# 计算机网络

OSI Open Source Initiative（简称OSI，有译作开放源代码促进会、开放原始码组织）是一个旨在推动开源软件发展的非盈利组织。OSI参考模型（OSI/RM）的全称是开放系统互连参考模型（Open System Interconnection Reference Model，OSI/RM），它是由国际标准化组织ISO提出的一个网络系统互连模型。它是网络技术的基础，也是分析、评判各种网络技术的依据，它揭开了网络的神秘面纱，让其有理可依，有据可循。

## 一、 OSI参考模型知识要点



模型把网络通信的工作分为7层。

1至4层被认为是低层，这些层与数据移动密切相关。

5至7层是高层，包含应用程序级的数据。

每一层负责一项具体的工作，然后把数据传送到下一层。由低到高具体分为：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

第7层应用层—直接对应用程序提供服务，应用程序可以变化，但要包括电子消息传输

第6层表示层—格式化数据，以便为应用程序提供通用接口。这可以包括加密服务

第5层会话层—在两个节点之间建立端连接。此服务包括建立连接是以全双工还是以半双工的方式进行设置，尽管可以在层4中处理双工方式

第4层传输层—常规数据递送－面向连接或无连接。包括全双工或半双工、流控制和错误恢复服务

第3层网络层—本层通过寻址来建立两个节点之间的连接，它包括通过互连网络来路由和中继数据

第2层数据链路层—在此层将数据分帧，并处理流控制。本层指定拓扑结构并提供硬件寻址

第1层物理层—原始比特流的传输

电子信号传输和硬件接口数据发送时，从第七层传到第一层，接受方则相反。

各层对应的典型设备如下：

应用层 ……………… 计算机：应用程序，如FTP，SMTP，HTTP

表示层 ……………… 计算机：编码方式，图像编解码、URL字段传输编码

会话层 ……………… 计算机：建立会话，SESSION认证、断点续传

传输层 ……………… 计算机：进程和端口

网络层…………………网络：路由器，防火墙、多层交换机

数据链路层 ………… 网络：网卡，网桥，交换机

物理层…………………网络：中继器，集线器、网线、HUB

## 二、 OSI基础知识

### OSI/RM参考模型的提出

世界上第一个网络体系结构由IBM公司提出（74年，SNA），以后其他公司也相继提出自己的网络体系结构如：Digital公司的DNA，美国国 防部的TCP/IP等，多种网络体系结构并存，其结果是若采用IBM的结构，只能选用IBM的产品，只能与同种结构的网络互联。

为了促进计算机网络的发展，国际标准化组织ISO于1977年成立了一个委员会，在现有网络的基础上，提出了不基于具体机型、操作系统或公司的网络体系结构，称为开放系统互联模型（OSI参考，open system interconnection）

### OSI的设计目的

OSI模型的设计目的是成为一个所有销售商都能实现的开放网路模型，来克服使用众多私有网络模型所带来的困难和低效性。OSI是在一个备受尊敬的国际标准团体的参与下完成的，这个组织就是ISO（国际标准化组织）。什么是OSI，OSI是Open System Interconnection 的缩写，意为开放式系统互联参考模型。在OSI出现之前，计算机网络中存在众多的体系结构，其中以IBM公司的SNA(系统网络体系结构)和DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)数字网络体系结构最为著名。为了解决不同体系结构的网络的互联问题，国际标准化组织ISO(注意不要与OSI搞混）于1981年制定了开放系统互连参考模型（Open System Interconnection Reference Model，OSI/RM）。这个模型把网络通信的工作分为7层,它们由低到高分别是物理层（Physical Layer),数据链路层（Data Link Layer),网络层(Network Layer),传输层（Transport Layer),会话层（Session Layer），表示层（Presentation Layer)和应用层（Application Layer)。第一层到第三层属于OSI参考模型的低三层，负责创建网络通信连接的链路；第四层到第七层为OSI参考模型的高四层，具体负责端到端的数据通信。每层完成一定的功能，每层都直接为其上层提供服务，并且所有层次都互相支持，而网络通信则可以自上而下（在发送端）或者自下而上（在接收端）双向进行。当然并不是每一通信都需要经过OSI的全部七层，有的甚至只需要双方对应的某一层即可。物理接口之间的转接，以及中继器与中继器之间的连接就只需在物理层中进行即可；而路由器与路由器之间的连接则只需经过网络层以下的三层即可。总的来说，双方的通信是在对等层次上进行的，不能在不对称层次上进行通信。

OSI 标准制定过程中采用的方法是将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题，这就是分层的体系结构办法。在OSI中，采用了三级抽象，既体系结构，服务定义，协议规格说明。

OSI划分层次的原则

网络中各结点都有相同的层次

不同结点相同层次具有相同的功能

同一结点相邻层间通过接口通信

每一层可以使用下层提供的服务，并向上层提供服务

不同结点的同等层间通过协议来实现对等层间的通信

OSI/RM分层结构

对等层实体间通信时信息的流动过程

对等层通信的实质：

对等层实体之间虚拟通信;下层向上层提供服务;实际通信在最底层完成在发送方数据由最高层逐渐向下层传递,到接收方数据由最低层逐渐向高层传递.

