

第3章 计算机网络体系结构



摘要

本章阐述 OSI 参考模型网络互连的七层框架, 详细介绍物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层的功能及实现开放系统环境中的互连性、互操作性和应用的可移植性。介绍了 TCP/IP 参考模型及其层次结构, 比较说明 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的异同。



学习目标

- 理解网络体系结构及协议的概念;
- 掌握网络体系结构的特点;
- 掌握 OSI 参考模型各层的功能;
- 掌握 TCP/IP 参考模型及 TCP/IP 的层次结构;
- 理解计算机网络协议分层的体系结构;
- 了解 OSI 层次结构模型中数据的实际传送过程。

3.1 网络体系结构及协议的概念

3.1.1 计算机网络协议

联入网络的计算机类型可以各不相同, 各自使用的操作系统和应用软件也不尽相同, 为了保持彼此之间实现信息交换和资源共享, 它们必须具有共同的语言, 交流什么、怎样交流及何时交流都必须遵行某种互相都能够接受的规则。这个共同的约定, 我们称为协议。计算机网络协议是有关计算机网络通信的一整套规则, 是为完成计算机网络通信而制定的规则、约定和标准。

在计算机网络中, 两个相互通信的实体处在不同的地理位置, 它们的两个进程相互通信, 需要通过交换信息来协调它们的动作并达到同步, 而信息的交换必须按照预先共同约定好的过程来进行。计算机网络协议就是通信中的计算机间对速率、传输代码、代码结构、传输控制步骤、出错控制等方面必须共同遵守的一个共同的约定。

一个网络协议至少包括三要素:

- (1) 语法: 用来规定信息格式、数据及控制信息的格式、编码及信号电平等。
- (2) 语义: 用来说明通信双方应当怎么做, 用于协调与差错处理的控制信息。
- (3) 定时: 定义了何时进行通信、先讲什么、后讲什么、讲话的速度等。

计算机网络协议确定交换数据格式及有关的同步问题。目前, 全球最大的网络是 Internet,

它所采用的网络协议是 TCP/IP 协议。它是因特网的核心技术。计算机网络协议采用的是层次结构。

3.1.2 分层的体系结构

计算机网络系统是一个非常复杂的系统。将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统，这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段。分层就是系统分解的最好方法之一。分层能够使层次清晰，可扩展性能、增强稳定性。采用层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。

3.1.3 网络的体系结构及其划分所遵循的原则

所谓网络的体系结构就是计算机网络各层次及其协议的集合。各层之间是互相独立的，这种结构灵活性好。由于结构上分割开，各层可以采用各自最合适的技术来实现，易于实现和维护。层次结构一般以垂直分层模型来表示。

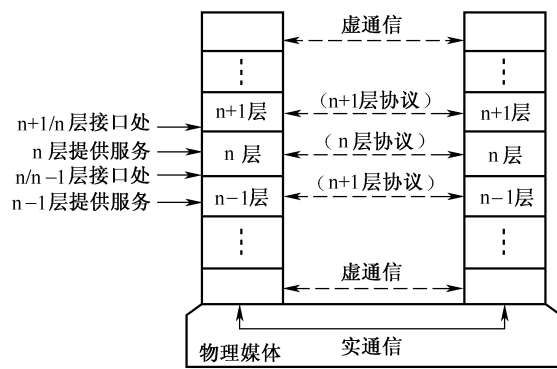


图 3-1 分层的通信层次结构

如图 3-1 所示为层次结构各层的通信过程：层次结构除了在物理媒体上进行的是实通信之外，其余各对等实体间进行的都是虚通信。 n 层的虚通信是通过 $n/n-1$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务及其通信来实现的。对等层的虚通信必须遵循该层的协议。

3.1.4 网络的体系结构的特点

网络的体系结构的特点如下：

- (1) 以功能作为划分层次的基础。
- (2) 第 n 层的实体在实现自身定义的功能时，只能使用第 $n-1$ 层提供的服务。
- (3) 第 n 层在向第 $n+1$ 层提供服务时，此服务不仅包含第 n 层本身的功能，还包含由下层服务提供的功能。
- (4) 仅在相邻层间有接口，且所提供服务的实现细节对上一层完全屏蔽。

网络体系结构的分层原则必须遵循相应的规则：依据逻辑功能的需要来划分网络层次，每一层实现一个定义明确的功能集合有一个不同等级的抽象时，应设立一个相应的层次，尽量做到相邻层间接口清晰，选择层间边界时，应该尽量使通过该界面的信息流量最少。做到结构清晰，有利于理解和学习。

