

# 计算机网络体系结构

---

## 1. 计算机网络综述 \*

### 1.1. 计算机网络概念 \*

计算机网络就是一些**互联的**，**自治的**计算机的集合，它们通过通信设备和线路互相连接，由功能完善的软件实现资源共享和信息传递。

- 广义观点：能实现**远程信息处理**的系统或能进一步达到资源共享的系统
- 资源共享观点：目的——**资源共享**，组成单元——分布在不同地理位置的**多台独立的“自治计算机”**，网络中计算机必须遵循的统一规则——**网络协议**
- 用户透明性观点：网络对用户透明，其描述了一个**分布式系统**

### 1.2. 计算机网络组成 \*

- 组成：**硬件**，**软件**，**协议**
- 工作方式：**边缘部分**——通信+资源共享，**核心部分**——为边缘部分提供连通性和交换服务
- 功能：**通信子网**——传输介质、通信设备和相应网络协议，**资源子网**——实现资源共享的设备及其软件的集合

### 1.3. 计算机网络的功能 \*

- 数据通信：计算机网络**最基本和最重要的**功能
- 资源共享：提高硬件资源，软件资源和数据资源的**利用率**
- 分布式处理：利用**空闲计算机资源**提高整个系统利用率
- 提高可靠性：计算机网络中各台计算机可以通过网络互为替代机
- 负载均衡：工作任务**均匀分配**给网络中各台计算机

### 1.4. 计算机网络分类 \*

#### 1.4.1. 分布范围 \*

- 广域网WAN：长距离通信（几十千米到几千千米），**交换技术**
- 城域网MAN：5-50km，**以太网技术**
- 局域网LAN：几十米到几千米，**广播技术**
- 个人区域网PAN：10m左右

#### 1.4.2. 传输技术 \*

- 广播式网络：所有联网计算机共享一个**公共通信信道**。局域网，广域网中的无线、通信卫星网络采用广播式通信。
- 点对点网络：每条物理线路连接一对计算机。广域网基本属于点对点网络。

是否采用**分组存储转发**与**路由选择机制**是点对点式网络与广播式网络的重要区别。

### 1.4.3. 拓扑结构 \*

- 总线形：单根传输线，建网容易，增/减结点方便、节省线路。重负载时通信效率不高，对任意一处故障敏感。（局域网）
- 星形：中央设备为交换机或路由器，便于集中控制和管理。成本高，中央设备对故障敏感。（局域网）
- 环形：所有计算机接口设备连成环，环中信号单向传输。（令牌环局域网）
- 网状网络：每个结点至少要有两条路径与其他结点相连，可靠性高。控制复杂，线路成本高。（广域网）  
（ppt里还介绍了树形）

### 1.4.4. 使用者

公用网/专用网

### 1.4.5. 交换技术 \*

- 电路交换网络：建立连接，传输数据，断开连接。
  - 数据直接传送，时延小。
  - 线路利用率低、不能充分利用线路容量、不便于进行差错控制。
- 报文交换网络：用户数据+源地址、谜底地址、校验码等，封装成报文，传送至相邻结点。
  - 充分利用线路容量，实现不同链路之间不同数据传输速率的转换，格式转换，一对多/多对一访问，差错控制。
  - 增大资源开销，缓冲时延，需要额外控制机制保证多个报文数据不乱序，缓冲区难以管理。
- 分组交换网络：数据分成较短的固定长度数据块，单个分组发送到相邻结点。
  - 缓冲易于管理，包的平均时延更校，网络占用平均缓冲区更少，更易于标准化，更适合应用
- 混合交换 | - 同时采用电路交换和分组交换（以上都属于交换网络，也就是多跳通信）
- 点到点信道型网络（非交换网络）
  - 每个信道连接一对节点。非相邻节点之间的通信需通过其它节点转发。
  - 星型、环型、树型、网格型
- 共享信道型网络
  - 所有节点共享一条信道，可以看成都相邻。每个节点所发送的信息可被所有节点收到
  - 总线型、卫星广播网

### 1.4.6. 传输介质

- 有线网络：双绞线网络，同轴电缆网络等。
- 无线网络：蓝牙，微波，无线电等。

## 1.5. 计算机网络性能指标 \*

- 带宽：网络通信线路传送数据的能力（比特/秒）
- 时延：数据从网络一端发送到另一端的总时间。总时延=发送时延+传播时延+处理时延+排队时延
  - 发送时延：发送时延=分组长度/信道宽度
  - 传播时延：传播时延=信道长度/电磁波在信道上传播速率
  - 处理时延：数据在交换结点为存储转发进行的一些必要的处理花费的时间。
  - 排队时延：分组在进入路由器后先在输入队列中排队等待处理，在输出队列中排队等待转发的时间。
- 时延带宽积：传播时延 × 信道带宽
- 往返时延RTT：发送端发出一个短分组，到发送端收到来自接收端的确认总共经历的时延。

- 吞吐量：单位时间内通过某个网络（或者信道/接口）的数据量。
- 速率：数据传输速率，最高数据传输速率称为**带宽**
- 信道利用率：有数据通过时间/（有+无）数据通过时间
- 包转发率：表示交换机或路由器等网络设备以包为单位的转发速率
- 线速转发：交换机端口在满负载的情况下，对帧进行转发时能够达到该端口线路的最高速度

## 2. 计算机网络体系结构与参考模型 \*

### 2.1. 计算机网络分层结构

分层基本原则：

- 每层实现**独立功能**，降低大系统**复杂度**
- 各层之间界面**自然清晰**，易于理解，相互交流尽可能**少**
- 各层功能精确定义**独立于**具体实现方法
- 保持**下层对上层**的独立性，上层**单向使用**下层服务
- 整个分层结构应能促进**标准化工作**