协议数据单元PDU

SI参考模型中，对等层协议之间交换的信息单元统称为协议数据单元(PDU,Protocol Data Unit)。

而传输层及以下各层的PDU另外还有各自特定的名称：

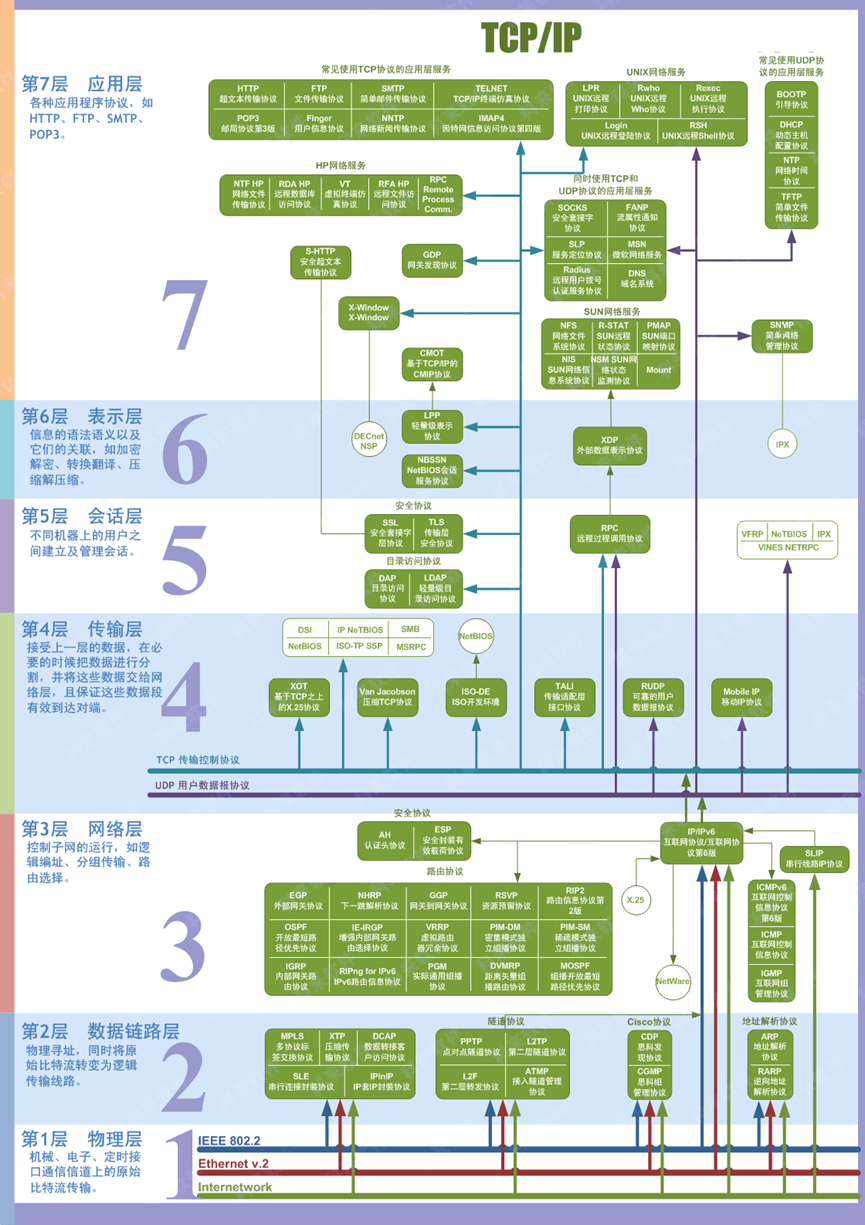
传输层——数据段（Segment）

网络层——分组（数据包）（Packet）

数据链路层——数据帧（Frame）

物理层——比特（Bit）

## 三、 OSI的七层结构



一个设备工作在哪一层，关键看它工作时利用哪一层的数据头部信息。网桥工作时，是以MAC头部来决定转发端口的，因此显然它是数据链路层的设备。

具体说:

物理层：网卡，网线，集线器，中继器，调制解调器

数据链路层：网桥，交换机

网络层：路由器

网关工作在第四层传输层及其以上

集线器是物理层设备,采用广播的形式来传输信息。

交换机就是用来进行报文交换的机器。多为链路层设备(二层交换机)，能够进行地址学习，采用存储转发的形式来交换报文。

路由器的一个作用是连通不同的网络，另一个作用是选择信息传送的线路。选择通畅快捷的近路，能大大提高通信速度，减轻网络系统通信负荷，节约网络系统资源，提高网络系统畅通率。

交换机和路由器的区别

交换机拥有一条很高带宽的背部总线和内部交换矩阵。交换机的所有的端口都挂接在这条总线上，控制电路收到数据包以后，处理端口会查找内存中的地址对照表以确定目的MAC（网卡的硬件地址）的NIC（网卡）挂接在哪个端口上，通过内部交换矩阵迅速将数据包传送到目的端口，目的MAC若不存在则广播到所有的端口，接收端口回应后交换机会“学习”新的地址，并把它添加入内部MAC地址表中。

使用交换机也可以把网络“分段”，通过对照MAC地址表，交换机只允许必要的网络流量通过交换机。通过交换机的过滤和转发，可以有效的隔离广播风暴，减少误包和错包的出现，避免共享冲突。

交换机在同一时刻可进行多个端口对之间的数据传输。每一端口都可视为独立的网段，连接在其上的网络设备独自享有全部的带宽，无须同其他设备竞争使用。当节点A向节点D发送数据时，节点B可同时向节点C发送数据，而且这两个传输都享有网络的全部带宽，都有着自己的虚拟连接。假使这里使用的是10Mbps的以太网交换机，那么该交换机这时的总流通量就等于2×10Mbps＝20Mbps，而使用10Mbps的共享式HUB时，一个HUB的总流通量也不会超出10Mbps。

