

# 第一章 计算机网络概论

## 1. 计算机网络的定义：“以相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合。”

特点：

组建计算机网络的目的主要是实现计算机资源的共享(硬件软件数据资源)；

互联的计算机系统是自治的系统；

联网计算机之间的通信必须遵循共同的网络协议。

从时间角度，分四个阶段：

一理论准备阶段，

数据通信技术成熟；分组交换概念的提出。

二计算机网络的形成，

ARPANET的成功运行证明了分组交换理论的正确性；

TCP/IP 协议的广泛应用为更大规模的网络互联奠定了坚实的基础；

E-mail、FTP、TELNET、BBS等应用展现出网络技术广阔的应用前景。

三网络体系结构的研究，

OSI(Open System Interconnection)参考模型(开放系统系统互连)；

TCP/IP经受住了市场考验，推动Internet应用发展，成为业界标准。

四Internet应用、无线网络与网络安全技术研究的发展。

Internet大规模接入推动接入技术的发展，促进了计算机网络、电信通信网、有线电视网的“三网融合”；

对等(Peer-to-Peer,P2P)网络技术的研究,实现“即时通信”等等。

计算机网络的形成与发展：

**ARPANET的研究；**

网络拓扑结构：所有主机都与一个中心交换点相连，主机发送的数据都要通过中心点转发；

分布是网络结构；

分组交换技术：IMP(Interface Message Processors)接口报文处理器；

**TCP/IP的研究与发展；**

TCP(Transport Control Protocol)传输控制协议；

IP(Internet Protocol)互联网络协议。

**NSFNET对Internet发展的影响。**

从技术分类，沿着三条主线：

第一条线：从ARPANET到Internet；

第二条线：从无线分组网络到无线自组网、无线传感器网络；

第三条线：网络安全技术。

## 2. 计算机网络的分类

根据覆盖范围进行分类：

### 1广域网(100km-1000km)WAN(Wide Area Network)：

又称“远程网”；

广域网是一种公共数据网络PDN(Public Data Network)；

广域网的研究重点是宽带核心交换技术。

光线的波分复用WDM(Wavelength Division Multiplexing)技术；

### 2城域网(10km-100km)MAN：

宽带城域网：以IP为基础，通过计算机网络、广播电视网、电信网的三网融合，形成覆盖城市区域的网络通信平台，为语音、数据、图像、视频传输与大规模的用户接入提供高速与保证质量的服务。

特征：

完善的光纤传输网是宽带城域网的基础；

传统电信、有线电视与IP业务的融合成为宽带城域网的核心业务；

高端路由器和多层交换机是宽带城域网的核心设备；

扩大宽带接入的规模与服务质量是发展宽带城域网应用的关键。

### 3局域网(10m-10km)LAN (Local Area Network)：

(从介质访问控制方法的角度来看)分为共享局域网 和 交换局域网；

特点：

适用于有限的地理范围；

能够提供高数据传输速率；

局域网一般属于一个单位所有，易于建立、维护与扩展；

决定其性能的三个因素：拓扑、传输介质、介质访问控制方法。

#### **4个人区域网(0-10m)PAN (Personal Area Network):**

无线个人区域网WPAN(Wireless Personal Area Network)

用无线通信技术实现联网设备之间的通信(目前主要使用802.15.4标准、蓝牙与ZigBee标准)。

蓝牙技术特点：

开放的规范；近距离无线通信；语音和数据传输；在世界上任何地方都能进行通讯。

ZigBee技术特点：

一种面向自动控制的近距离、低功耗、速率低、低成本的无线网络技术；

适用于数据采集与控制节点多、数据传输量不大、覆盖面广、造价低的应用领域；

(基于ZigBee的无线传感器网络：森林火警传感器、家庭网络、安全监控、汽车自动化、消费类家用电器、医用设备控制、工业控制、无线定位.....)

### **3. 计算机网络的组成与结构**

广域网由资源子网、通信子网两个部分组成。

资源子网：

主机与终端、终端控制器、联网外设、各种网络软件与数据资源。

通信子网：

路由器、各种互联设备与通信线路。

ISP(Internet Service Provider)Internet服务提供商。

第一层ISP：国际或国家服务提供商NSP(National Service Provider);

第二层ISP：区域或国家级的ISP；

第三层ISP：地区服务提供商和本地服务提供商。

计算机网络的拓扑结构是指通信子网的拓扑结构。

### **星状拓扑(有个中央节点):**

结构简单、易于实现、便于管理;

一旦中心节点故障全网瘫痪。

### **环状拓扑(一个闭合环路):**

结构简单, 传输延时确定;