层数过多，功能在不同层中重复出现，产生额外开销，导致运行效率降低

层数过少，会使每层协议太复杂

报文=服务数据单元(SDU)+协议控制信息(PCI)=协议数据单元(PDU)  
 $n-SDU+n-PCI=n-PDU=(n-1)-SDU$

### 2.2. 计算机网络协议/接口/服务

#### 2.2.1. 协议

定义：**对等**实体进行通信的规则集合，由**语法**，**语义**，**同步**三部分组成。

- 语法：规定传输数据的**格式**
- 语义：规定索要完成的**功能**
- 同步：规定了执行各种操作的**条件**，**时序关系**等

完整的协议通常应该具有**线路管理**，**差错控制**，**数据转换**等功能。

#### 2.2.2. 接口

定义：每层只能为紧邻的层次之间定义接口，不能跨层定义接口。

同一结点相邻两层实体通过**服务访问点(SAP)**交互

#### 2.2.3. 服务

定义：下层为紧邻的上层提供的功能调用。

OSI参考模型的原语分类：

- 请求：服务用户发往服务提供者，请求完成某项工作

- 指示：服务提供者发往服务用户，指示用户做某件事
- 响应：服务用户发往服务提供者，作为对指示的响应
- 证实：服务提供者发往服务用户，作为对请求的证实

协议，接口，服务相互关系

只有本层协议的实现才能保证向上层提供服务  
本层的服务用户只能看到服务而无法看到下面的协议  
协议是"水平的"，协议是控制对等实体之间通信的规则  
服务是"垂直的"，服务是由下层通过层间接口向上层提供的

- 面向连接服务：通信前需要**建立连接**，**分配资源**，**释放连接和占用的资源**
- 无连接服务：通信前**不需要建立连接**，需要发送数据可**直接发送**，属于**不可靠服务**
- 可靠服务：网络具有**纠错**，**检错**，**应答机制**，保证数据正确，可靠地传送到目的地
- 不可靠服务：网络只是尽量正确、可靠地传送，而不能保证数据正确、可靠地传送到目的地，是一种尽力而为的服务。不可靠服务的网络的可靠性由应用和用户来保障。
- 有应答服务：接收方收到数据后向发送方给出相应应答，该应答由传输系统内部自动实现，而不由用户实现。
- 无应答服务：接收方收到数据后不自动给出应答。（www服务）

2.3. ISO/OSI参考模型与TCP/IP模型 \*

2.3.1. OSI参考模型（开放系统互连参考模型） \*

名称	层数	传输单位	任务	功能	接口标准	属于
物理媒体	0					
物理层	1	比特	透明的传输比特流	在物理媒体上传输原始比特流	EIA-232C/CCITT的X.21等	通信子网
数据链路层	2	帧	将网络层传来的IP数据报组装成帧	成帧， <b>差错控制</b> ， <b>流量控制</b> 和 <b>传输管理</b>	SDLC。HDLC，PPP，STP等	通信子网
网络层	3	数据报	把网络层PDU从源端传到目的端，为分组	对分组进行路由选择，实现流量控制，拥塞控	IP，IPX，ICMP，IGMP，ARP，	通信

名称	层数	传输单位	任务	功能	接口标准	属于
网络层	3	数据包	交换网上不同主机提供通信服务	路由选择，差错控制，网际互连	RARP，OSPF	子网
传输层	4	报文段(TCP)或用户数据报(UDP)	负责主机中两个进程间的通信	为端到端连接提供可靠的服务，流量控制，差错控制，服务质量，数据传输管理等服务	TCP，UDP	承上启下
会话层	5		向表示层提供它的增值服务	管理主机间会话进程，实现数据同步		资源子网
表示层	6		处理两个通信系统中交换信息的表示方式	采用抽象的标准方法定义数据结构，采用标准的编码形式		资源子网
应用层	7		为特定类型的网络应用提供访问OSI参考模型环境的手段	采用不同应用协议解决不同类型应用要求	文件传送FTP，电子邮件SMTP，万维网HTTP	资源子网

2.3.2. TCP/IP模型 \*

名称	对象	功能	协议
网络接口层	主机-网络	从主机或结点接受IP分组，并把它们发送到指定物理网络上	主机必须使用某种协议与网络连接
网际层	主机-主机	将分组发往任何网络，并为之独立选择合适路由	定义标准分组格式和协议IP(IPv4/IPv6)
传输层	应用-应用进程-进程	使得发送端和目的端主机上的对等实体进行会话	传输控制协议(TCP)：面向连接，单位为报文段,提供可靠交付 用户数据报协议(UDP)：无连接，单位为用户数据报，尽最大努力交付
应用层	用户-用户	包含所有高层协议	虚拟终端协议Telnet，文本传输协议FTP，域名解析服务DNS，电子邮件协议SMTP，超文本传输协议HTTP

2.3.3. OSI模型与TCP/IP模型比较 \*

相似点：

- 均采用分层的体系结构，分层功能大体相似
- 均基于独立的协议栈的概念

- 均可解决异构网络互联，实现不同计算机之间通信

### 不同点：

- OSI精确定义服务，协议，接口；TCP/IP没有明确区分
- OSI没有偏向于任何特定的协议，通用性良好；TCP/IP则是对已有的协议的描述
- TCP/IP考虑到了异构网络互联问题，将网际协议(IP)作为一个单独重要层次；OSI在后来只能在网络层中划分子层完成类似的功能
- OSI网络层支持无连接和面向连接通信，在传输层仅有面向连接通信；TCP/IP在网际层仅有无连接通信，而在传输层支持无连接和面向连接通信