总之，交换机是一种基于MAC地址识别，能完成封装转发数据包功能的网络设备。交换机可以“学习”MAC地址，并把其存放在内部地址表中，通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径，使数据帧直接由源地址到达目的地址。

从过滤网络流量的角度来看，路由器的作用与交换机和网桥非常相似。但是与工作在网络物理层，从物理上划分网段的交换机不同，路由器使用专门的软件协议从逻辑上对整个网络进行划分。例如，一台支持IP协议的路由器可以把网络划分成多个子网段，只有指向特殊IP地址的网络流量才可以通过路由器。对于每一个接收到的数据包，路由器都会重新计算其校验值，并写入新的物理地址。因此，使用路由器转发和过滤数据的速度往往要比只查看数据包物理地址的交换机慢。但是，对于那些结构复杂的网络，使用路由器可以提高网络的整体效率。路由器的另外一个明显优势就是可以自动过滤网络广播。

集线器与路由器在功能上有什么不同?

首先说HUB,也就是集线器。它的作用可以简单的理解为将一些机器连接起来组成一个局域网。而交换机（又名交换式集线器）作用与集线器大体相同。但是两者在性能上有区别：集线器采用的式共享带宽的工作方式，而交换机是独享带宽。这样在机器很多或数据量很大时，两者将会有比较明显的。而路由器与以上两者有明显区别，它的作用在于连接不同的网段并且找到网络中数据传输最合适的路径。路由器是产生于交换机之后，就像交换机产生于集线器之后，所以路由器与交换机也有一定联系，不是完全独立的两种设备。路由器主要克服了交换机不能路由转发数据包的不足。

总的来说，路由器与交换机的主要区别体现在以下几个方面：

（1）工作层次不同

最初的的交换机是工作在数据链路层，而路由器一开始就设计工作在网络层。由于交换机工作在数据链路层，所以它的工作原理比较简单，而路由器工作在网络层，可以得到更多的协议信息，路由器可以做出更加智能的转发决策。

（2）数据转发所依据的对象不同

交换机是利用物理地址或者说MAC地址来确定转发数据的目的地址。而路由器则是利用IP地址来确定数据转发的地址。IP地址是在软件中实现的，描述的是设备所在的网络。MAC地址通常是硬件自带的，由网卡生产商来分配的，而且已经固化到了网卡中去，一般来说是不可更改的。而IP地址则通常由网络管理员或系统自动分配。

（3）传统的交换机只能分割冲突域，不能分割广播域；而路由器可以分割广播域

由交换机连接的网段仍属于同一个广播域，广播数据包会在交换机连接的所有网段上传播，在某些情况下会导致通信拥挤和安全漏洞。连接到路由器上的网段会被分配成不同的广播域，广播数据不会穿过路由器。虽然第三层以上交换机具有VLAN功能，也可以分割广播域，但是各子广播域之间是不能通信交流的，它们之间的交流仍然需要路由器。

（4）路由器提供了防火墙的服务

路由器仅仅转发特定地址的数据包，不传送不支持路由协议的数据包传送和未知目标网络数据包的传送，从而可以防止广播风暴。

### 物理层

在OSI参考模型中，物理层（Physical Layer）是参考模型的最低层，也是OSI模型的第一层。

物理层规定了通信设备的机械的、电气的、功能的和过程的特性，用以建立、维护和拆除物理链路连接。具体地讲，

机械特性规定了网络连接时所需接插件的规格尺寸、引脚数量和排列情况等；

电气特性规定了在物理连接上传输bit流时线路上信号电平的大小、阻抗匹配、传输速率距离限制等；

功能特性是指对各个信号先分配确切的信号含义，即定义了DTE和DCE之间各个线路的功能；

过程特性定义了利用信号线进行bit流传输的一组操作规程，是指在物理连接的建立、维护、交换信息时，DTE和DCE双方在各电路上的动作系列。

在这一层，数据的单位称为比特（bit）。

属于物理层定义的典型规范代表包括：EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45等。

物理层的主要功能：利用传输介质为数据链路层提供物理连接，实现比特流的透明传输。

1、为数据端设备提供传送数据的通路

数据通路可以是一个物理媒体,也可以是多个物理媒体连接而成.一次完整的数据传输,包括激活物理连接,传送数据,终止物理连接.所谓激活,就是不管有多少物理媒体参与,都要在通信的两个数据终端设备间连接起来,形成一条通路.

2、传输数据

物理层要形成适合数据传输需要的实体,为数据传送服务.一是要保证数据能在其上正确通过，二是要提供足够的带宽(带宽是指每秒钟内能通过的比特(BIT)数),以减少信道上的拥塞.传输数据的方式能满足点到点,一点到多点,串行或并行,半双工或全双工，同步或异步传输的需要.

3、完成物理层的一些管理工作.

