

## 近期安排:

---

考试时间: 2017年4月27日下午14.00-16.00

考试地点: 教一-211;

考试内容: 书本+课堂;

试题类型: 问答+应用题, 如: 是什么? 为什么?

考试形式: 有限开卷(可带一页手写A4纸, 内容不限);

最终成绩: 试卷90% + 平时10%。

复习时间: 2017年4月18日

答疑时间: 2017年4月20日+25日 (办公室)

电子邮件: gwu@seu.edu.cn (或者微信群);

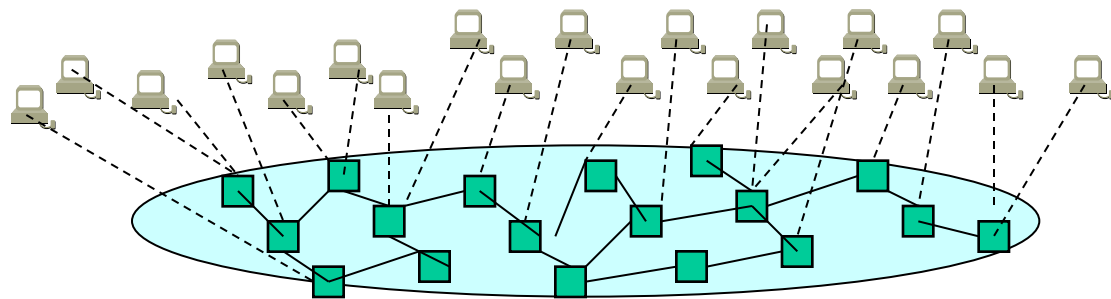
电 话: 52090902, 13951698915;

办 公 室: 计算机楼328室

本课程主要介绍计算机网络的构成和实现原理、可能遇到的问题，以及针对问题的解决方法。

计算机网络：计算机、网络设备和媒体构成的系统（目的：共享资源；特点：协议控制下的自治系统）；

计算机通信：以计算机为主要收发对象的通信系统（协议控制下的进程间通信）；



其中：  计算机

 网络设备（如路由器、交换机），专用计算机

因此，计算机网络的本质是计算机（进程）之间的通信。

本课程主要介绍计算机网络的构成和实现原理、可能遇到的问题，以及针对问题的解决方法。

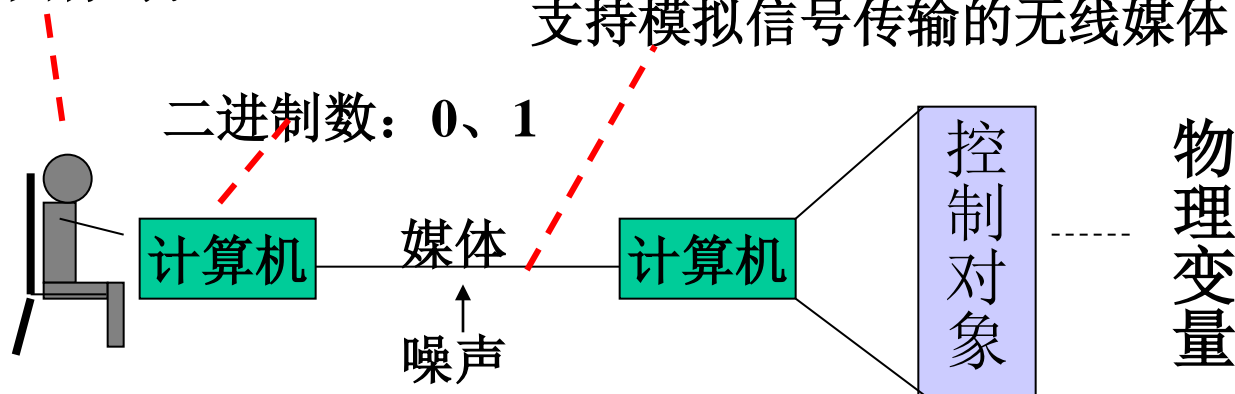
计算机网络：计算机、网络设备和媒体构成的系统（目的：共享资源；特点：协议控制下的自治系统）；

