***计算机网络简介：***

单机系统-分时多用户系统（前端机通信控制）-远程终端访问系统（调制解调器进行信号转换）-计算机网络系统（分组交换网）

覆盖网：忽略网络物理层的面向应用的网络

**以共享资源（硬件、软件、信息）为目标在协议控制下互连起来的计算机系统集合**

**互联性、自主性、规范性**

网络分类：

**Geographical（地理方式），Topology（拓扑逻辑），Transmission technology（传输技术），Switch（交换方式），Function（功能）**

计算机通信：

进程间通信（对等实体间）

协议：

建路，发请求，拆路

**一组约定和规则的集合（语义，语法，时序规则）**

***基本通信原理：***

**Source（信源）-Channel（信道）-Destination（信宿）**

**模拟**信源：Modem（编码器）：数字信号-模拟信号、Codec（解码器）：模拟信号-数字信号（模拟-数字：采样，量化，编码）

**数字信源：Modulation调制（数字-模拟），Demodulation解调（模拟-数字）**

信道：**单向传输**（wired（双绞线、同轴电缆、光纤）/wireless（定向，全向） channel）

信号：Time（周期），Frequency（频率） domain

**Fourier series傅里叶函数**将信号分解为多个正弦函数（便于滤波）

信道带宽（**B**）：不失真的频率范围B（Band）=2\*H=f2-f1

信道容量（**H**）：最大信号量

**每个码元调制N个值，则可传输log2N比特**

信道数据速率（**C**）：C（kbps）=2\*H\***log2 N(尼奎斯特定理)**=H\*log2 (1+S/N)（香农定理）

波特率：信号**电平**每秒变化次数（变化一次传输1码元）

比特率：数据传输速率（传输比特，波特率\*组合数）

**数据传输速率与信道容量的比率取决于调制技术**

**速率：额定数据传输速率 带宽：某信道所能通过最大数据速率**

**吞吐量：实际数据量 Delay：发送，传播、处理、排队时延**

**往返时延（RTT）：一次交互的时间**

**利用率：信道、网络传输数据时间百分比**

**调制方法：**

**振幅，频率，相位，提高传输速率**

**频率为F的模拟信号不失真的采样频率至少为2F**

**编码方式：**

**不同步：**

**RS-232：不同电平表示二进制值（正0，负1）**

**不归零交替编码（NRZI）：画出起始位相邻电平变化为1，不变为0**

**同步：**

**曼彻斯特编码：比特时间一分为二，（差分）0：高-低，1：低-高50%**

**4b/5b码：原（高位优先）-表格转换-输出（高位优先）**

**信道传输：**

**传输模式：Parallel并行，Serial串行（同步：同步符号+数据块+同步符号，异步：单个字符独立传输，每个字符内的比特有固定时间模式独立的起始终止位，传输效率低）**

**同步技术：Bit位同步（自同步：自带同步信号（曼彻斯特编码），外同步法（起终止传输）），Character字符同步**

**Binary Synchronous Communication二进制同步通信：以字符为单位，仅支持ASCII，控制字符来描述状态，转义字符防止歧义，半双工每次传输8bit**

**High Data Link Control高数据连接：以比特为单位（01111110），支持任意长度二进制数据，（I-Frame）捎带应答双全工方式提高传输效率**

**Multi-Link Procedure多链路规程：数据层协商，分流/合流技术，多条链路支持可靠性和高速率要求**

**传输方向：单工（单信道，单向），半双工（单信道，分时双向），全双工（双信道）**

**差错检测：**

**发送码中包含检错码，接受方回复确认是否重传，超时则重传**

**Stop-and-wait protocol停等协议：半双工，发送一次停止发送，等待确认或超时**

**Sliding window protocol滑动窗口协议：全双工，一次连续发送多块（窗口数）**

**检错码：信息字段+校验字段**

**Parity奇偶校验码：水平，垂直，水平垂直 编码效率：QP/(P+1)\*(Q+1)**

**Hamming 海明校验码：收到无效码，选择与之最近的合法码替代，只可纠正一位错误**