物理层的主要设备：各种线缆、网卡、中继器、集线器。

物理层的作用是实现相邻计算机节点之间比特流的透明传送，尽可能屏蔽掉具体传输介质和物理设备的差异。使其上面的数据链路层不必考虑网络的具体传输介质是什么。“透明传送比特流”表示经实际电路传送后的比特流没有发生变化，对传送的比特流来说，这个电路好像是看不见的。

### 数据链路层

数据链路层（Data Link Layer）是OSI模型的第二层，负责建立和管理节点间的链路。该层的主要功能是：通过各种控制协议，将有差错的物理信道变为无差错的、能可靠传输数据帧的数据链路。

在计算机网络中由于各种干扰的存在，物理链路是不可靠的。因此，这一层的主要功能是在物理层提供的比特流的基础上，通过差错控制、流量控制方法，使有差错的物理线路变为无差错的数据链路，即提供可靠的通过物理介质传输数据的方法。

该层通常又被分为介质访问控制（MAC）和逻辑链路控制（LLC）两个子层。

MAC子层的主要任务是解决共享型网络中多用户对信道竞争的问题，完成网络介质的访问控制；

LLC子层的主要任务是建立和维护网络连接，执行差错校验、流量控制和链路控制。

数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括：物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。

在这一层，数据的单位称为帧（frame）。

数据链路层协议的代表包括：SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

链路层的主要功能：链路层是为网络层提供数据传送服务的,这种服务要依靠本层具备的功能来实现。

链路层应具备如下功能：

a -- 链路连接的建立，拆除，分离;

b -- 帧定界和帧同步

链路层的数据传输单元是帧,协议不同,帧的长短和界面也有差别，但无论如何必须对帧进行定界。

c -- 顺序控制

指对帧的收发顺序的控制。

d -- 差错检测和恢复

还有链路标识,流量控制等等.差错检测多用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码,而帧丢失等用序号检测.各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。

数据链路层主要设备：二层交换机、网桥

数据链路层的具体工作是接收来自物理层的位流形式的数据，并封装成帧，传送到上一层；同样，也将来自上层的数据帧，拆装为位流形式的数据转发到物理层；并且，还负责处理接收端发回的确认帧的信息，以便提供可靠的数据传输。

### 网络层

网络层（Network Layer）是OSI模型的第三层，它是OSI参考模型中最复杂的一层，也是通信子网的最高一层。它在下两层的基础上向资源子网提供服务。其主要任务是：通过路由选择算法，为报文或分组通过通信子网选择最适当的路径。该层控制数据链路层与传输层之间的信息转发，建立、维持和终止网络的连接。具体地说，数据链路层的数据在这一层被转换为数据包，然后通过路径选择、分段组合、顺序、进/出路由等控制，将信息从一个网络设备传送到另一个网络设备。

一般地，数据链路层是解决同一网络内节点之间的通信，而网络层主要解决不同子网间的通信。例如在广域网之间通信时，必然会遇到路由（即两节点间可能有多条路径）选择问题。

在计算机网络中进行通信的两个计算机之间可能会经过很多个数据链路，也可能还要经过很多通信子网。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换结点，确保数据及时传送。网络层将数据链路层提供的帧组成数据包，包中封装有网络层包头，其中含有逻辑地址信息- -源站点和目的站点地址的网络地址。

其主要任务是：通过路由选择算法，为报文或分组通过通信子网选择最适当的路径。该层控制数据链路层与传输层之间的信息转发，建立、维持和终止网络的连接。具体地说，数据链路层的数据在这一层被转换为数据包，然后通过路径选择、分段组合、顺序、进/出路由等控制，将信息从一个网络设备传送到另一个网络设备。

如果你在谈论一个IP地址，那么你是在处理第3层的问题，这是“数据包”问题，而不是第2层的“帧”。IP是第3层问题的一部分，此外还有一些路由协议和地址解析协议（ARP）。有关路由的一切事情都在第3层处理。地址解析和路由是3层的重要目的。网络层还可以实现拥塞控制、网际互连等功能。

在这一层，数据的单位称为数据包（packet）。

网络层协议的代表包括：IP、IPX、RIP、OSPF等。

在实现网络层功能时，需要解决的主要问题如下：

寻址：数据链路层中使用的物理地址（如MAC地址）仅解决网络内部的寻址问题。在不同子网之间通信时，为了识别和找到网络中的设备，每一子网中的设备都会被分配一个唯一的地址。由于各子网使用的物理技术可能不同，因此这个地址应当是逻辑地址（如IP地址）。

交换：规定不同的信息交换方式。常见的交换技术有：线路交换技术和存储转发技术，后者又包括报文交换技术和分组交换技术。

路由算法：当源节点和目的节点之间存在多条路径时，本层可以根据路由算法，通过网络为数据分组选择最佳路径，并将信息从最合适的路径由发送端传送到接收端。

连接服务：与数据链路层流量控制不同的是，前者控制的是网络相邻节点间的流量，后者控制的是从源节点到目的节点间的流量。其目的在于防止阻塞，并进行差错检测。

### 传输层

OSI下3层的主要任务是数据通信，上3层的任务是数据处理。而传输层（Transport Layer）是OSI模型的第4层。因此该层是通信子网和资源子网的接口和桥梁，起到承上启下的作用。

该层的主要任务是：向用户提供可靠的端到端的差错和流量控制，保证报文的正确传输。传输层的作用是向高层屏蔽下层数据通信的细节，即向用户透明地传送报文。该层常见的协议：TCP/IP中的TCP协议、Novell网络中的SPX协议和微软的NetBIOS/NetBEUI协议。

传输层提供的是端到端的两个进程直接的通信服务，对于这两个进程，显然是可以跨网，跨系统的，因为它们并不需要知道彼此的容貌，而只需要知道通信的协议就可以了。

第4层的数据单元也称作数据包（packets）。但是，当你谈论TCP等具体的协议时又有特殊的叫法，TCP的数据单元称为段（segments）而UDP协议的数据单元称为“数据报（datagrams）”。这个层负责获取全部信息，因此，它必须跟踪数据单元碎片、乱序到达的数据包和其它在传输过程中可能发生的危险。第4层为上层提供端到端（最终用户到最终用户）的透明的、可靠的数据传输服务。所谓透明的传输是指在通信过程中传输层对上层屏蔽了通信传输系统的具体细节。