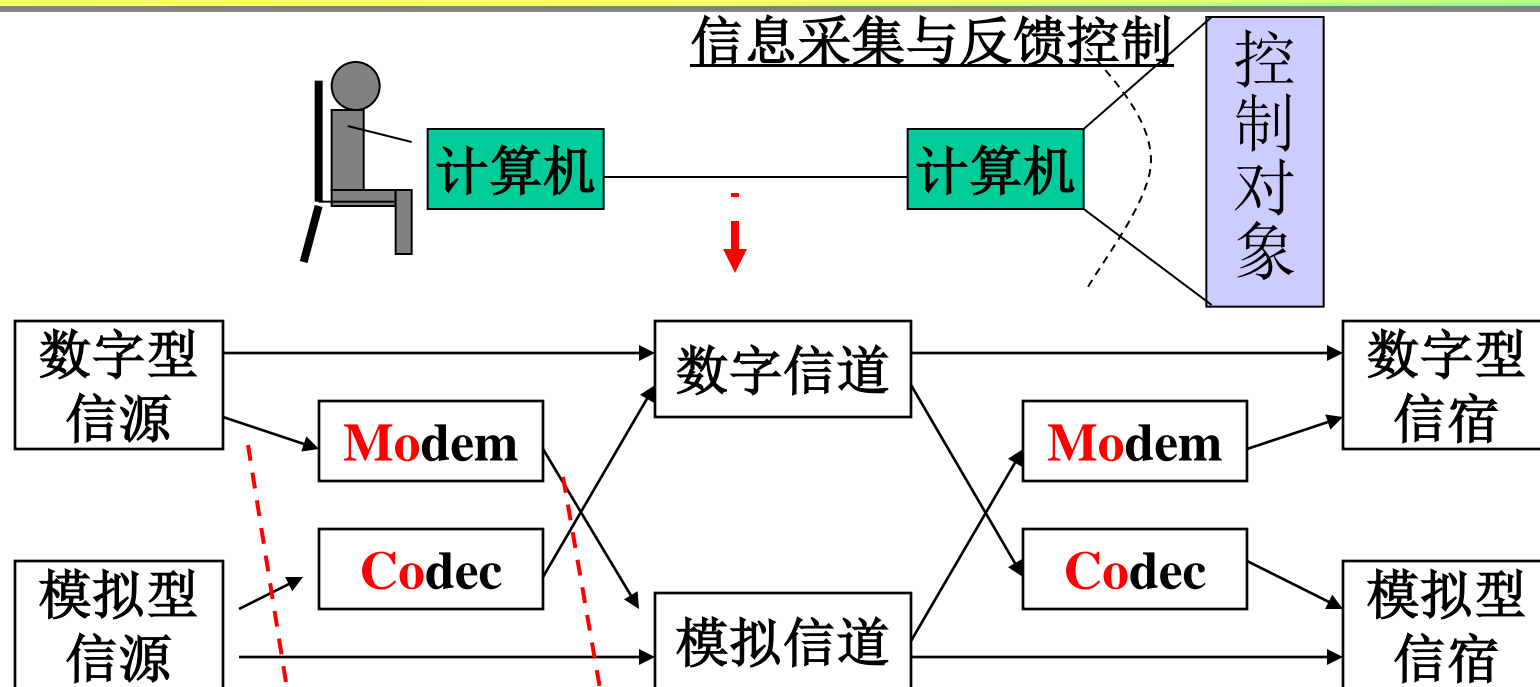
计算机通信：以计算机为主要收发对象的通信系统（协议控制下的进程间通信）；

用户角度计算机通信：

字符、数字、图像等；

支持模拟、数字信号传输的有线媒体；  
支持模拟信号传输的无线媒体





调制/解调 (Modem) 的方法：调幅、调频、调相，以及组合调制；

$$\text{比特速率 (比特率)} = \text{码元速率 (波特率)} * \log_2 N \quad /*N: \text{码元蕴含的信息量}$$

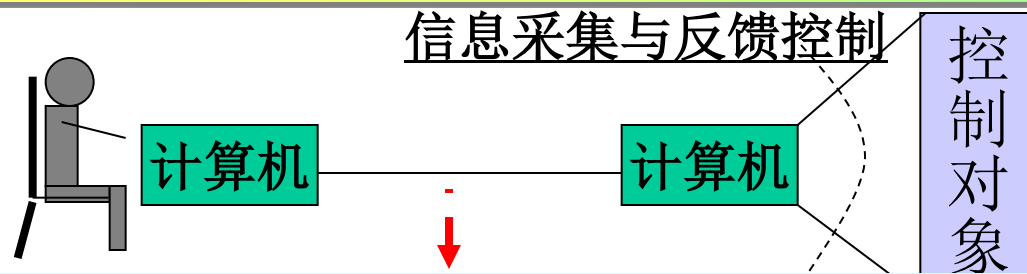
使得低带宽线路支持较高速比特流传输。

编码/解码 (Codec) 的方法：采样、量化、编码；

若语音频率 < 4KHz, 采样频率 8KHz, 256 量化级, 8 位编码, 则不失真速率 64Kbps;