方便加入和撤出环, 控制节点的数据传输顺序;

任意节点故障造成网络瘫痪。

### **总线型拓扑(所有节点连接到一条作为公共传输介质的总线, 以广播方式发送和接收数据):**

当一个节点利用总线发送数据时, 其他节点只能接收数据;

两个或以上的节点同时发送数据时, 冲突, 传输失败;

结构简单, 但是存在 多节点访问总线的介质访问控制的 问题。

### **树状拓扑:**

节点按层次进行连接, 上下节点not相邻, or数据交换量较小;

可以看成星状拓扑的一种扩展, 适用于汇集信息。

### **网状拓扑:**

无规则型;

节点连接任意, 系统可靠性高。

网状拓扑结构复杂, 必须采用路由选择算法、流量控制与拥塞控制方法。

## **4. 分组交换技术**

### **线路交换:**

线路建立-数据传输-线路释放

\*“呼包”: 主机A向通信子网中交换机A发送“呼叫请求包”, 其中包含源主机地址与目的主机地址。

\*交换机只起到线路交换与连接的作用, 不存储传输的数据, 也不对数据做任何检测和处理, 因此传输实时性好, 但是不具备差错检测, 平滑流量的特点。

优点:

建立起的物理连接为此次通信专用，通信实时性强；

适用于交互式会话类通信。

缺点：

不适用于计算机与计算机之间的突发性通信；

不具备数据存储能力，不能平滑通信量；

不具备差错控制能力，无法发现与纠正传输差错。

所以有了：

**存储转发交换：**

**特点：**

发送的数据与目的地址、源地址、控制信息一起，按照一定的格式组成一个数据单元（报文或分组报文）再发送出去；

路由器可以动态选择传输路径，可以平滑通信量，提高线路利用率；

数据单元在通过路由器时需要进行差错校验，以提高数据传输的可靠性；

路由器可以对不同通信速率的线路进行速率转换。

**报文存储转发交换（报文交换）（根据数据单元不同分的）：**

报文：不对传输的数据块长度做任何限制，直接封装成一个包进行传输，那么封装后的包称为报文。

**缺点：**

1必须保留副本以备出错时重传，长报文传输所需时长大，确认再删除这个过程花费的时间长；

2相同误码率下报文越长出错可能性越大，重传时间也越多；

3每次传输的报文长度都可能不同，每次对报文的起始与结束字段进行判断与处理的时间长；

4路由器必须根据最长的报文来预定存储空间，如果出现短报文，路由器存储空间的利用率降低。

**报文分组存储转发交换（分组交换）：**

**\*不需要预先在源主机与目的主机之间建立“线路连接”。**

**优点：**

分片：将报文划分成有固定格式和最大长度限制的分组进行传输，有利于提高路由器检测接受分组是否出错、出错重传处理过程的效率，有利于提高路由器存储空间利用率；

路由选择算法可以根据链路通信状态、网络拓扑变化，动态地为不同的分组选择不同的传输路径，减小分组传输的延迟，提高数据传输可靠性。

### **数据报交换DG(Data Gram):**

#### **特点:**

**1**同一报文的不同分组可以经过不同的传输路径通过通信子网；

**2**同一报文的不同分组到达目的主机时可能出现乱序、重复与丢失现象。；

**3**每个分组在传输过程中都必须带有目的地址与源地址；

**4**数据报方式的传输延迟较大，适用于突发性通信，不适用于长报文、会话式通信。

### **虚电路交换VC(Virtual Circuit):**

将数据报与线路交换相结合。

**虚电路建立阶段---数据传输阶段---虚电路释放阶段。**

#### **特点:**

**1**在每次分组发送之前，在发送方（源主机）和接收方（目的主机）之间建立一条逻辑连接的虚电路（与线路交换方式相同）；

**2**所有分组都通过虚电路顺序传送，分组不必携带目的地址、源地址等信息。分组到达目的主机时不会出现丢失、重复、乱序的现象；

**3**路由器只进行差错检测，不进行路由选择；

**4**路由器可以与多个主机之间的通信建立多条虚电路。  
(不专用的)

## **5. 分组交换与线路交换的比较**

### **延时:**

#### **网络延时:**

**发送延时:** 主机发送一个数据分组的第一位到最后一位所需要的时间。

$N/S$ (发送的比特数/发送速率);

**传播延时：**电磁波传输是需要时间的。

$D/V$ (发送主机与接收主机之间的传输介质长度为/信号传播速度为);

