算机的域名查找相应的 IP 地址。

- ü 正向解析查询的方法: 递归查询和重复查询。

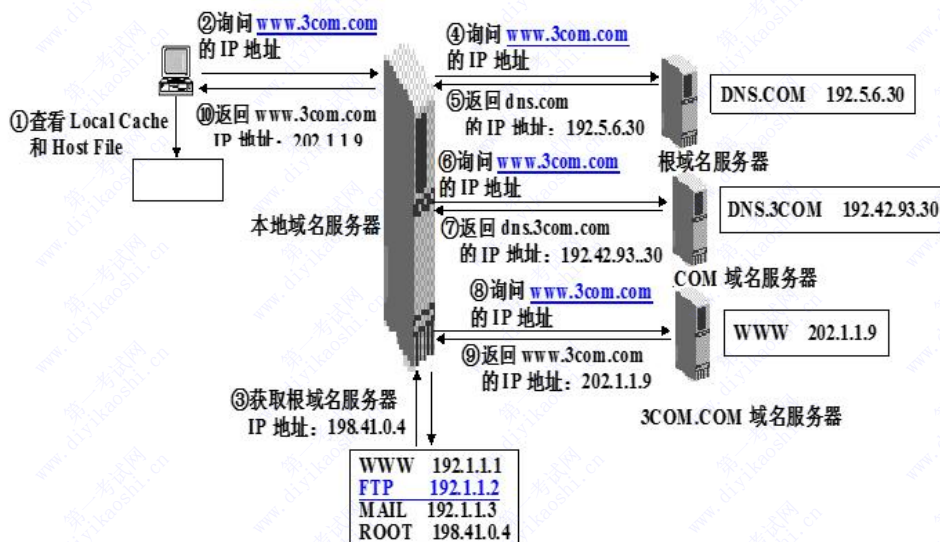
- Ø 逆向解析: 也称为反向查询, 由 IP 地址查找域名的过程。



SINCE 2001

# 华图网校

V.HUATU.COM



### 3. FTP

文件传输协议 FTP (File Transfer Protocol): 就是让用户连接上一个远程计算机, 查看远程计算机上有哪些文件, 然后把文件从远程计算机上复制到本地计算机, 或把本地计算机的文件传送到远程计算机去。前者称为“下载”, 后者称为“上传”。

在 FTP 的客户机和服务器之间建立两个连接: 控制连接和数据连接。

- 首先客户机发出的传送请求通过控制连接发送给控制进程 (21 号端口)
- 然后用“数据连接”(20 号端口) 传输文件;
- 主进程, 负责接受新的请求; 从属进程, 负责处理单个请求。

### 4. 万维网和 http

万维网 WWW (World Wide Web) 服务采用客户 / 服务器工作模式, 客户机即浏览器 (Browser), 服务器即 Web 服务器, 它以超文本标记语言 (HTML) 和超文本传输协议 (HTTP) 为基础, 为用户提供界面一致的信息浏览系统。

统一资源定位符 (URL) 是对可以从因特网上得到的资源的位置和访问方法的一种简洁的表示。

URL 的一般形式:

<协议>://<主机>:<端口>/<路径>

<http://baike.baidu.com/view/22276.htm>

- 超文本传输协议 HTTP (Hypertext Transfer protocol) 是用来在浏览器和 WWW 服务器之间传送超文本的协议。

### 5. E-mail

电子邮件由信封 (envelope) 和内容 (content) 两部分组成。

TCP/IP 体系的电子邮件系统规定电子邮件地址的格式如下:

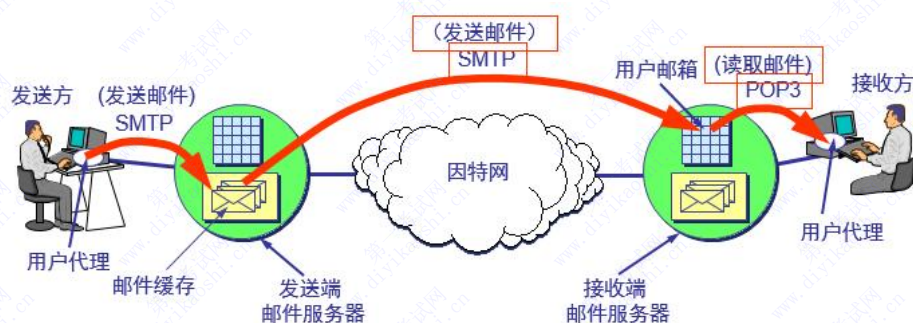


第 29 页



收信人邮箱名@邮箱所在主机的域名

- ① 用户代理 UA (User Agent) 就是用户与电子邮件系统的接口, 在大多数情况下就是用户计算机中运行的程序。如 Foxmail。
- ② 邮件服务器是电子邮件系统的核心构件, 包括邮件发送服务器和邮件接收服务器。
- ③ 邮件协议
- Ø 常见的邮件发送协议有简单邮件传输协议 SMTP (simple mail transfer protocol) 和 MIME 协议。
- Ø 邮局协议 POP (Post Office Protocol) 用于接收邮件



## 6. Telnet

远程登录 (Telnet) 是 Internet 的一种协议, 允许用户计算机通过网络注册到另一台远程主机上, 使用远程主机系统的资源的过程。

Telnet 命令格式为:

Telnet <主机域名 / IP 地址><端口号>

## 7. DHCP

DHCP (Dynamic host configure protocol) 动态主机配置协议。允许一台计算机加入新的网络和获取 IP 地址而不用手工参与。

获取的信息包括 IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 服务器、租用期等。

习题解析

1. 远程登陆协议 Telnet、电子邮件协议 SMTP、文件传送协议 FTP 依赖 ( ) 协议。

- A. TCP      B. UDP      C. ICMP      D. IGMP

2. 在电子邮件程序发送邮件时, 使用的是简单邮件传送协议 SMTP, 而电子邮件程序从邮件服务器中读取邮件时, 可以使用 ( ) 协议。

- A. PPP      B. POP3      C. P-to-P      D. NEWS

3. 标准的 URL 由 3 部分组成: 服务器类型、主机名和路径及 ( )。



SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM

A. 客户名      B. 浏览器名      C. 文件名      D. 进程名

4. HTTP 是 WWW 上用于创建超文本链接的基本语言

5. FTP 服务是一种实时联机服务。

## 第 7 章 网络安全

主要内容

1. 网络安全概述

2. 加密技术

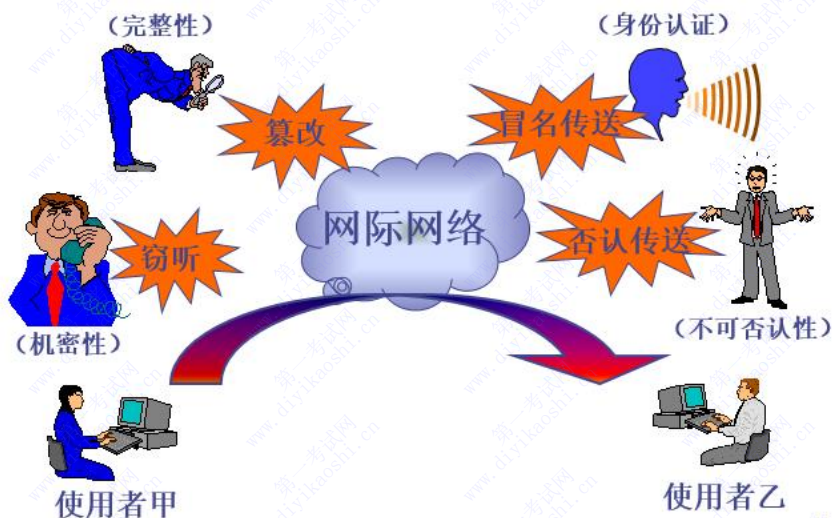
3. 计算机病毒与防范技术

4. 防火墙技术

1. 网络安全概述

网络安全是指网络系统的硬件、软件及数据受到保护，不遭受偶然的或者恶意的破坏、更改、泄露，系统连续可靠正常地运行，网络服务不中断。

- 网络安全的目标



2. 加密技术

- ① 对称密码体制（私钥体制）：加解密双方在加解密过程中使用相同或可以推出本质上等同的密钥，即加密密钥与解密密钥相同。
- ② 非对称密码体制（公开密钥密码体制）：密钥成对出现，一个为加密密钥（即公开密钥 PK）可以公开通用，另一个只有解密人知道的解密密钥（保密密钥 SK）。

数字签名（Digital Signature）又称公钥数字签名或电子签章，是以电子形式存储于信息中或以附件或逻辑上与之有联系的数据，用于辨识数据签署人的身份，并表明签署人对数据中所包含信息的认可。