结论：计算机发送端口发出的数字信号最终可传递到接收端口。

# 信道与信息类型匹配问题:



调幅:  $g(x) = (n+1) * \sin(x)$ ;

$n \in [0,3]$ ;

调频:  $g(x) = \sin(n * x)$ ;

$n \in [0,3]$ ;

调相:  $g(x) = \sin(n * \pi/2 + x)$ ;

$n \in [0,3]$ ;

调频调幅:  $g(x) = (n1+1) * \sin(n2 * x)$ ;

$n1, n2 \in [0,3]$ ;

调幅调相:  $g(x) = (n1+1) * \sin(n2 * \pi/2 + x)$ ;

$n1, n2 \in [0,3]$ ;

调制/解调 (Modem) 的方法: 调幅、调频、调相, 以及组合调制;

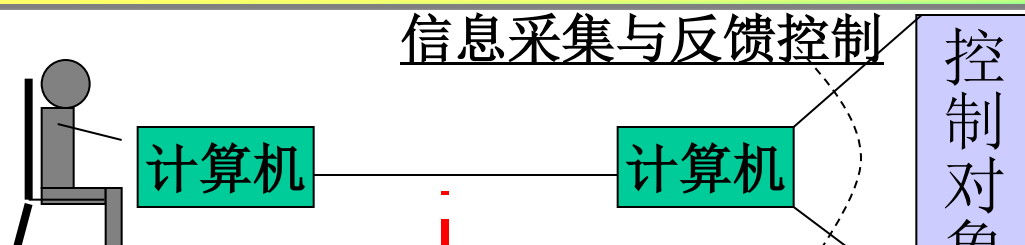
$$\text{比特速率 (比特率)} = \text{码元速率 (波特率)} * \log_2 N \quad /*N: \text{码元蕴含的信息量}$$

使得低带宽线路支持较高速比特流传输。

编码/解码 (Codec) 的方法: 采样、量化、编码;

若语音频率 < 4KHz, 采样频率 8KHz, 256 量化级, 8 位编码, 则不失真速率 64Kbps;

结论: 计算机发送端口发出的数字信号最终可传递到接收端口。



**奈奎斯特 (Nyquist) 定理：**

无噪声下的B（信道容量或码元速率）与H（信道带宽）关系：

$$B = 2 * H \text{ (波特)};$$

无噪声下的C（信道速率）与B的关系： $C = B * \log_2 N \text{ (bps)}$

其中：N为一个码元可取的离散值个数。

**香农 (Shannon) 定理：**

有热噪声时C、H和噪声的关系： $C = H * \log_2 (1 + S/N) \text{ (bps)}$

$$\begin{array}{lcl} \text{比特速率} & = & \text{码元速率} * \log_2 N \\ \text{(比特率)} & & \text{(波特率)} \end{array} \quad / * N: \text{码元蕴含的信息量}$$

使得低带宽线路支持较高速比特流传输。

编码/解码(Codec)的方法：采样、量化、编码；

若语音频率<4KHz, 采样频率8KHz, 256量化级, 8位编码, 则不失真速率64Kbps;