**排队延时：**路由器的排队队列与排队延时。

\*如果输入缓冲区已经被等待处理的分组占满，之后进入的分组将因队列溢出而丢失。

**处理延时：**主机接收到一个分组后要检查源地址与目的地址，要检查校验和，确定分组传输是否出错，处理这些叫做处理延时。

**总延时：**四个加在一起；

## 6. 面向连接服务与无连接服务

**面向连接服务特点：**

- 1.数据传输过程中必须经过：**连接建立、连接维护、释放连接**的三个阶段；
- 2.在数据传输过程中，各个分组不需要携带目的节点的地址；
- 3.传输连接类似一个通信管道，发送者在一段放入数据，接受者从另一端取出数据，传输的分组顺序不变，因此传输的可靠性好，但是协议复杂，通信效率不高；

**无连接服务：**

- 1.每个分组都携带源节点与目的节点地址，各个分组的转发过程是独立的；
- 2.传输过程不必经过上面那三个阶段；
- 3.目的主机接收的分组可能出现乱序、重复与丢失的现象。

## 第二章 网络体系结构与网络协议

### 1.网络协议

协议就是一组控制数据交互过程的通信规则；

**网络协议三要素：**

**语义**（解释控制信息每个部分的意义）、

**语法**（用户数据与控制信息的结构与格式、以及数据出现的顺序）、

**时序**（对事件发生顺序的详细说明）；

\*网络体系结构是网络层次结构模型与各层协议的集合；

网络体系结构对计算机网络应该实现的功能进行精确定义；

网络体系结构是抽象的，而实现网络协议的技术是具体的。

## **2.OSI参考模型**

### **1) Open System Internetwork 开放系统互连参考模型**

**层次划分的主要原则：**

- 1.网中各主机都具有相同的层次；
- 2.不同主机的同等层具有相同的功能；
- 3.统一主机内相邻层之间通过接口通信；
- 4.每层可以使用下层提供的服务，并向其上层提供服务；
- 5.不同主机的同等层通过协议来实现同等层之间的通信。

### **2)物理层---数据链路层---网络层---传输层---会话层---表示层---应用层**

**（最底层）物理层：**利用传输介质为通信的主机之间建立、管理和释放物理连接，实现比特流的透明传输，为数据链路层提供数据传输服务；**---传输单元为：比特(序列)**

**数据链路层：**在物理层提供比特流传输的基础上，通过建立数据链路连接，采用差错控制与流量控制方法，使有差错的物理线路变成无差错的数据链路；**---帧**

**网络层：**通过路由选择算法为分组通过通信子网选择适当的传输路径，实现流量控制、拥塞控制、网络互联的功能；**---分组**

**传输层：**分布在不同地理位置计算机的进程通信提供可靠地端-端连接与数据传输服务，传输层向高层屏蔽了低层数据通信的细节；**---报文**

**会话层：**负责维护两个会话主机之间连接的建立、管理和终止，以及数据的交换；**---数据单元**

**表示层：**负责通信系统之间的数据格式变换、数据加密与解密、数据压缩与恢复；**---数据单元**

**应用层：**实现协同工作的应用程序之间的通信过程控制。**---数据单元**

## **3.TCP/IP参考模型**



**1)共出现过6个版本，目前使用的是IPv4；“下一代的IP”-IPv6;**

**2)主要特点：**

1. 开放的协议标准；
2. 独立于特定的计算机硬件与操作系统；
3. 独立与特定的网络硬件，可以运行在局域网、广域网，更适用于互联网络；
4. 统一的网络地址分配方案，所有网络设备在Internet中都有唯一的IP地址；
5. 标准化的应用层协议，可以提供多种拥有大量用户的网络服务。

**3)分为四个层次 [TCP/IP (OSI)]**

**1应用层（OSI里的应用层、表示层、会话层）：**

此层主要的协议主要有：

远程登录协议（TELNET）、文件传输协议（FTP）、简单邮件传输协议（SMTP）、超文本传输协议（HTTP）、域名服务协议（DNS）、简单网络管理协议（SNMP）、动态主机配置协议（DHCP）。

**2传输层（传输层）：**负责在会话进程之间，建立和维护端-端连接，实现网络环境中分布式进程通信。两种不同的协议：

TCP传输控制协议：可靠的、面向连接、面向字节流的传输层协议；

UDP用户数据报协议：不可靠的、无连接的传输层协议。

**3互联网络层（网络层）：**使用的是IP协议，IP是一种不可靠、无连接的数据报传输服务协议，它提供的是一种“尽力而为”的服务。互联网络层的协议数据单元是IP分组。

**4主机-网络层（数据链路层、物理层）：**负责发送和接收IP分组。

## **第三章 物理层**

**1.物理层协议的类型：**

**1基于点-点通信线路的物理层协议**

**2基于广播通信线路的物理层协议**

## 2. 传输介质

### 1. 双绞线

屏蔽双绞线STP(Shielded Twisted Pair): 多一个外屏蔽层;