划分层次可以更好管理网络环境，为了更好地进行交流和学习，就有必要制定一个标准，

一个通用的国际标准。国际标准化组织规定的 OSI 参考模型就是目前最为普及和认可的网络结构划分，下面就来详细介绍 OSI 参考模型及其各层的功能。

3.1.5 网络结构分层的优点

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。总结分层的优点有：

- (1) 人们可以很容易地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，更容易记住各个层的功能。

3.2 ISO/OSI 参考模型

在制定计算机网络标准方面，起着重大作用的两大国际组织是：国际电报与电话咨询委员会 (CCITT) 和国际标准化组织 (ISO)，虽然他们的工作领域不同，但随着科学技术的发展，通信与信息处理之间的界限开始变得模糊，这也成了 CCITT 和 ISO 共同关心的领域。1983 年，ISO 发布了著名的 ISO/IEC 7498 标准，它定义了网络互连的 7 层框架，也就是开放式系统互连参考模型。开放式通信系统互联参考模型 (Open System Interconnection Reference Model, OSI 模型) 是国际标准化组织提出的可以使各种计算机在世界范围内互连为网络的标准框架，以下简称 OSI。

OSI 定义了网络互连的 7 层框架，也就是开放式系统互连参考模型。模型从低到高分别为：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层，如表 3-1 所示。OSI 参考模型的每一层都定义了所实现的功能及完成的特定的通信任务，并且只与相邻的上层和下层进行数据的交换。

表 3-1 七层模型

七层模型	
7 应用层	Application Layer
6 表示层	Presentation Layer
5 会话层	Session Layer
4 传输层	Transport Layer
3 网络层	Network Layer
2 数据链路层	Data Link Layer
1 物理层	Physical Layer

物理层是整个 OSI 参考模型的最低层，任务就是为它的上一层提供一个物理连接，以及它们的机械、电气、功能和规程特性。

数据链路建立在物理传输能力的基础上，它以帧为单位传输数据，数据链路层负责在两个相邻节点间的线路上无差错地传送以帧为单位的数据。

网络层主要解决网际的通信问题。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换节点，确保数据及时传送。

传输层用于提高网络层服务质量，负责提供可靠的端到端的数据传输。

会话层也可以称为会晤层或对话层，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。

表示层主要解决拥护信息的语法表示问题。主要功能有：数据语法转换、语法表示、表示连接管理、数据加密和数据压缩。

应用层是 OSI 参考模型的最高层，它解决程序应用过程中的问题，直接面对用户的具体应用。

OSI 描述了网络硬件和软件如何以层的方式协同工作进行网络通信。OSI 标准定制过程中所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。

OSI 参考模型定义了开放系统的层次结构、层次之间的相互关系及各层所包含的可能的服务。它是作为一个框架来协调和组织各层协议的制定，也是对网络内部结构最精练的概括与描述。在 OSI 中采用了三级抽象：体系结构、服务定义、协议规定说明。

OSI 的服务定义详细说明了各层所提供的服务。某一层的服务就是该层及其下各层的一种能力，它通过接口提供给更高的上一层。每一层所提供的服务与这些服务怎么实现是无关的。而且，各种服务定义还定义了层与层之间的接口和各层所使用的原语，但是不涉及接口是怎么实现的。主要用来协调进程间通信标准的制定。在 OSI 范围内，只有在各种协议可以被实现且各种产品只有和 OSI 协议相一致时才能互连。可以这样说，OSI 参考模型并不是一个标准，而只是一个在制定标准时所使用的概念性的框架。

OSI 标准中的各种协议精确定义了应当发送什么样的控制信息，以及应当用什么样的过程来解释这个控制信息。协议的规程说明具有最严格的约束。OSI 参考模型的每一层都有它自己必须实现的一系列功能，以保证数据包能从源节点传输到目的节点。下面介绍 OSI 参考模型各层的功能。

3.2.1 物理层

物理层是 OSI 的第一层，它虽然处于最底层，但可以为它的上一层提供一个物理连接，是整个开放系统的基础。物理层为设备之间的数据通信提供传输媒体及互连设备，为数据传输提供可靠的环境。ISO 对 OSI 模型的物理层所作的定义为：在物理信道实体之间合理地通过中间系统，为比特传输所需的物理连接的激活、保持和去除提供机械、电气、功能和规程性的手段。