结论：计算机发送端口发出的数字信号最终可传递到接收端口。

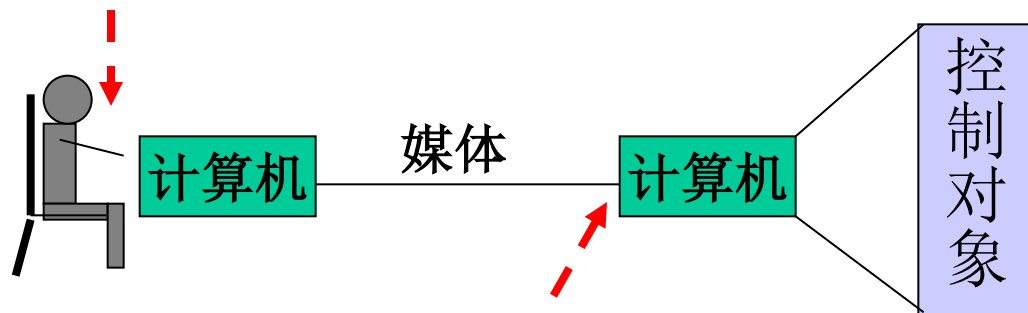
字符编码、图文编码等（如ASCII码），以便人机交互；

ASCII码(美国信息交换标准码)：

7单位编码， $b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1$ （简记X/Y）；

图形字符：数字、字母、运算符号、语句符号等

控制字符：传输控制、格式控制、信息分隔字符等。



通信编码：特定电平信号表示数字信号, 数字信号在端口的体现；

RS232编码、不归0交替编码、

无同步信息，易产生累计误差；

不适合批量数据的传输；

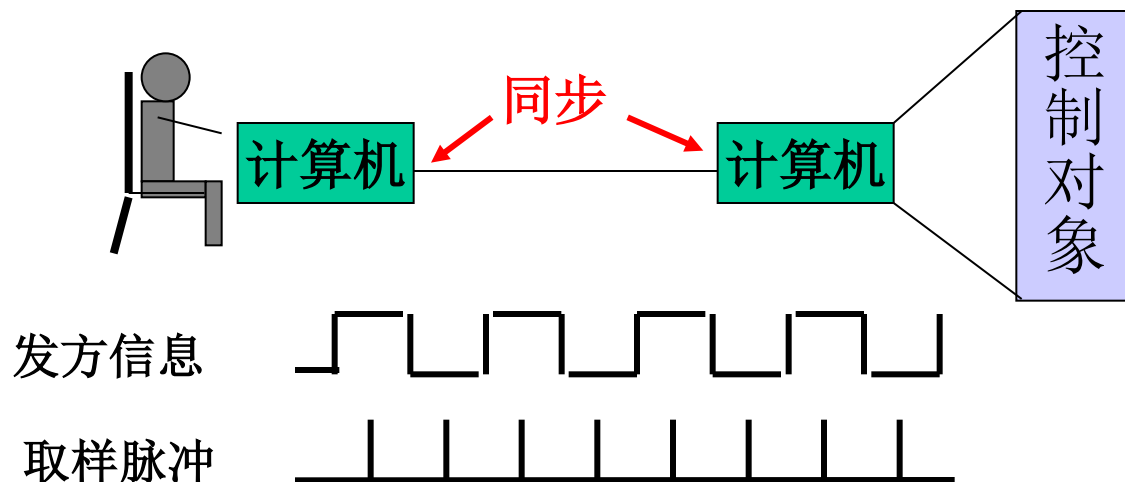
（原因：发/收脉冲无法精确同步）

曼彻斯特编码、4b/5b编码

含同步信号，可避免累计误差；

适合批量数据的传输；

（原因：根据同步信号调整接收脉冲）



**目的：** 保证接收方能够正确识别和接收发送方的数据；

**方法：** 收方及时调整接收取样脉冲；

**位同步：** 使接收方可以正确地接收各个比特

自同步法：收方直接从数据波中获取同步信号（曼码）。

外同步法：收方根据特定信号锁定接收脉冲和频率。

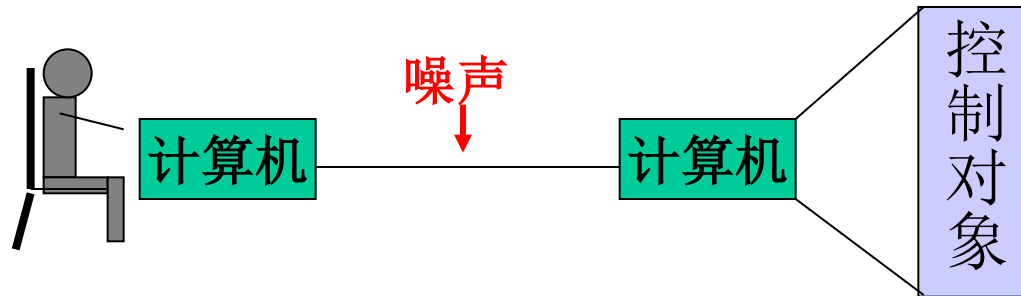
（异步传输的起始/终止位）

**字符同步：** 使接收方可以正确地识别数据群

收方在识别到独特的同步字符或同步模式后，  
才开始真正的数据接收。。



# 噪声对传输的影响及其解决方法:



噪声（包括信道本身的衰减）可能导致数据传输出错；

解决方法：发方发送具有特定编码规则的差错校验码，收方根据规则检验接受数据的正确性。

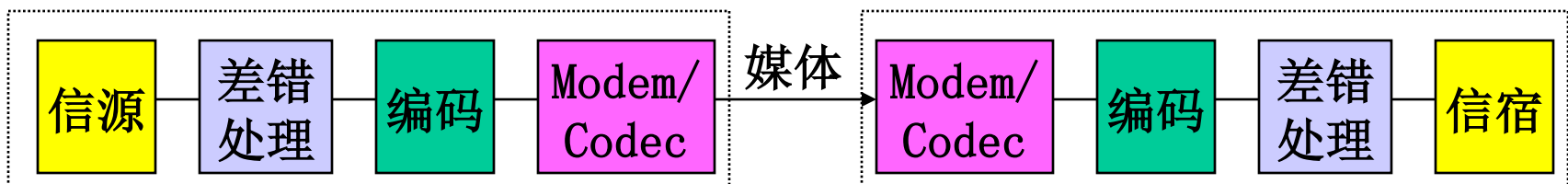
常用算法：反馈重传法（**停等协议**、**滑动窗口协议**）。

差错校验码（检错码）= 信息字段 + 校验字段；

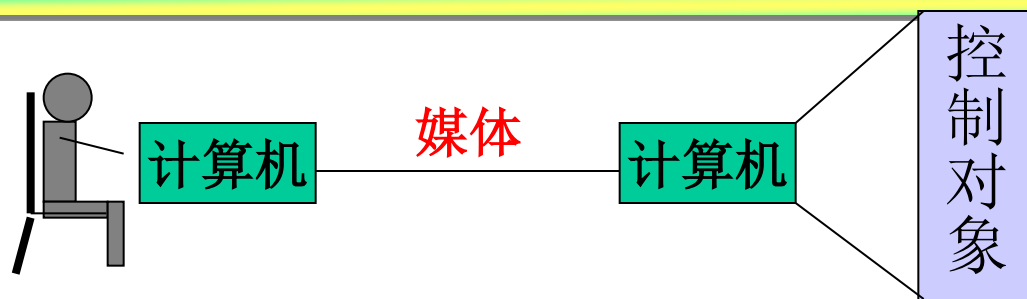
$g(x)$  决定校验字段的长度。