非屏蔽双绞线UTP(Unshielded Twisted Pair);

**5类---100Mbps---用四根;**

**超5类---1G---8根;**

**6类---1G---8根。**

**E-IA568B标准: 橙白橙绿白蓝蓝白绿橙白棕。**

直连: 连接两个不同设备;

交叉线: 相同设备之间。

### 2. 同轴电缆

抗干扰能力强、贵、不够快;

### 3. 光纤

传输速率高、误码率低、安全性好;

原理: 多条光纤组成一束构成一条光缆; 光纤通过内部的全反射来传输一束经过编码的光信号(光纤的折射系数高于外部包层的折射系数, 因此可行成光波在光纤与包层的界面上的全反射);

单模光纤: 光信号仅与光纤轴成单个可分辨角度的单路光载波传输;

多模光纤: 光信号与光纤轴成多个可分辨角度的多路光载波传输;

## 3. 频带传输技术

**ASK(Amplitude Shift Keying) 振幅键控---振幅**

**FSK(Frequency Shift Keying)移频键控---频率**

**PSK(Phase Shift Keying)移相键控---相位值**

## 4. 基带传输技术

(人们将矩形脉冲信号称为基带信号，在数字信道上直接传送基带信号的方法称为基带传输)

非归零码：0就是0，1就是1；

(同步时钟)

曼彻斯特编码： 0: 1到0 (位内跳转)

1: 0到1

差分曼彻斯特编码： 0变化，1不变 (在虚线位与位连接处)

## 5.脉冲编码调制方法

采样、量化、编码三步。

## 6.多路复用技术

1) 研究多路复用技术的原因：1通信线路费用架设高；2为了充分利用传输介质的带宽，需要在一条物理线路上建立多条通信信道。

2) 四种基本形式：

1时分多路复用TDM(Time Division Multiplexing)

(以信道传输时间为对象，通过为多个信道分配互不重叠的时间片，达到同时传输多路信号的目的)。

同步时分多路复用；

统计(异步)时分多路复用 (更节约空间) ATMD；

2频分多路复用FDM(Frequency Division Multiplexing)

以信道频率为对象，通过设置多个频带互不重叠的信道，.....。

3波分多路复用WDM(Wavelength Division Multiplexing)

在一根光纤上复用多路光载波信号，它是光频段的频分多路复用。

4码分多路复用与正交频分复用

CDMA(Code Division Multiplex Access)，通过为每一个用户分配一种码型，使多个用户同时使用一个信道而不互相干扰。

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)，特殊的多载波传输技术，运用广泛。

## 7.同步光纤网SONET与同步数字体系SDH

1985年美国贝尔实验室首先提出了同步光纤网的概念

(为了解决光接口标准规范问题)。

SONET(Synchronous Optical Network)

SDH(Synchronous Digital Hierarchy)

## 8.接入技术

### 1) 有线接入：

电话交换网接入；

有线电视网接入；

光纤接入；

局域网接入。

### 2) 无线接入：

无线局域网接入； (Wi-Fi)

无线自组网接入； (手机GPRS)

无限城域网接入；

移动通信网接入。

## 9.xDSL

非对称数字用户线 ADSL(Asymmetric Digital Subscribe Line)

### 1) ADSL特点：

1在电话线上同时提供电话与Internet接入服务；

2提供的非对称带宽特性

在电话线路上划分出三个信道：语音信道、上行信道、下行信道。

3用户端结构

用户端的分路器其实是一组滤波器；

ADSL Modem 将用户计算机发送的数据信号通过上行信道发送，接受下行信道传输过来的数字信号；

它不但具有调制调节的作用，同时兼有网桥和路由器的功能。

#### 4本地电话局端结构

多路计算机的数据信号由ADSL复用器处理。

#### 2) ADSL标准

**ADSL是物理层的标准协议。**

高速数据用户线 HDSL(High Speed DSL)

### 10.HFC接入技术

光纤同轴电缆混合网 HFC(Hybrid Fiber Coax)