**Positive Negative正反码：信息段+校验段，编码效率：50%**

**Cyclic Redundancy Check：生成多项式，信息码（信息段+校验位全0）对生成多项式模2除法得到的余数（位数=校验字段位数）为校验字段**

**多路复用和集中传输：**

**多路复用：分割总带宽，使多路信号共用同一信道（识别频率和波长来判断信道）**

**Frequency频率分组：频道不重叠，模拟信号复用（调频）**

**Time division时钟分组：物理信道划分为时间片，时间片轮流传输，双方时钟同步**

**T1系统：24路\*8b/路 复用一个物理信道 24\*8+1（同步位）Mbps**

**E1系统：30路\*8b/路 32\*8 Mbps 每片两同步位**

**集中传输：动态分配子信道，需加载地址标识（区分子信号，瞬时数据超出传输能力时缓冲存储）**

**数据交换：**

**电路交换：通过中间节点将通信双方（站点）连接：建路，独占线路进行数据传输，释放线路（独占性，实时性好）**

**报文交换：按需分配线路，不需独占链路，根据报文地址储存转发，共享排队delay长**

**分组交换：规定交换数据长度（分片），高速缓存提高转发速度（以太网，ATM网）**

**数据报：无连接数据传输，报文中有较多地址信息，要求终点有重排能力 UDP**

**虚电路：面向虚电路连接和释放的数据传输，适合大批量数据传输（含LZ逻辑信道地址） TCPlian**

***网络体系结构：***

**计算机通信设施及其互联的规范**

**OSI开放系统（层层封装，建路（协商）-传输（数据，令牌）-释放）：**

**物理，数据链路，网络（通信），传输（可靠传输），会话（会话控制），表示（转译），应用层 分解和高度抽象**

**层间交互少，层间单向引用下层服务，各层完成特定通信功能**

**N层服务=N层功能+N-1层服务**

**服务原语（引用层服务）：请求（req向下），确认(ind向上)，指示（cnf向上），响应（rsp向下）**

**层间通信：相邻层，对等层 通过相邻层间通信实现对等层间通信**

**数据单元：服务（SDU），协议（PDU）通过多层相邻层SDU实现对等层PDU**

**N(SDU)=N(PDU)+N-1(SDU)**

**物理层（接口规范，比特流透明传输）：终端设备（入网设备），终接设备（通信处理），物理层提供临时联系**

**协议：编码，速率，传输方式**

**接口：RS-232（异步VGA显示器），DTE和DCE直接相连（网线 计算机与modem），DTE之间交叉相连（计算机间）**

**数据链路（时间，速度匹配，纠错）：点到点传输，使不可靠的物理连接变成可靠的数据链路**

**分流/合流：多条链路传相同数据，提高可靠性**

**服务：标识和维护，数据单元控制，流量控制，差错通知**

**协议：约定链路层实体控制信息和时序**

**网络层：编址和路由完成端到端传输，复用/解复用和分组支持多用户传输**

**服务：确定网络地址，标识连接，传输数据，流量控制**

**协议：IP（局域网），IPX**

**网络地址（唯一标识网络中设备 MAC（介质访问控制），IP），路由选择（目的地址，策略表）**

**传输层：屏蔽用户需求和网络性能差异（速率，差错，分组，流量）**

**残留差错率：出错/所有 可通告差错率：不可恢复/所有（纠错）**

**A（均小），B（残留小），C（均大）**

**分流/合流（提高传输速率），复/解复用，拼接/分割（降低成本），分段/合段（满足网络最大数据块要求），差错检测，流量控制**

**服务：连接维护，流量控制，delay和吞吐量控制**

**协议：定义传输层PDU格式（TP0简单传输（A型网络） TP1差错恢复 TP2复用 TP3差错恢复和复用（B型网络） TP4分/合流（C型网络））**

**会话层：有序性（令牌，活动和同步），完整性（同步技术），效率（分段和拼接）延续性（重新同步，上个主同步点进行重传2·）迅雷**

**同步技术：数据分段，同步点处进行恢复**

**令牌技术：申请和释放得到发数据的权限（半双工）**

**次同步点：检验错误 主同步点：反馈错误**

**表示层：语法协商，转换，使双方机器均可识别**

**协商-发送（翻译）-传输-接收（翻译）**

**应用层：向用户提供应用服务的唯一窗口，支持用户联网需求**