水平奇/偶校验码、垂直奇/偶校验码、

水平垂直奇/**偶**校验码、循环校验码(CRC, 位数/形成原理)。



## 媒体利用率:



为了提升媒体的利用率，当媒体的传输能力超过用户要求的传输率时，可以使用**多路复用**技术，支持多路信号共用信道。

基于模拟信道的**频分**多路复用（不同频段对应不同路信号）；

基于数字信道的**时分**多路复用（不同时间片对应不同路信号）；

基于光纤信道的**波分**多路复用（不同波长对应不同路信号）；

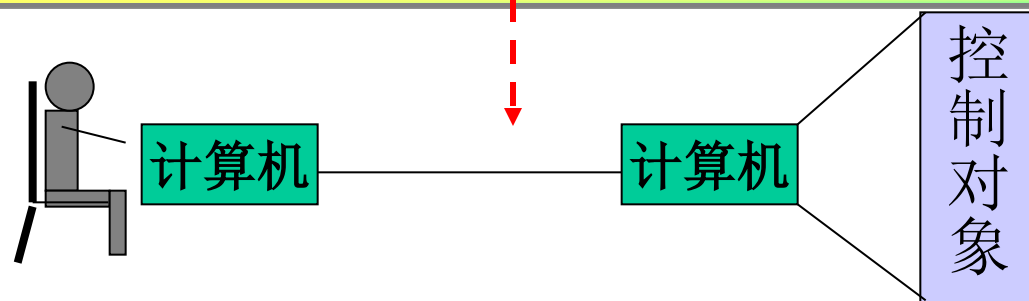
多路复用均采用静态分配信道的方法，要求双方严格同步。

多路复用的实例为**T1（24路\*64Kb）**和**E1（32路\*64Kb）**；

**集中传输**（按需分配子信道）：将上述的频段/时间片/波长动态分配给需要的用户对，进一步提升信道利用率；

要求附加信息以便区分不同路的信号；

要求缓存能力以防多用户数据超载时的数据丢失；



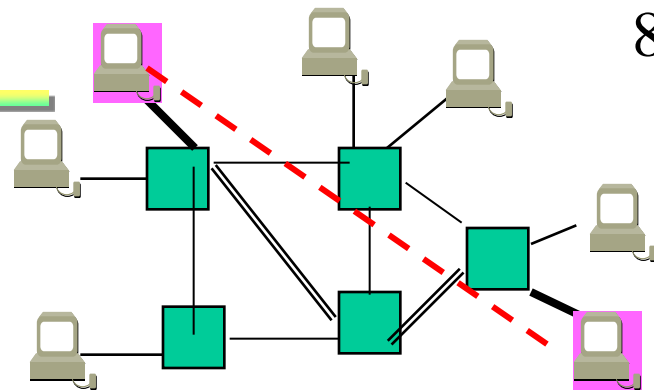
**字符型**传输控制规程：支持任意字符数据的传输；  
利用控制字符（组）体现数据的逻辑性，控制双方的数据交换；  
假“控制字符”的处理（转义）：DLE字符填充；  
**停等**协议支持数据的交换。

**比特型**传输控制规程（HDLC）：支持任意比特数据的传输；  
通过交换不同类型的帧来控制双方的数据交换；  
假“帧限定符（01111110）”的处理：**0比特插入**；  
**窗口**机制（**Ns**和**Nr**）和**捎带应答**的应用提升数据交换的效率。  
发方可以连续发送若干数据帧（Ns区分不同帧）；  
收方可以一次性确认若干帧（Nr标识其前的所有帧被收妥）；  
收方可在数据帧中借助于Nr对接受的帧进行确认（捎带应答）；  
可**连续发送（无需确认）**的帧数取决于Ns和Nr的可取值数 $2^n-1$ ；

## 数据交换方式：

8

限于媒体的长度和成本限制，为容纳更多的用户，实际通信采用多点接续方式，中间结点执行数据交换的过程。