### 11.ADSL与HFC的比较

相同：都使用了光纤

不同：前者用户接入仍然使用电话线，后者用户接入使用的是同轴电缆。

### 12.移动通信接入技术

空中接口与3G / 4G标准

移动通信的主要概念：接口、信道、移动台、基站；

无线通信中手机与基站通信的借口称为“空中接口”；

所有通过空中接口与无线网络通信的设备通称为移动台；

基站包括天线、无线收发信机，以及基站控制器BSC（Basic Station Controller）；

\*基站与手机之间通过广播方式、点－多点方式连接；

3G / 4G指不同的空中接口；

CDMA码分多址

## 第四章 数据链路层

### 1.设计数据链路层的原因

- 1降低误码率；
- 2向网络层提供高质量的数据传输服务；
- 3从参考模型上看，物理层以上都有改善数据传输质量的责任，所以它是重要的一层。

### 2.数据链路层的功能（建立数据链路－帧传输－释放数据链路）

- 1链路管理（数据链路的建立、维护、释放）；
- 2帧同步（接收端 正确判断 接收到的比特流中的开始位、结束位）；
- 3流量控制；
- 4差错控制（有差错到无差错）；
- 5透明传输（0比特插入 / 删除 or 转移字符）；
- 6寻址。

### 3.差错检测

#### 1) 原因：

物理线路的**两种噪声共同引起差错**：

热噪声（由传输介质导体的电子热运动产生）

特点：时刻存在、幅度较小，强度与频率无关，但是频谱很宽，热噪声是一种随机的噪声——随机差错；

冲击噪声（外界电磁干扰）

特点：幅度较大，是引起传输差错的主要原因。

#### 2) 误码率（二进制比特在数据传输系统中被传错的概率）

$$P_e = N_e/N;$$

N为传输二进制比特总数；

$N_e$ 为传错的比特率。

★ 误码率是衡量数据传输系统正常工作状态下传输可靠性的参数。

**3) 纠错码：**为每个传输单元加上足够多的冗余信息，以便接收端能够发现，并能够自动纠正传输差错。

**检错码：**发现差错但是不能够发现是哪一位，自己不能纠正。

#### **4) 奇偶校验 – 在最后一位加1/0**

奇校验 – 1的个数为奇； – – – 只能检查出奇数个错

偶校验 – 1的个数为偶； – – – 偶数个

#### **5) 循环冗余编码 CRC(Cyclic Redundancy Code)**

**\* 相同为0，不同为1;**

能够检查出全部离散的1、2位错；

全部奇数位错；

全部长度小于或等于k位的突发错。

#### **6) 差错控制机制**

一旦发现错误，反馈重发 ARQ (Automatic Request for Repeat) 。

**\* 书上的图**

传输正确ACK

传输错误NAK

### **4.数据链路层为网络层提供的服务：**

正确传输网络层数据，屏蔽物理层所采用传输技术的差异。

**\* 只要接口and功能不变，物理层所采用的传输介质与通信技术的变化对网络层不产生影响**

### **5.数据链路层协议的分类**

#### **1面向字符型：**

典型：二进制同步通信协议 BSC (Binary Synchronous Communication) ；

缺点： 1不同类型计算机的控制字符可能不同；

2不能实现“透明传输”；

3协议效率低。

## 2面向比特型：

### HDLC(High-level Data Link Control) 高级数据链路控制

#### 1) 两种基本配置方式：

##### 非平衡配置：

主站发出命令，从站接收命令，发出响应，配合主站工作；

有点一点 / 点一点；

两种数据传送方式：

正常响应：NRM(Normal Response Mode)主站可以随时向从站发送数据；

异步响应模式：ARM(Asynchronous RM)主站和从站可以随时相互发送消息。

##### 平衡配置：

链路两端的两个站都是复合站。（同时具有主从站的功能），只有异步平衡模式ABM（Asynchronous Balanced Mode）。可以平等地发送数据传输。

#### 2) HDLC帧结构

标志字段F 帧头和帧尾都是 01111110

0比特插入 / 删除法：在最后一个1前面插入一个0（不管它后面是0还是1）

地址字段A 8位

如果地址字段全为1时，表示广播地址，则要求网中所有站都要接收该帧。

控制字段C 8位

信息帧 — — — I (Information) 0

监控帧 — — — S (Supervisory) 10

无编号帧 — — — U (Unnumbered) 11

消息字段I

帧校验字段FCS 用的CRC



### 3) 滑动窗口协议

#### 1单帧停止等待协议

每发送一帧之后，需要等待确认帧返回之后再发送下一帧；

如果传错就重传；

特点：简单、传输效率低；

#### 2多帧连续发送协议

##### 1) 后退N帧/拉回重传协议 GBN(Go-Back-N)：

错了的后面全部重发；

##### 2) 选择重传协议 SR(Selective Repeat)：

只选错了的重发。

### PPP(Point-to-Point Protocol) 点-点协议 最大帧长度默认为1500B

#### 1)特点：

只支持点-点，不支持点-多点；