第 31 页

身份认证是指证实某人或某物是否名副其实或有效的过程。身份认证是防止主动攻击的重要技术。

### 3. 计算机病毒与防范技术

计算机病毒（Computer Virus）是指编制者在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者破坏数据，影响计算机使用并且能够自我复制的一组计算机指令或者程序代码。

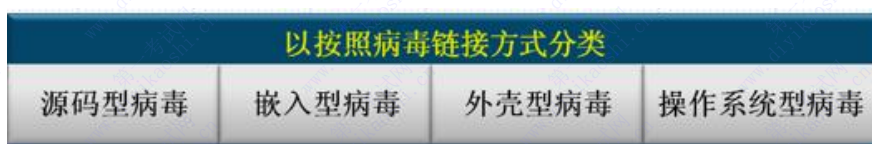
- 特点

- ① 传染性：病毒具有把自身复制到其他程序的能力
- ② 破坏性：会对系统产生不同程度的影响
- ③ 隐蔽性：很难被人发现
- ④ 潜伏性：大部分病毒感染系统后一般不会马上发作
- ⑤ 寄生性：可寄生在其他程序中

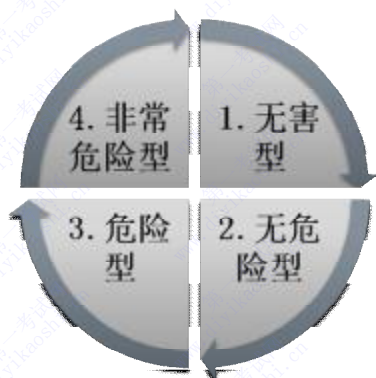
- 以病毒攻击的操作系统分类



- 按照病毒的链接方式分类



- 按照病毒的破坏能力分类



- 以病毒特有的算法不同分类





SINCE 2001

华图网校  
V.HUATU.COM



- 病毒防范技术

- ① 建立良好的安全习惯
- ② 关闭或删除系统中不需要的服务
- ③ 及时升级操作系统的安全补丁
- ④ 为操作系统设置复杂的密码
- ⑤ 安装专业的防病毒软件
- ⑥ 定期进行数据备份

#### 4. 防火墙技术

防火墙(Fire Wall): 网络安全的第一道防线, 是位于两个信任程度不同的网络之间(如企业内部网络和 Internet 之间)的设备, 它对两个网络之间的通信进行控制, 通过强制实施统一的安全策略, 防止对重要信息资源的非法存取和访问以达到保护系统安全的目的。

- 防火墙的主要技术

- ① 包过滤技术
- ② 代理服务技术
- ③ 状态检测技术
- ④ 网络地址转换技术(NAT)

#### 习题解析

1. 关于计算机病毒, 下列说法错误的是( )