**线路**交换：建立线路、占用线路并传输数据、释放线路；

特点：独占线路，线路的利用率较低；实时性好，传输延迟小；不提供缓存，数据透明传输；双方自行解决速率匹配。

**报文**交换：存储—排队—转发报文；

特点：结点具有缓存能力，暂存用户报文等待线路空闲；无线路建立过程，改善线路利用率；结点可执行数据格式转换和差错检测，方便接收站点的收取。报文体积可变，磁盘读取影响速度。

**分组**交换：类同固定长度的报文交换；

特点：除报文交换的优点外，更可因分组体积固定而利用高速缓存。

分组流交换方式：数据报（面向无连接）、虚电路（面向连接）。

采用层次化的思想构建计算机网络体系,以标准化来支持其**开放**;  
从问题分解的角度, 提出7层模型 (功能及其支撑技术):

**物理层**, 确定物理设备接口, 提供点一点比特流传输物理链路;  
**数据链路层**, 利用差错处理技术, 提供高可靠传输的数据链路;  
**网络层**, 利用路由技术, 实现用户数据的端一端传输;  
**运输层**, 屏蔽通信子网差异, 及用户要求和网络服务之间差异;  
**会话层**, 提供控制会话和数据传输的手段;  
**表示层**, 解决异种系统间的信息表示问题, 屏蔽数据表示差异;  
**应用层**, 利用下层服务, 支持各种应用要求 (如FTAM等)。

分层导致了层间通信的问题:

**对等层**间通信、**相邻层**间通信, 两者间的关系 (**目的和手段**);  
只有执行**相同协议**的对等层实体之间才能进行有意义的通信;  
数据单元的形成, 层层封装, 通信的有效率下降;

OSI实现的基本原理/方法: 设计**虚拟模型** (如: 协议), 实现**虚/实映射** (如: 数据/协议负载)。

距离—高质量媒体（速度）—共享媒体（广播）—媒体访问控制；  
传输方式：基带传输、宽带传输；传输方向和传输距离；

总线型局域网（多个结点附接一条总线）

载波侦听多路访问/冲突检测（**CSMA/CD**—竞争总线）和以太网；  
原理（说前先听，边说边听，冲突退避）、最小帧长的原因；  
令牌总线（**有序分配**总线）：逻辑环路形成、令牌及维护；