只支持全双工，不支持单双工 / 半双工通信；

支持同步 / 异步通信；

使用CRC，不使用帧序号，不使用流量控制功能；

广泛应用于主机-路由器、路由器-路由器连接。

#### 2) PPP信息帧

比HDLC多一个协议字段；

## 第五章 介质访问控制子层

### 1.三种不同类型的局域网：

1采用带有冲突检测的 载波侦听CSMA/CD控制方法 的总线型Ethernet——“以太网”；

\* CSMA/CD——冲突停止； CSMA/CA——冲突避免（完全避免）；

2采用令牌控制的 令牌总线型Token Bus局域网——“令牌总线网”；

3采用令牌控制的 令牌环状Token Ring局域网——“令牌环网”；

## 2.Ethernet数据发送流程

1) 4个步骤：先听后发、边听边发、冲突停止、延迟重发。

2) 传播延时： $2\tau = 2 * D / V$  —— 冲突窗口（因为走了一个来回）

D:总线传输介质的最大长度（LAB）；

V:电磁波在传输介质中的速度；

3) 从电子学实现角度，冲突检测分两种：

1比较法：

发送节点在发送帧的同时，将其与总线上接收到的信号波形进行比较，波形不一致则冲突；

2编码违例判决法：

检查从总线上接收到的信号波形，不符合曼彻斯特编码规律则冲突。

## 3.Ethernet帧结构

1前导码字段 8B（64bit）101010.....101010

作用：实现收发双方的比特同步与帧同步；

2目的地址和源地址字段 6B

分别为：帧的接收节点、发送节点的硬件地址；

\*源地址必须是48bit的MAC地址；

目的地址可以为：单播地址、多播地址、广播地址；

3类型字段

类型字段表示的是网络层使用的协议类型；

4数据字段

最大帧长度：1518B；

最小帧长度：64B；

5帧校验字段

**4.帧间最小间隔：**9.6微秒，相当于发送96bit的时间；

## **5.Ethernet物理层标准命名方式**

IEEE 802.3 10Base-5: 传输速率为10Mbps、基带传输、使用的粗同轴电缆，最大长度为500m的Ethernet物理层标准；

IEEE 802.3 10Base-2: 传输速率为10Mbps、基带传输、使用的细同轴电缆，最大长度为200m的Ethernet物理层标准；

IEEE 802.3 10Base-T: 传输速率为10Mbps、基带传输、使用的双绞线的Ethernet物理层标准；

## **6.交换式局域网与虚拟局域网技术**

1) **交换机：**工作在数据链路层，根据接入交换机帧的MAC地址，过滤、转发数据帧的一种网络设备。

(通过交换机把多台计算机以星状拓扑结构形成交换式局域网)

**交换机的四个基本功能：**

1建立和维护一个表示MAC地址与交换机端口号对应关系的映射表；

2在发送主机与接收主机端口之间建立虚连接；

3完成帧的过滤与转发；

4执行生成树协议，防止出现环路。

\* MAC地址：32位厂家编号+8位网卡编号。

### **2) 局域网交换机的工作原理**

利用集成电路交换芯片在多个端口之间同时建立多个虚连接，以实现多对端口之间帧的并发传输。

\* 交换机的交换控制机构根据“端口号 / MAC地址映射表”（简称为：端口转发表或地址表）的对应关系，找出对应的输出端口号。

**交换机的交换方式：**

直接交换：只要接收并检测到目的地址字段，立即将该帧转发出去，不进行差错校验；（延迟时间短）

改进直接交换：判断帧头字段（地址字段+控制字段）是否正确，正确就转发（交换延迟时间减少）

存储转发交换：完整地接收帧，并进行差错检测。

（优：1具有帧差错检测能力，2支持不同输入速率与输出速率端口之间的帧转发；

缺：交换延迟增长。）

### 3) 计算带宽

端口数 \* 相应端口速率（全双工模式再 \* 2）；

总结：

**1交互式Ethernet采取以交换机取代集线器**

**2以交换机的并发连接取代共享总线的方法**

**3全双工代替半双工；**

**4以独占方式取代共享方式**

**5不存在冲突，不用CSMA/CD控制。**

### 4) 虚拟局域网技术 VLAN(Virtual LAN)

VLAN的划分方法：根据交换机的端口、MAC地址、IP地址与网络层协议等方式进行划分。

特点（优点）：

可以通过软件设置的方法灵活地组织逻辑工作组，极大地方便了局域网的管理；

限制了局域网中的广播通信量，有效地提高了局域网系统的性能；

网络管理员可以通过制定交换机转发规则，提高城域网系统的安全性。

## 7.Fast Ethernet

1) 传输速率达到100Mbps，但保留10Mbps。速率自动协商。

\* 千兆以太网（Gigabit Ethernet）传输速率达到1000Mbps。

**2) 100Base-T的三种物理层标准：**

100Base-TX 全双工：使用2对5类非屏蔽双绞线UTP 或 2对1类屏蔽双绞线STP；

100Base-T4 半双工：使用4对3类非屏蔽双绞线UTP

100Base-FX 全双工：使用2芯的多模光纤 / 单模光纤

\* 全双工不存在争用问题，MAC层不需要采用CSMA/CD方法。

### 3) 局域网物理层标准 (LAN PHY)

基于光纤：

10G-Base-SR:多模光纤，最大长度300m.