传输层协议的代表包括：TCP、UDP、SPX等。

传输层是两台计算机经过网络进行数据通信时,第一个端到端的层次，具有缓冲作用。当网络层服务质量不能满足要求时，它将服务加以提高，以满足高层的要求；当网络层服务质量较好时，它只用很少的工作。传输层还可进行复用，即在一个网络连接上创建多个逻辑连接。

传输层也称为运输层。传输层只存在于端开放系统中,是介于低3层通信子网系统和高3层资源子网之间的一层，但是很重要的一层。因为它是源端到目的端对数据传送进行控制从低到高的最后一层。

有一个既存事实，即世界上各种通信子网在性能上存在着很大差异。例如电话交换网，分组交换网，公用数据交换网，局域网等通信子网都可互连，但它们提供的吞吐量，传输速率，数据延迟通信费用各不相同。对于会话层来说，却要求有一性能恒定的界面。传输层就承担了这一功能。它采用分流/合流，复用/介复用技术来调节上述通信子网的差异，使会话层感受不到。

此外传输层还要具备差错恢复，流量控制等功能，以此对会话层屏蔽通信子网在这些方面的细节与差异。传输层面对的数据对象已不是网络地址和主机地址，而是和会话层的界面端口。上述功能的最终目的是为会话提供可靠的，无误的数据传输。传输层的服务一般要经历传输连接建立阶段，数据传送阶段，传输连接释放阶段3个阶段才算完成一个完整的服务过程。而在数据传送阶段又分为一般数据传送和加速数据传送两种。传输层服务分成5种类型。基本可以满足对传送质量，传送速度，传送费用的各种不同需要。

传输层提供会话层和网络层之间的传输服务，这种服务从会话层获得数据，并在必要时，对数据进行分割。然后，传输层将数据传递到网络层，并确保数据能正确无误地传送到网络层。因此，传输层负责提供两节点之间数据的可靠传送，当两节点的联系确定之后，传输层则负责监督工作。综上，传输层的主要功能如下：

传输连接管理：提供建立、维护和拆除传输连接的功能。传输层在网络层的基础上为高层提供“面向连接”和“面向无接连”的两种服务。

处理传输差错：提供可靠的“面向连接”和不太可靠的“面向无连接”的数据传输服务、差错控制和流量控制。在提供“面向连接”服务时，通过这一层传输的数据将由目标设备确认，如果在指定的时间内未收到确认信息，数据将被重发。

监控服务质量。

### 会话层

会话层（Session Layer）是OSI模型的第5层，是用户应用程序和网络之间的接口，主要任务是：向两个实体的表示层提供建立和使用连接的方法。将不同实体之间的表示层的连接称为会话。因此会话层的任务就是组织和协调两个会话进程之间的通信，并对数据交换进行管理。

用户可以按照半双工、单工和全双工的方式建立会话。当建立会话时，用户必须提供他们想要连接的远程地址。而这些地址与MAC（介质访问控制子层）地址或网络层的逻辑地址不同，它们是为用户专门设计的，更便于用户记忆。域名（DN）就是一种网络上使用的远程地址例如：www.3721.com就是一个域名。会话层的具体功能如下：

会话管理：允许用户在两个实体设备之间建立、维持和终止会话，并支持它们之间的数据交换。例如提供单方向会话或双向同时会话，并管理会话中的发送顺序，以及会话所占用时间的长短。

会话流量控制：提供会话流量控制和交叉会话功能。

寻址：使用远程地址建立会话连接。l

出错控制：从逻辑上讲会话层主要负责数据交换的建立、保持和终止，但实际的工作却是接收来自传输层的数据，并负责纠正错误。会话控制和远程过程调用均属于这一层的功能。但应注意，此层检查的错误不是通信介质的错误，而是磁盘空间、打印机缺纸等类型的高级错误。

这一层也可以称为会晤层或对话层，在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制。如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

　　会话层提供的服务可使应用建立和维持会话，并能使会话获得同步。会话层使用校验点可使通信会话在通信失效时从校验点继续恢复通信。这种能力对于传送大的文件极为重要。会话层,表示层,应用层构成开放系统的高3层，面对应用进程提供分布处理，对话管理,信息表示,恢复最后的差错等.　会话层同样要担负应用进程服务要求，而运输层不能完成的那部分工作,给运输层功能差距以弥补.主要的功能是对话管理，数据流同步和重新同步。要完成这些功能,需要由大量的服务单元功能组合,已经制定的功能单元已有几十种.现将会话层主要功能介绍如下.

　　为会话实体间建立连接。为给两个对等会话服务用户建立一个会话连接,应该做如下几项工作：

　　将会话地址映射为运输地址

　　选择需要的运输服务质量参数(QOS)

　　对会话参数进行协商

　　识别各个会话连接

　　传送有限的透明用户数据

　　数据传输阶段

　　这个阶段是在两个会话用户之间实现有组织的,同步的数据传输.用户数据单元为SSDU,而协议数据单元为SPDU.会话用户之间的数据传送过程是将SSDU转变成SPDU进行的.

　　连接释放

　　连接释放是通过"有序释放","废弃"，"有限量透明用户数据传送"等功能单元来释放会话连接的.会话层标准为了使会话连接建立阶段能进行功能协商，也为了便于其它国际标准参考和引用,定义了12种功能单元.各个系统可根据自身情况和需要，以核心功能服务单元为基础,选配其他功能单元组成合理的会话服务子集.会话层的主要标准有"DIS8236:会话服务定义"和"DIS8237:会话协议规范".