环形局域网（结点通过链路串接构成环路）

令牌环的工作原理及优先级的作用：确保有序性；  
IBM令牌环的寻径方法：**源指定路径**—桥接器的应用；  
光纤分布式数字接口（FDDI）**容错**的原理；

令牌环和FDDI区别（覆盖范围, 单/多帧, 令牌定时/优先级）；

无线局域网（对应安全性的扩频技术，**CSMA/CA**（冲突避免），  
对应隐藏终端的预约信道（RTS/CTS））；

LAN中逻辑链路层（LLC）作用：屏蔽MAC差异，提供统一接口。

距离—媒体成本/质量—差错处理和路由；

同步数字体系（SDH）：基于光纤和多路复用技术，统一高端速率，自愈环；

分组数据交换网（3层结构）：分组组成和结点接入方式；

帧中继（FR）：光纤应用，简化流程；

异步传输模式（ATM）：53字节信元，首次提出资源预留的概念，基于信元的VP/VC交换；

广域网接入技术：

高速数字用户线接入（xDSL）：借助复用和调制技术，利用电话线支持用户高速接入广域网；

以太网接入：光纤到楼层网络设备（交换机），专线（双绞线）入户。



## 网络互连：

容纳用户和资源，统一监管，降低成本；

网络互连部件和子网之间的关系（**必须具有相同的高层协议**）；



协议转换包括协议数据格式的转换、地址映射、速率匹配、网间流量控制等，不转发子网特有的控制信息；

转发器、网桥、路由器、网关的**作用及其区别**；

互连时关注的问题：

**广播风暴**（不确定出口时进行广播）和自学习形成**地址映射表**；

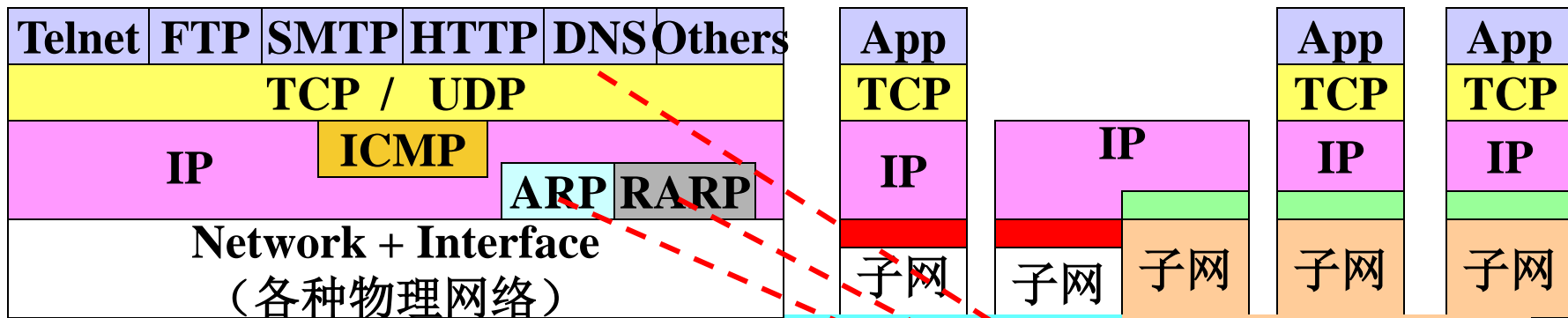
**冗余网桥**：避免设备故障导致网络瘫痪—自学习方式的矛盾；

**生成树**的目的及原理：保证网络的连通性，但不产生环路。



# 因特网：

组成及结构：路由器互连子网及用户主机；



用户接入因特网的必备条件：接入网络的接口（转发服务）、

统一的软件（TCP/IP协议集）、全网唯一标识（IP地址）；

因特网地址：物理地址、IP地址、域名地址间关系及映射方法；

IP地址空间紧张的原因及其解决方案：

IPv6、子网掩码（子网地址）、动态分配、专用地址—NAT；

IP协议的特点：无连接、不可靠、尽力投递（路由和分段）；

路由选择：路由表构造（距离-向量DV，链路状态LS）；

ICMP的作用：设备和结点的控制及差错报告报文传递；

TCP原理及特点：连接/可靠/字节流、流控（windows字段）/拥塞处理（倍增、加增、倍减）、C/S模式；

TU端口号的作用：标识特定的应用进程；

因特网的基本应用服务：Email（SMTP/POP/IMAP）、DNS、WWW；

通过对网络设备的监控，提高网络的性能；