**FTAM（文件访问，传送，管理），虚拟终端，电子邮件**

**TCP/IP（存在跨层）：应用（HTTP,DNS），传输（TCP,UDP），网络（IP，Arp，ICMP(ping）），网络接口（混合模型：数据链路，物理）**

***局域网：***

**LAN局域网：IEEE802（有限地域2.5KM内通过物理信道直接互联的通信系统）**

**分层逻辑：物理层，MAC，数据链路层LLC，网络层**

**介质：有线（双绞线，同轴电缆，光纤）/无线（微波，红外激光）**

**基带：占用整个信道带宽，信道内双向扩散，会发生畸变，不适用高速远距离 数字信号**

**宽带：使用频分多路复用等调制解调技术，仅单向传输需使用双管 模拟信号**

**虚拟信道：通过接口适配器，均视为数字信道**

**8b6T：8位数据转换为6位三电平，数据提升4/3倍**

**访问控制：竞争，令牌**

**传输方式：广播（无需考虑路由，可忽略OSI网络层）**

**拓扑结构：星状（电路（主动建路），轮询（主站询问 延迟较大）），环形，总线，环星（环接口设备）（费用，容量，可靠性，环境等综合考虑）**

**站地址：静态（MAC地址 48位），动态分配（IP地址 16位）**

**Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection：载波侦听（发送前侦听电压变化），多路访问（多个节点同时访问），冲突检测（发送时侦听，发送完成默认发送成功）**

**CSMA/CD： 前导码字段F（7b），开始标志SFD(1b)，信宿地址DA(2b)，信源地址SA(2b)，数据长度L(2b)，DATA，填充PAD（帧最小长度64b，数据传输最大时延两倍，防止发送时碰撞，填充字段最大长度46b），帧校验字段FCS(4b) 长度：18b+DATA+PAD（MAX=1518防止缓冲区溢出，与信道独占）**

**抢占发送权，轻负载时效率高，仅一个节点发数据，不适合实时传输**

**以太网Ethernet：6字节全局地址，ACK确认帧超时重发，9.6微秒帧间隔**

**DIX将CSMA/CD的数据长度字段换为字符形式字段(2b)并加上终止标志（不算长度）**

**以太网发展：**

**基于Hub的共享集线器（共享带宽 设备增加冲突率增加）->基于Switch 交换机（独享带宽 星型 直通/存储转发）**

**交换机与Hub连接, 交换机级联/堆叠**

**半双工->全双工（独享线路，不需载波侦听）**

**Fast Ethernet百兆：减少ACK等待时间（10BaseT2 5电平编码，100Base-T4 8b6T编码 （仅用3对双绞线），100BaseFx 4b5b编码）**

**千兆以太网（主干网）：1000Base-T 802.3z 8b10b编码**

**万兆以太网：10GBase-LX 全双工 突破传统以太网距离限制**

**Multiple Access：随机（CSMA/CD），受控（令牌），通道化（F/T/CDMA）访问**

**令牌总线Token Bus：物理总线，逻辑环（令牌传递公平访问，避免冲突，时延可估计）**

**令牌总线帧格式：前导码（P≥1），帧开始（SD 1），帧控制（FC 1），信宿/源地址（DA，SA 2/6），DATA，帧校验（FCS 4循环冗余校验），帧结束（ED 4曼彻斯特码）**

**令牌传递：将令牌传递至后继节点，并侦听后继节点令牌传输（若失败重发/寻找新后继 广播至后继的后继并更新连接表）**

**多个令牌：节点简单丢弃令牌**

**令牌丢失：环不工作计时器（发现环不工作，节点发送要求令牌命令帧，生成令牌）**

**环路维护：**

**重构：获得生成令牌权的节点，新建单节点环，请求后继（限定范围 解决冲突命令帧进一步限定范围）**

**增加：令牌占用时间计时器，节点发完且计时器未到时，发送请求后继帧用于增加节点**

**撤出：收到token，发送设置后续命令帧，更改前驱的后继，传送令牌**

**ARC Net：物理上通过Hub进行连接，环中每个节点存在ID号，环路建立时严格ID递增**

**令牌环网Token Ring：物理环状，单向网络，通过环中继转发器进行信号复制再生和转发，若MAC地址匹配则接受至RPC节点，帧由发送节点进行撤出（环监视器RPU进行帧撤出监视，RPU负责网络连接，差分曼彻斯特码）（仅一帧传输，节点共享网络带宽，延时可控）**