### 表示层

表示层（Presentation Layer）是OSI模型的第六层，它对来自应用层的命令和数据进行解释，对各种语法赋予相应的含义，并按照一定的格式传送给会话层。其主要功能是“处理用户信息的表示问题，如编码、数据格式转换和加密解密”等。表示层的具体功能如下：

数据格式处理：协商和建立数据交换的格式，解决各应用程序之间在数据格式表示上的差异。

数据的编码：处理字符集和数字的转换。例如由于用户程序中的数据类型（整型或实型、有符号或无符号等）、用户标识等都可以有不同的表示方式，因此，在设备之间需要具有在不同字符集或格式之间转换的功能。

压缩和解压缩：为了减少数据的传输量，这一层还负责数据的压缩与恢复。

数据的加密和解密：可以提高网络的安全性。

### 应用层

应用层（Application Layer）是OSI参考模型的最高层，它是计算机用户，以及各种应用程序和网络之间的接口，其功能是直接向用户提供服务，完成用户希望在网络上完成的各种工作。它在其他6层工作的基础上，负责完成网络中应用程序与网络操作系统之间的联系，建立与结束使用者之间的联系，并完成网络用户提出的各种网络服务及应用所需的监督、管理和服务等各种协议。此外，该层还负责协调各个应用程序间的工作。

应用层为用户提供的服务和协议有：文件服务、目录服务、文件传输服务（FTP）、远程登录服务（Telnet）、电子邮件服务（E-mail）、打印服务、安全服务、网络管理服务、数据库服务等。上述的各种网络服务由该层的不同应用协议和程序完成，不同的网络操作系统之间在功能、界面、实现技术、对硬件的支持、安全可靠性以及具有的各种应用程序接口等各个方面的差异是很大的。应用层的主要功能如下：

用户接口：应用层是用户与网络，以及应用程序与网络间的直接接口，使得用户能够与网络进行交互式联系。

实现各种服务：该层具有的各种应用程序可以完成和实现用户请求的各种服务。

### OSI7层模型的小结

由于OSI是一个理想的模型，因此一般网络系统只涉及其中的几层，很少有系统能够具有所有的7层，并完全遵循它的规定。

在7层模型中，每一层都提供一个特殊的网络功能。从网络功能的角度观察：下面4层（物理层、数据链路层、网络层和传输层）主要提供数据传输和交换功能，即以节点到节点之间的通信为主；第4层作为上下两部分的桥梁，是整个网络体系结构中最关键的部分；而上3层（会话层、表示层和应用层）则以提供用户与应用程序之间的信息和数据处理功能为主。简言之，下4层主要完成通信子网的功能，上3层主要完成资源子网的功能。

这个模型是一个重点，我们按物理和逻辑特性，把它划分一下，

物理层：通过最底层的线缆传输设备间的bit流

数据链路层：物理层的传输是不可靠的，封帧后传输，就可靠了

网络层：使异构网络能够互联，

这三层通常被称为点到点连接，无论是通过mac地址寻找目标的数据链路层，还是通过ip寻找目标的网络层，都只能找到具体目标，就是两个设备是直连的，

传输层：设备上的进程间相互通信，设备间是透明的，所以属于端到端

会话层：和传输层比较类似，但可以处理

表示层：数据压缩和翻译一类的功能

应用层：不同系统，不同进程之间的通信

第五层：会话层(Session layer)

第六层：表示层(Presentation layer)

　　　这一层主要解决用户信息的语法表示问题。它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法，转换为适合于OSI系统内部使用的传送语法。即提供格式化的表示和转换数据服务。数据的压缩和解压缩， 加密和解密等工作都由表示层负责。例如图像格式的显示，就是由位于表示层的协议来支持。

第七层：应用层(Application layer)

　　　应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。

　　应用层协议的代表包括：Telnet、FTP、HTTP、SNMP等。

　　通过 OSI 层，信息可以从一台计算机的软件应用程序传输到另一台的应用程序上。例如，计算机 A 上的应用程序要将信息发送到计算机 B 的应用程序，则计算机 A 中的应用程序需要将信息先发送到其应用层（第七层），然后此层将信息发送到表示层（第六层），表示层将数据转送到会话层（第五层），如此继续，直至物理层（第一层）。在物理层，数据被放置在物理网络媒介中并被发送至计算机 B 。计算机 B 的物理层接收来自物理媒介的数据，然后将信息向上发送至数据链路层（第二层），数据链路层再转送给网络层，依次继续直到信息到达计算机 B 的应用层。最后，计算机 B 的应用层再将信息传送给应用程序接收端，从而完成通信过程。下面图示说明了这一过程。

　　OSI 的七层运用各种各样的控制信息来和其他计算机系统的对应层进行通信。这些控制信息包含特殊的请求和说明，它们在对应的 OSI 层间进行交换。每一层数据的头和尾是两个携带控制信息的基本形式。

　　对于从上一层传送下来的数据，附加在前面的控制信息称为头，附加在后面的控制信息称为尾。然而，在对来自上一层数据增加协议头和协议尾，对一个 OSI 层来说并不是必需的。