## 网管功能：

**配置**管理—检测和设置系统参数；

**故障**管理—监控设备，发现/隔离故障点；

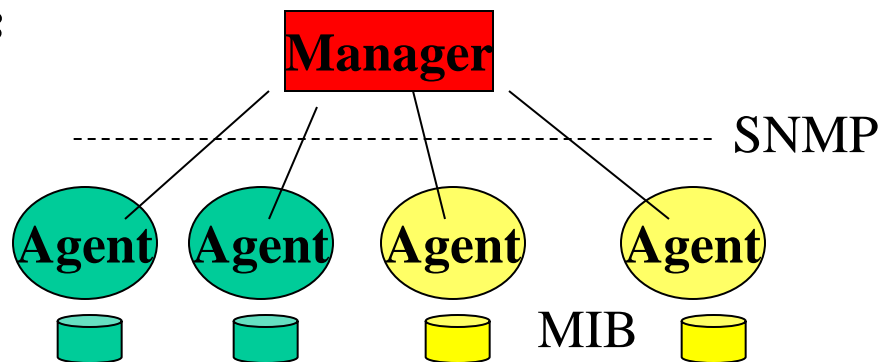
**计费**管理—记录网络资源使用情况；

**性能**管理—统计/分析系统设备的状态及状态；

**安全**管理—网络资源的受控访问和管理。

## 因特网网管基本模型：

基于代理的  
分域管理；  
具有自陷能力  
的轮询机制。



**工作方式：**轮询和应答；

MIB：定义网管参数的格式等；

SNMP：定义管理员和代理之间的相关参数传递的方式。  
借助于UDP（161和162端口）。

## 支撑技术：

- 数据加密（算法公开，密钥保密）— $M = D_P(E_K(M))$ ；  
秘密密钥加密体系（ $P=K$ ）：加密速度快，维护密钥多；  
公开密钥加密体系（ $P \neq K$ ）：加密速度慢，维护密钥少；
  - 摘录（散列）技术：形成与被保护数据密切相关的摘录值；
- 可能的攻击及防范措施：利用加密和摘录完成保护。

攻击	攻击防范措施	附注
窃取	加 密	一次一密（随机会话密钥，公钥保护/KDC）
篡改	完整性检查	摘录技术（数字签名）
重播	完整性检查	序号+摘录（数字签名）
假冒	数据源鉴别	摘录+秘密密钥加密（数字签名）
	实体身份鉴别	随机数+摘录（防认证信息窃取）
否认	C A	防发方否认（数字签名），收方否认（第三方）

## 其它防范：

防火墙—阻止非法入侵；

位置：本地网对外的接口处；

技术：分组过滤、代理服务、地址迁移（NAT）。

访问控制—基于角色的访问控制（用户—角色—权限）。(完)

## 近期安排:

---

考试时间: 2017年4月27日下午14.00-16.00

考试地点: 教一-211;

考试内容: 书本+课堂;

试题类型: 问答+应用题, 如: 是什么? 为什么?

考试形式: 有限开卷(可带一页手写A4纸, 内容不限);

最终成绩: 试卷90% + 平时10%。

复习时间: 2017年4月18日

答疑时间: 2017年4月20日+25日 (办公室)

电子邮件: gwu@seu.edu.cn (或者微信群);

电 话: 52090902, 13951698915;

办 公 室: 计算机楼328室

# 平时成绩的计算方式

共有**10次点名或者作业**，最高**95分**；

缺席或者未交作业：**减10分**；

迟到一次：**减3分**。

缺席1次	张泽琪，张美成，李嘉伟，倪行楷，姜金翰，姚坤禹，吕庆香，余青松，田亚杰，杨益林，李 竞，邹锐杰，夏中生，梁家豪
缺席2次	李 直，王思根
缺席3次	万明尧，方锦轩
迟到1次	季蒙雅、国家玮、李嘉伟、姜金翰、石晨希、夏中生、段云天、林俊廷、蒋蔺草