**令牌帧B：SD(1)，AC(1)，ED(1)**

**信息帧B：SD(1)，AC(1)，FC(1 MAC控制)，DA(2)，SA(2)，DATA，FCS(4)，ED(1)，FS(1 帧状态标识AC)**

**AC字段bits：Pr(3)（本帧优先级），T(1)（令牌/信息帧0/1），M(1)（环监视器0/1），Rr(3)（预定优先级）（1B）**

**令牌帧：每个节点维持一个Pm（寄存器）记录待发帧的优先级，若Pm≥Pr占有令牌**

**信息帧：Rr为自己FS段置位通知发送方已经接收（设置AC字段），Rr>Pm再生转发，Rr<Pm改变Rr=Pm**

**回收帧：A=0（未接收 通知上层），C=0（未送达 重发本帧），Pm<Rr（Pr=Rr，Rr=0，撤出帧传递令牌），Pm>Rr（Pm=0传递令牌Pr=Rr，Pm≠0发送新帧）**

**IBM Token Ring：MAU连接不同子环，方便节点增删，故障定位检测与隔离（信息帧中增加RI路由信息控制字段 地址：局部（源发节点所在环）/全局广播）**

**RI：RC，段号…段号（桥接器处理时添加段号）**

**RC：B(1 广播位，桥接器动作)，保留(2)，LEN(5)，D(1 方向位，帧去向)，保留(7)**

**监控器：控制令牌环网工作状态，计时器记录线路中令牌传输（丢失reset）**

**MAU桥接器：等待子网令牌判断是否跨网转发（若非当前环，本环转发+传递出环）**

**Slotted Ring时间片环：通过循环位移寄存器以槽为单位进行数据传输，多个槽可同时传输数据（允许多个节点（不同时间片）同时访问，逻辑小分组长度固定，有效数据少）**

**循环位移寄存器，位数=（5+传输介质长度+转发器时延）\*数据传输速率**

**时间片环帧：P(2)，L(2)，DA(2/6)，SA(2/6)（信源/信宿），DATA，PAD(0/1)，FCS(2)**

**逻辑小分组：S(1 引导比特)，F/E（1 空/满），M（1 监控槽状态），DA，SA(8 信源/信宿)，DATA，T(2 节点类型)，R（2 应答位），P（1 偶校验）**

**FDDI光纤分布式数字接口：反相双环，发送完毕立即释放令牌，允许多帧传输（4b/5b）**

**节点损坏时，副主环可相连重构成新环**

**工作原理：传递令牌，发送数据，转发（一次多帧，直到计时器停止），接收（置AC位），撤出数据帧**

**Wireless LAN（IEEE802.11）： 介质访问控制MAC，线路编码PHY**

**便携，跨越地理需求，向空间扩散安全性低，错误率高**

**无中心拓扑：计算机通过无线网卡互联 中心拓扑：计算机与AP连接**

**FHSS：跳频扩频，在多个频段进行跳跃选择**

**DSSS：直序传输，添加冗余信息**

**隐藏终端：侦听不到导致冲突 暴露终端：误侦听，假冲突，信道浪费**

**CSMA/CA：信道预约RTS-CTS帧，设置保持安静计时器，感知到ACK或计时器超时，重新竞争信道（CA设置空闲时延，无法解决暴露终端）**

**LLC：面向无连接（数据报 点对多点 元语：请求-指示），面向连接（虚电路 元语：请求-指示-确认），带确认的无连接（接收方予以确认）服务（HDLC异步平行）**

**LLC帧：DSAP（1 信源地址），SSAP（1 信宿地址），AC（1/2 访问控制），DATA**

***广域网：***

**覆盖范围广，连接不同局域网，解决局域问题**

**层次：物理（SDN,DDN,XDSI），数据链路（ISDN点对点），网络层（IP 端到端）**

**PDH准同步数字：光纤介质，时分多路复用，互不兼容需光电转换 T系列192+1b同步位（24路 T1-4T1-7T2-6T3）E系列256b 32路 仅30路有效**

**Sonet同步光纤网：STS-1（铜缆），OC-1（光纤）**

**SDH同步数字体系：主干网，使多种数字体系在STM-1级别上统一，多路复用（低级信道复用）/分用器+中继器（再生转发），段（设备间），线（相邻复用器间），路径（源-端），STM-1：9行270列，按行传输，帧按列存放（多个STM-1复用为STM-n（加和复用））**