　　当数据在各层间传送时，每一层都可以在数据上增加头和尾，而这些数据已经包含了上一层增加的头和尾。协议头包含了有关层与层间的通信信息。头、尾以及数据是相关联的概念，它们取决于分析信息单元的协议层。例如，传输层头包含了只有传输层可以看到的信息，传输层下面的其他层只将此头作为数据的一部分传递。对于网络层，一个信息单元由第三层的头和数据组成。对于数据链路层，经网络层向下传递的所有信息即第三层头和数据都被看作是数据。换句话说，在给定的某一 OSI 层，信息单元的数据部分包含来自于所有上层的头和尾以及数据，这称之为封装。

　　例如，如果计算机 A 要将应用程序中的某数据发送至计算机 B ，数据首先传送至应用层。 计算机 A 的应用层通过在数据上添加协议头来和计算机 B 的应用层通信。所形成的信息单元包含协议头、数据、可能还有协议尾，被发送至表示层，表示层再添加为计算机 B 的表示层所理解的控制信息的协议头。信息单元的大小随着每一层协议头和协议尾的添加而增加，这些协议头和协议尾包含了计算机 B 的对应层要使用的控制信息。在物理层，整个信息单元通过网络介质传输。

　　计算机 B 中的物理层收到信息单元并将其传送至数据链路层；然后 B 中的数据链路层读取计算机 A 的数据链路层添加的协议头中的控制信息；然后去除协议头和协议尾，剩余部分被传送至网络层。每一层执行相同的动作：从对应层读取协议头和协议尾，并去除，再将剩余信息发送至上一层。应用层执行完这些动作后，数据就被传送至计算机 B 中的应用程序，这些数据和计算机 A 的应用程序所发送的完全相同 。

　　一个 OSI 层与另一层之间的通信是利用第二层提供的服务完成的。相邻层提供的服务帮助一 OSI 层与另一计算机系统的对应层进行通信。一个 OSI 模型的特定层通常是与另外三个 OSI 层联系：与之直接相邻的上一层和下一层，还有目标联网计算机系统的对应层。例如，计算机 A 的数据链路层应与其网络层，物理层以及计算机 B 的数据链路层进行通信。

四、 OSI分层的优点

1）人们可以很容易的讨论和学习协议的规范细节。

　　（2）层间的标准接口方便了工程模块化。

　　（3）创建了一个更好的互连环境。

　　（4）降低了复杂度，使程序更容易修改，产品开发的速度更快。

　　（5）每层利用紧邻的下层服务，更容易记住个层的功能。

　　OSI是一个定义良好的协议规范集，并有许多可选部分完成类似的任务。

　　它定义了开放系统的层次结构、层次之间的相互关系以及各层所包括的可能的任务。是作为一个框架来协调和组织各层所提供的服务。

　　OSI参考模型并没有提供一个可以实现的方法，而是描述了一些概念，用来协调进程间通信标准的制定。即OSI参考模型并不是一个标准，而是一个在制定标准时所使用的概念性框架。

五、 OSI模型与TCP/IP模型的比较

TCP/IP模型实际上是OSI模型的一个浓缩版本，它只有四个层次：

　　1.应用层

　　2.运输层

　　3.网际层

　　4.网络接口层

　　与OSI功能相比：

　　应用层对应着OSI的 应用层 表示层 会话层

　　运输层对应着OSI的传输层

　　网际层对应着OSI的网络层

网络接口层对应着OSI的数据链路层和物理层

注：参考材料《OSI七层基础知识》《OSI七层全解析》

端到端与点到点的区别

点到点是物理拓扑，如光纤，就必须是点到点连接，DDN专线也是，即两头各一个机器中间不能有机器。

点到点是网络层的，你传输层只认为我的数据是从a直接到e的，但实际不是这样的，打个比方，传输层好象领导，他发布命令：要干什么什么事，但真正干的不是他，真正干的是员工，也许领导认为很简单一句话就可以干好的事，在员工眼里却是难于登天，手续极其烦琐，所以传输层是发布命令的领导，他说的是命令，也就是最终的目的，所以他只看到最初的地址和最终的地址，既一个任务的两个端点，网络层就相当于员工，领导的任务我要一步一步的作完，先从a到b,在从b到c...,所以他看到的只是整个任务的一个阶段，a到b,b到c...这就是点到点。

端到端是网络连接。网络要通信，必须建立连接，不管有多远，中间有多少机器，都必须在两头（源和目的）间建立连接，一旦连接建立起来，就说已经是端到端连接了，即端到端是逻辑链路，这条路可能经过了很复杂的物理路线，但两端主机不管，只认为是有两端的连接，而且一旦通信完成，这个连接就释放了，物理线路可能又被别的应用用来建立连接了。TCP就是用来建立这种端到端连接的一个具体协议，SPX也是。

端到端是传输层的，你比如你要将数据从A传送到E，中间可能经过A->B->C->D->E,对于传输层来说他并不知道b,c,d的存在，他只认为我的报文数据是从a直接到e的，这就叫做端到端。

总之，一句话概括就是端到端是由无数的点到点实现和组成的。

------------------------------------------------------------------------------------------

端到端与点到点是针对网络中传输的两端设备间的关系而言的。端到端传输指的是在数据传输前，经过各种各样的交换设备，在两端设备问建立一条链路，就象它们是直接相连的一样，链路建立后，发送端就可以发送数据，直至数据发送完毕，接收端确认接收成功。点到点系统指的是发送端把数据传给与它直接相连的设备，这台设备在合适的时候又把数据传给与之直接相连的下一台设备，通过一台一台直接相连的设备，把数据传到接收端。