- A. 计算机病毒是一个程序
- B. 计算机病毒具有传染性
- C. 计算机病毒的运行不消耗 CPU 资源
- D. 病毒并不一定都有破坏力

2. 一般而言, Internet 防火墙建在一个网络的( )。

- A. 内部网络与外部网络的交叉点
- B. 每个子网的内部



C. 部分内部网络与外部网络的结合处

D. 内部子网之间传送信息的中枢

## 第 8 章 无线网络和移动网络

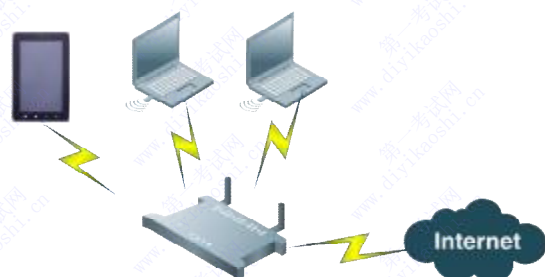
主要内容：

1. 无线局域网
2. 宽带无线
3. 蓝牙
4. 移动自组织网络

### 1. 无线局域网（IEEE 802.11）

无线局域网（Wireless Local Area Networks, WLAN），利用电磁波取代缆线进行信息传递，可作为传统有线网络的延伸、补充、或替代。

- 简单的家庭无线 WLAN：家庭无线局域网是最通用和最便宜的例子，一台设备作为防火墙、路由器、交换机和无线接入点（AP）。



- 无线接入点(access point AP)：接入点可以理解为用户无线网络的无线交换机，固定不动，它是无线网络的核心。它的作用是提供站点（STA）和现有骨干网络有线网络或无线网络之间的桥接。
- WIFI (Wireless Fidelity, 无线保真) 技术是一个基于 IEEE802.11 系列标准的无线网路通信技术的品牌，目的是改善基于 IEEE 802.11 标准的无线网路产品之间的互通性，由 Wi-Fi 联盟(Wi-Fi Alliance)所持有，简单来说 WIFI 就是一种无线联网的技术
- IEEE 802.11 体系结构
  - Ø 802.11 满足与其他有线 802.x 系列的无缝融合；数据链路层中的逻辑链路层（LLC）与其他 IEEE802 的局域网一样，而 MAC 子层为多种物理层所共用。



SINCE 2001

# 华图网校

V.HUATU.COM

站管理	LLC						D/L	
	MAC							
	PHY 管理	802.11 FHSS	802.11 DSSS	802.11 IR	802.11a	802.11b	802.11g	PLCP
							PR/D	

## • IEEE 802.11X 系列标准对比表

协议	发布年份	标准频宽	最高速度	半径范围(室内)	半径范围(室外)
802.11	1997	2.4~2.5GHz	2Mbit/s		
802.11a	1999	5.15~5.35/5.47~5.725/5.725~5.875GHz	54Mbit/s	约30m	约45m
802.11b	1999	2.4~2.5GHz	11Mbit/s	约30m	约100m
802.11g	2003	2.4~2.5GHz	54Mbit/s	约30m	约100m
802.11n	2009	2.4GHz or 5GHz	600Mbit/s (40MHz*4MIMO)	约70m	约250m
802.11p	2009	5.86~5.925GHz	27Mbit/s	约300m	约1000m
802.11ac	2011	5GHz	867Mbit/s, 1.73Gbit/s, 3.47Gbit/s, 6.93Gbit/s (8MIMO, 160MHz)	约35m	

## 2. 宽带无线

2001 年第一个关于宽带无线城域网的标准 802.16 产生了。

802.16 协议标准是按照 3 层结构体系组织的：

- Ø 物理层
- Ø 数据链路层
- Ø 会聚层

## 3. 蓝牙

蓝牙(Bluetooth): 是一种无线技术标准, 可实现固定设备、移动设备和楼宇个域网之间的短距离数据交换(使用 2.4~2.485GHz 的 ISM 波段的 UHF 无线电波)。

## 4. 移动自组织网络

Ad Hoc 网络是一种没有有线基础设施支持的移动网络, 网络中的结点均由移动主机构成。Ad Hoc 网络的出现推进了人们实现在任意环境下的自由通信的进程。

## 习题解析

1. WLAN 技术使用了哪种介质 ( ) ?

- A. 无线电波      B. 双绞线      C. 光波      D. 沙浪



第 35 页



2. 802.16 是一项新兴的（ ）技术。
3. 蓝牙技术是无线（ ）域网的技术。

## ■ 华图网校介绍

华图网校（V.HUATU.COM）于2007年3月由华图教育投资创立，是华图教育旗下的远程教育高端品牌。她专注于公职培训，目前拥有遍及全国各地500万注册用户，已成为公职类考生学习提高的专业门户网站。

华图网校是教育部中国远程教育理事单位。她拥有全球最尖端高清录播互动技术和国际领先的网络课程设计思想，融汇华图教育十余年公职辅导模块教学法，凭借强大师资力量与教学资源、利用教育与互联网的完美结合，真正为考生带来“乐享品质”的学习体验，通过“高效学习”成就品质人生。

华图网校课程丰富多元，涵盖公务员、事业单位、招警、法院、检察院、军转干、选调生、村官、政法干警、三支一扶、乡镇公务员、党政公选等热门考试、晋升及选拔。同时，华图网校坚持以人为本的原则，不断吸引清华、北大等高端人才加入经营管理，优化课程学习平台，提升用户体验，探索网络教育新技术和教学思想，力争为考生提供高效、个性、互动、智能的高品质课程和服务。

华图网校将秉承“以教育推动社会进步”的使命，加快网站国际化进程，打造全球一流的网络学习平台。

我们的使命：以教育推动社会进步

我们的愿景：德聚最优秀人才，仁就基业长青的教育机构

我们的价值观：诚信为根、质量为本、知难而进、开拓创新。

- 咨询电话：400-678-1009
- 听课网址：v.huatu.com（华图网校）