10G-Base-LRM:多模光纤，最大长度220m.

10G-Base-LX4:单模光纤，最大长度10km.

10G-Base-LR:单模光纤，最大长度25km.

10G-Base-ER:单模光纤，最大长度40km.

10G-Base-ZR:单模光纤，最大长度80km.

基于双绞线：

10GBase-CX4:6类UTP或STP双绞线，双绞线最大长度为15m。

10GBase-T:6类UTP或STP双绞线，双绞线最大长度为100m。

## 8.中继器

设计目的：延长传输距离；

\* 它不属于网络互联设备；

工作不涉及帧结构，只起到增加同轴电缆的长度；

中继器连接的几个缆段仍然属于一个局域网。

## 9.MAC冲突域

任何一个时刻，连接在集线器上的多个节点只能有一个节点发送，如果有两个或以上的节点同时发送就会出现“冲突”，因此连接在集线器上的所有节点属于同一个“冲突域”。

## 10.中继器、集线器、交换机、网桥的比较

看书上图。

# 第六章 网络层

**1.网络层通过路由选择算法，为IP分组从源主机到目的主机选择一条合适的传输路径，提供端－端服务。**

## 2.IP协议的特点：

- 1无连接、不可靠的分组传送服务的协议——“尽力而为”；
- 2点－点的网络层通信协议；
- 3屏蔽了数据链路层、物理层协议与实现技术上的差异。

## 3.IPv4分组格式 分组头＋数据

1) 分组头基本长度20，最大为60；——报头长度。

2) 分组头格式：

版本字段；

协议字段；

长度；

服务类型字段；

生存时间 TTL(Time-to-live)字段；

头部校验和；

地址字段。

## 4.标准分类的IP地址（看书上图）

## 5.保留的专用地址（看书上图）

## 6.A、B、C类地址的子网掩码（看书上图）

## 7.路由选择算法与分组交付

1) 分组交付：在Internet中主机、路由器转发IP分组的过程；

默认路由器——默认网关；

2) 分类：

直接交付：目的主机与源主机处于同一网络中时；

间接交付：不同。

### 3) 路由选择算法的分类：

静态路由表（非自适应路由选择算法）：简单开销小，但不能及时适应网络状态的变化。

动态路由表（自适应路由选择算法）；

\*跳数：一个分组从源主机到达目的主机路径上，转发分组的路由器数量。

## 8.路由信息协议 RIP(Routing Information Protocol) 课后习题

### 9.开放最短路径优先 OSPF(Open Shortest Path First)

\* OSPF使用链路状态协议，RIP使用向量—距离路由选择协议；

OSPF要求每个路由器周期性发送链路状态信息；

## 10.路由器

主要功能：

1建立并维护路由表；

2提供网络间的分组转发功能。

## 11.Internet控制报文协议——ICMP（为了提高可靠性）

1) 特点：

1ICMP报文会封装成IP分组，再传输给数据链路层；

2是IP协议的一部分；

3用于IP协议在执行过程中的出错报告；

2) 5个分类：

目的主机不可达——3；

源主机抑制——4；

超时——5；

参数问题——11；

重定向——12；

## **12.地址解析协议ARP (Address Resolution Protocol)**

条件：任何一台主机 / 路由器中必须要有一张“IP-MAC地址映射表”；

过程：ARP请求分组——包括主机B在内的所有主机接收到ARP请求分组——主机B用单播方式向主机A发送ARP应答分组——主机AB建立通信

## **13.IPv6 (因为IPv4不够用了and安全问题)**

1) 主要特征：

新的协议格式（最大限度减少协议头开销）；

巨大的地址空间（128位）；

有效的分级寻址和路由结构（地址一半是子网，一般是MAC地址）；

有状态和无状态的地址自动配置；

内置的安全机制；

更好地支持QoS（服务质量）服务。

2) IPv6的表示方法

冒号十六进制表示法；（128位，每16位划分一次）

前导零压缩法：可以去前面的0，不能去中间、后面的；

双冒号表示法：只能用一次。



## 第七章 传输层

1.点—点 到 端—端实现了质的飞跃。

2.端口号的分配方法

在TCP/IP协议中，取0~65535；

3.IANA对端口号数值范围的划分：

熟知端口号：0——1023

注册端口号：1024——49151

临时端口号：49152——65535

4.网络环境中一个进程的全网唯一标识应该用三元组来表示：

协议、本地地址、本地端口号；

一个完整的进程通信需要五元组：（涉及两个不同主机的进程）

协议、本地地址、本地端口号、远程地址、远地端口号。

5.用户数据报协议 UDP

1) 是无连接的、不可靠的传输层协议；