　　端到端传输的优点是链路建立后，发送端知道接收设备一定能收到，而且经过中间交换设备时不需要进行存储转发，因此传输延迟小。端到端传输的缺点是直到接收端收到数据为止，发送端的设备一直要参与传输。如果整个传输的延迟很长，那么对发送端的设备造成很大的浪费。端到端传输的另．一个缺点是如果接收设备关机或故障，那么端到端传输不可能实现。

　　点到点传输的优点是发送端设备送出数据后，它的任务已经完成，不需要参与整个传输过程，这样不会浪费发送端设备的资源。另外，即使接收端设备关机或故障，点到点传输也可以采用存储转发技术进行缓冲。点到点传输的缺点是发送端发出数据后，不知道接收端能否收到或何时能收到数据。

在一个网络系统的不同分层中，可能用到端到端传输，也可能用到点到点传输。如Internet网，IP及以下各层采用点到点传输，4层以上采用端到端传输。

/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

什么是端到端通信？

答：要深刻了解端到端通信，就首先要对网络的协议层有个了解。

网络协议最低端的三个层是物理层，数据链路层和网络层。他们都不是端到端的，因为他们相互连接的节点是路由器，是通过路由器将数据传向目的地的。而到了传输层才是真正的端到端，因为在这一层以及这一层以上的数据，是直接由终端1传到终端2的。在达到终端2之前，数据是不会被读写的。传输层的通信是进程通信。

什么是点到点通信？

答：点到点通信主要是在传输协议层上和端到端有区别。端到端是在4层以上数据传输的形式。而在1-2-3即物理层，数据链路层和网络层是点到点的通信。因此可以这样理解，端到端通信是由底层的点到点通信实现的。打个比方两个终端通信（服务器和终端或终端和终端）有很多数据想通过一个网络拓扑传输，合格网络中有很多节点，那么数据在这些节点中的通信就是点到点，或是点到多点的通信，这里是点到点通信。可见端到端通信是由点到点通信实现的。

## 四、数据传输的封装和解封

以TCP/IP五层结构为基础研究数据传输的“真相”

### 数据的封装

1、应用层传输过程：在应用层，数据从被人们熟知的文字，声音，视频和图片等数据被翻译成计算机网络世界的语言——二进制编码数据。这是应用层在网络传输过程中最核心的贡献。

2、传输层传输过程：在传输层上层数据被分割成小的数据段，并为每个数据段封装TCP报文头部，TCP报文头部中有一个关键的字段信息：端口号，用于识别上层使用的协议或应用程序。

为什么传输层要将上层数据分段？ 一张高清晰的图片转化成二进制数据后可能会有几百万位，如此庞大的数据一次性传输的话，如果网络出现问题导致数据出错就要重传。数据量过大就会加大出错的概率。最终可能会导致网络资源的耗尽。因此，将数据分成小段传输，一旦出错只需要重新传输出错的那一小段数据即可。

3、网络层传输过程：在网络层上层数据被封装上新的报文头部——IP包头。这里的“上层数据”包括上层的TCP头部。网络层看不懂TCP头部，对于网络层而言，无论是应用层的数据还是TCP头部，都属于上层数据。

IP包头中有个关键字段IP地址，用于标识网络地址。IP、包头中封装了源IP和目的IP。

4、数据链路层的传输过程：在数据链路层上层数据被封装一个MAC头部，包括目的MAC和源MAC地址

5、物理层传输过程：无论在哪一层封装了什么头部，数据都是二进制数字组成的，物理层的作用是将这些二进制数字组成的比特流转化成电信号在网络中传输。

### 数据的解封装：

1、物理层：将电信号转化成二进制数据。并送至数据链路层

2、数据链路层：查看目的MAC与自己的MAC是否相同，若果相同则拆掉MAC头部，将剩余数据送至上一层。若不同，对于终端设备来说会将数据丢弃。

3、网络层：与数据链路层类似，查看目的IP地址与自己IP是否相同，，从而确定是否将数据拆掉IP头部将剩余数据送往上一层或丢弃。

4、传输层：根据TCP头部判断数据段该送往那个应用层协议或者应用程序，然后将之前被分组的数据段进行重组再送往应用层。

5、应用层：在应用层，这些二进制诗句将经历复杂的解码过程，以还原发送者传输的最原始的信息。

数据传输相关的一些基本概念

1、PDU（协议数据单元，Protocol Data Unit）

对于网络模型来说，每一层都是通过数据协议单元来实现的。

在TCP/IP五层模型中。来自应用层的数据被分为小段并添加TCP头部后，这个单元称为段（segment），数据段传到网络层被封装IP头部后的数据被称为数据包（packet），数据包继续向下传输到数据链路层，被封装MAC头部，称为数据帧（frame）;最后帧传输到物理层，帧数据变为比特（bits）流，比特流通过物理介质传送出去。

传输介质：最常见的为双绞线

T568A线序：白绿、绿、白橙、蓝、白蓝。橙、白棕、棕

T568B线序：白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、 白棕、棕

1、3、2、6线交换

网线类型

标准网线：（又称直通线、平行线、straight-throught）就是RJ—45两端同时采用T568A或者T568B线序的接法。

交叉网线：（cross-over）就是一端采用T568A的线序，另一端采用T568B的线序。

一般同种设备同交叉网线，不同种设备用直通网线。但现在很多设备上都有级联端口，使用交叉线和直通线都可以。

全反线：（Rolled）不用于以太网的连接，主要用于主机的串口和路由器（或交换机）的console口的连接。他的线序一端是1~8，另一端则是8~1，全部返过来，因此称为全反线。