

互联网两个重要基本特点：连通性和共享

电路交换特点：通话的全部时间内，通话的两个用户始终占有端到端的通信资源

分组传输的过程中动态分配传输带宽，对通信链路是逐段占用

在高速网络链路中，提高的仅仅是数据的发送速率而不是传播速率

链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度

$D = D_0 / (1 - U)$ D_0 表示网络空闲时的时延， D 表示网络当前时延， U 为利用率

信道或网络的利用率过高会产生非常大的时延

开放系统互连基本参考模型OSI/RM（Open System Interconnection Reference Model）

网络协议包括：
语法：数据与控制信息的结果或格式
语义：需要发出何种控制信息，完成何种动作，做出何种响应
同步：事件实现顺序的详细说明

网络各层需要完成的任务：
①差错控制：使对应层次对等方的通信更可靠
②流量控制：发送端的发送速率必须使接收端来得及接收
③分段和重装：发送端将发送的数据块划分为更小的单位，在接收端将其还原
④复用和分用：发送端几个高层会话复用一条低层的连接，在接收端再进行分用
⑤连接建立和释放：交换数据前先建立一条逻辑连接，数据传输结束后释放连接

OSI为7层网络结构：物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层和应用层
TCP/IP为四层网络结构：网络接口层、网际层、运输层和应用层
教学网络结构为五层：物理层、数据链路层、网络层、运输层和应用层

OSI参考模型把对等层次之间传送的数据单位称为该层的协议数据单元PDU

协议是控制两个对等实体（或多个实体）进行通信的规则集合。在协议的控制下，两个对等实体间的通信使本层能向上一层提供服务。使用本层服务的实体只能看见服务而无法看见下面的协议。协议是“水平的”，而服务是“垂直的”。相邻两层的实体进行交互的地方，称为服务访问点SAP，实际上就是一个逻辑接口。

在TCP/IP协议中，某些应用程序可以直接使用IP层或甚至直接使用最下面的网络接口层
在分层次画出的表示TCP/IP协议族的图的特点是上下两头大而中间小
TCP/IP协议可以为各式各样的应用提供服务（everything over IP）
TCP/IP协议允许IP协议在各式各样的网络构成的互联网上运行（IP over everthing）

来自信源的信号常称为基带信号（基本频带信号），往往含有较多的低频成分
甚至有直流成分，必须对基带信号进行调制（modulation）
基带调制：仅仅对基带信号的波形进行变换，使它能够与信道特性相适应，变换后仍然是基带信号
带通调制：使用载波（carrier）进行调制，把基带信号的频率范围搬移到较高的频段并转换为模拟信号，经过载波调制后的信号称为带通信号

信道当中的码元传输的速率越高，或信号传输的距离越远
或噪声干扰越大，或传输媒体质量越差，在接收端的波形失真就越严重。
具体的信道所能通过的频率范围是有限的，信号中的许多高频分量往往不能通过信道。
接收端收到的信号波形就失去了码元之间的清晰界限，这种现象叫码间串扰。
奈奎斯特曾推导出著名的奈氏准则，在假定理想的条件下，为了避免码间干扰，码元传输速率的上限。

信噪比就是信号的平均功率和噪声的平均功率之比。常记为： S/N ，用分贝（dB）作为度量单位。
 $\text{信噪比 (dB)} = 10 \times \log_{10} (S/N)$
信息论的创始人香农推导出香农公式：信道的极限信息传输速率C：
 $C = W \times \log_2 (1 + S/N)$ （bit/s）
 W 为信道的带宽，以Hz为单位； S 为信道内信号的平均功率， N 为信道内噪声的功率。
香农公式表明：信道的带宽或信噪比越大，信息的极限传输速率就越高。
只要信息传输速率低于信道的极限信息传输速率，就一定存在某种办法实现无差错传输。