2) 提供的是“尽力而为”的传输服务；

3) 是面向报文的传输层协议。

4) UDP协议报文格式

端口号（源端口号16 + 目的端口号16）；

UDP总长度16；

校验和16；

数据。

5) 适用范围：

视频播放应用、简短的交互式应用、多播与广播应用

## 6.传输控制协议 TCP

### 1) 特点:

支持面向连接的传输服务；  
支持字节流的传输；  
支持全双工；  
支持同时建立多个并发的TCP连接；  
提供确认 / 重传与拥塞控制功能。

### 2) TCP报头格式

(20~60字节, 固定部分为20字节) ；

#### 固定部分:

端口号 (源端口号16 + 目的端口号16) ；  
序号 - 32位；  
确认号 - 32位；  
报头长度 - 4位；  
保留字段 - 6位；  
控制字段 - 6；  
窗口 - 16；  
紧急指针 - 16；

#### 可变部分:

选项 - 40； (单字节选项: 选项结束 / 无操作; 多字节选项: 最大报文长度 / 窗口扩大因子 / 时间戳) ；

校验和 - 必选的 - 同样需要伪报头；

数据。

### 3) TCP连接建立、释放

建立: 三次握手；

释放: 四次握手。

#### 4) 滑动窗口确认机制－流量控制；（和HDLC那里一个意思）

发送字节分四类：

第一类：已经发送，已经确认；

第二类：已发送未被确认；

第三类：尚未发送，但接受端表示缓冲区已经准备好；

第四类：尚未发送，也未做好准备。

## 第八章 应用层

### 1. Internet应用技术发展的三个阶段

第一阶段：远程登录、电子邮件、FTP文件传输、电子公告牌BBS、网络新闻组；

第二阶段：基于Web技术的电子政务、电子商务、远程医疗 / 教育、搜索引擎技术；

第三阶段：P2P扩大信息共享的模式、云计算提供新的信息服务模式。

### 2. 网络应用分两类：

客户 / 服务端模式（Client/Server）；

对等模式 P2P（Peer to Peer）。

### 3. 域名系统 DNS

#### 1) 功能：

域名空间：定义一个包括所有可能出现的主机名字的域名空间；

域名注册：保证每台主机域名的唯一性；

域名解析：提供一种有效的域名与IP地址转换机制。

#### 2) 域名解析的两种方式：

**1反复:**反复解析由客户端解析程序负责多次解析请求的全过程；

**2递归:**由本地域名服务器，最终只将结果返回给客户端。

#### 3) 性能优化：1复制；2缓存。

## 名词解释

- 1.Ad hoc 无线自组网
- 2.ADSL (Asymmetric DSL) 非对称数字用户线
- 3.ARQ (Automatic Request for Repeat) 反馈重发
- 4.BSC (Binary Synchronous Communication) 二进制同步通信 (协议)
- 5.EGP (External Gateway Protocol) 外部网关协议
- 6.FDDI 光纤分布式数据接口
- 7.HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) 超文本传输协议
- 8.HDLC 高级数据链路控制
- 9.ICMP (Internet control message protocol) Internet控制报文协议
- 10.ISP (Internet Service Provider) Internet服务提供商
- 11.LLC 逻辑链路控制
- 12.OSI / RM (Open System Interconnection) 开放系统互联 / 参考模型
- 13.OSPF (Open Shortest Path First) 开放最短路径优先
- 14.PCM (Pulse Code Modulation) 脉冲编码调制
- 15.RFID (Radio Frequency Identification) 射频标签
- 16.SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) 简单邮件传输协议
- 17.SONET (Synchronous Optical Network) 同步光纤网
- 18.UDP (User Datagram Protocol) 用户数据报协议
- 19.UTP (Unshielded Twisted Pair) 非屏蔽双绞线
- 20.WMAN (Wireless MAN) 无线城域网
- 21.WSN (Wireless Sensor Network) 无线传感器网络
- 22.VTN 虚拟专用网络
- 23.WLAN (Wireless LAN) 无线局域网