**DDN数字数据网：面向用户数字传输，时分多路复用，租用独占式（端口用户点对点，不提供协议，速度高延时低，无纠错功能）（电路交换）**

**X.25：分组交换（虚电路），铜轴电缆，中间结点确认，以131（128+3）字节为分组传输（三层协议），交换设备（分组交换设备PSE（路由选择），分组集中器PC（集中不同分组为X.25流），分组拆分设备PAD，终端设备NPT，网络控制中心NMC）**

**帧中继Frame Relay：虚电路方式，光纤，端系统完成流量控制与差错处理，提高速率降低误码率，物理连接提供多逻辑连接**

**综合业务网络：数字形式提供通用网络服务，ISDN**

**ATM异步传输模式：动态分配时间片 53字节/组（5信元头，48数据域），基于信元的分组交换，快速交换，面向连接信元交换**

**xDSL：非对称网络，复用与调制技术高速数据接入（ADSL：上下非等宽，在原有电话线上进行（滤波后）调制解调）**

***计算机网络互联***

**目的：将多个具有自治能力的子网连接，扩大资源共享范围，缩小冲突域避免干扰，提高可靠性（同构/异构网络互联）**

**准则：不更改原有网络，互联部件协调不同子网（编址，访问控制，连接方式），不影响子网内部性能（互联后可能导致部分子网特性损失）**

网络互联部件：作为子网一部分，执行各子网协议，并执行协议转换（易底层，同高层）

**中继：转发器（物理），网桥（数据链路），路由器（网络层），网关（传输层以上）**

转发器：电气**信号再生**，延伸网段（连接同一子网两段，无滤噪能力）

集线器HUB：**特殊的转发器**，价格较低实现可扩充性（广播域冲突）

交换机Switch：连接相同类型网络（分割子网，端口独享带宽，硬件支持（直通/存储转发），多独立数据，帧存储）

网桥Bridge：**协议转换**（异构网帧头转换），实现**低两层**异构网络间互联（地址过滤，帧限制（**控制帧过滤**），监控（接收-检查-转发），缓冲，透明性（不影响子网内））

**广播风暴**：子网间转发以广播形式，形成大量无用帧（**地址映射表**（记录源地址，动态维护，选择转发），计数器（丢弃已转发的帧））

网桥环路：环路网桥监听并更改地址映射表，导致地址映射表失效（最小生成树，发送hello逐跳+1阻塞帧标志大端口，忽略冗余路径）

指定路径桥：发送结点决定发送方向（外网/本子网）

路由器Router：互联同/异构网络（寻址，路由选择，分段/合段，存储转发，分组过滤（分析分组，**隔离广播域（避免广播风暴）**，过滤错误信息））

**网桥查询地址映射表，仅识别数据链路帧头，路由器查询路由表，可识别ip帧头**

二层交换：不修改数据帧，网络层仅作为数据

三层交换：二层基础上加入路由功能（硬件支持，速度快于路由器）

网关Gateway：支持高层协议转换

虚拟网络：通过交换机将不同网段连成**逻辑LAN网段**，用户更改方便，虚拟工作组，提高安全性，减少路由器使用

划分方式：根据端口，MAC地址，网络层定义

远程访问服务：PPP协议（数据打包，连接配置，网络协议 电话网拨号形式）

企业网组建：层次结构（主干+分支网）

***因特网：***

连接不同国家地区的不同局域网，Cyber area

IP Address：

A（0+网络号(7)+主机号(24)）(1.x.x.x~126.x.x.x)

B（10+网络号(14)+主机号(16)）（128.0.x.x~191.255.x.x）

C（110+网络号(21)+主机号(8)）（192.0.0.x~223.255.255.255）

主机号：全0（表示未知网络地址）/全1（广播地址）不进行分配

255.255.255.255：有限广播，请求获取IP

**NAT**网络地址转换：通过端口号进行地址转换（10.x.x.x转换为外部地址）

子网掩码：网络与子网号1，主机号标 0（划分子网，区分是否为本网段地址）

IP地址：(<网络号>,/<子网号>,<主机号>/)

实际地址：掩码地址与IP地址**逻辑与**

DNS：域名与IP的映射关系

递归：服务器查询缓存，若无询问root，root向下询问

迭代：root告知本地向何处查询

反向解析：IP-域名，邮件系统中确认发送者

ARP/RARP

TCP/IP protocol suite

ICMP