1. 媒体和互连设备

物理层以比特流的方式传送来自数据链路层的数据，它不去理会数据的含义或格式。同样，它接收数据后直接传给数据链路层。也就是说，物理层只能看见 0 和 1，它没有一种机制用于确定自己所处理的比特流的具体意义，而只与数据通信的机械或电气特性有关。为确保待传输的比特流能在物理信道上传输，物理层协议规定了建立、维持及断开物理信道所需的机械、电气、功能和规程特性。物理层的媒体包括架空明线、平衡电缆、光纤、无线信道、通信用的互连设备等。通信用的互连设备指 DTE 和 DCE 间的互连设备。DTE 既称数据终端设备，又称物理设备，如计算机、终端等都包括在内。而 DCE 则是数据通信设备或电路连接设备，如调制解调器等。数据传输通常是经过先 DTE—DCE，再 DCE—DTE 的路径。DTE—DCE 接口如图 3-2 所示。互连设备指将 DTE 和 DCE 连接起来的装置，如各种插头、插座。LAN 中的各

种粗、细同轴电缆，T型接、插头，接收器，发送器，中继器等都属于物理层的媒体和连接器。



图 3-2 DTE-DCE 接口框图

物理层的比特流传输可以采用异步传输，也可以采用同步传输完成。物理层接口协议实际上是 DTE 和 DCE 或其他通信设备之间的一组约定，主要解决网络节点与物理信道如何连接的问题。物理层协议规定了标准接口的机械连接特性、电气信号特性、信号功能特性及交换电路的规程特性，这样做的主要目的是便于不同的制造厂家能够根据公认的标准各自独立地制造设备。使各个厂家的产品都能够相互兼容。下面我们来介绍物理接口的 4 个特性。

2. 物理接口的 4 个特性

物理层的主要任务就是确定与传输媒体相连的接口的机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。

(1) 机械特性。

物理层的机械特性规定了物理连接时所使用的可接插连接器的形状和尺寸、插针或插孔芯数及排列方式、锁定装置形式等。

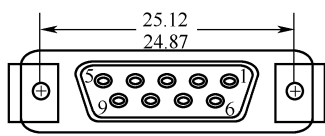


图 3-3 常用连接机械特性

如图 3-3 所示为常用的连接机械特性。一般来说，DTE 的连接器常用插针形式，其几何尺寸与 DCE 连接器相配合，插针芯数和排列方式与 DCE 连接器成镜像方式对称。

(2) 电气特性。

电气特性规定了在物理连接上的导线的电气连接及有关的电路特性，一般包括：接收器和发送器电路特性的说明、表示信号状态的电压/电流电平的识别、最大传输速率的说明以及与互连电缆相关的规则等。物理层的电气特性还规定了 DTE—DCE 接口线的信号电平、发送器的输出阻抗、接收器的输入阻抗等电器参数，如图 3-4 所示为电器的几种连接方式。

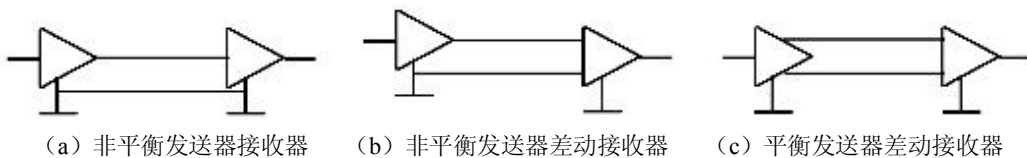


图 3-4 电器连接方式

(3) 功能特性。

物理层的功能特性规定了物理接口上各条信号线的功能分配和确切定义。物理接口信号线一般分为：数据线、控制线、定时线和地线。

(4) 规程特性。

物理层的规程特性规定了信号线进行二进制比特流传输的一组操作过程，包括各信号线的工作规则和时序。

3. 物理层的主要功能

(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的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。

4. 物理层的几种重要标准

物理层的一些标准和协议早在 OSI/TC97/C16 分技术委员会成立之前就已制定并应用了，OSI 也制定了一些标准并采用了一些已有的成果。下面介绍几种重要标准：

(1) ISO2110：称为“数据通信—25 芯 DTE/DCE 接口连接器和插针分配”，它与 EIA（美国电子工业协会）的“RS-232-C”基本兼容。

(2) ISO2593：称为“数据通信—34 芯 DTE/DCE—接口连接器和插针分配”。

(3) ISO4092：称为“数据通信—37 芯 DTE/DEC—接口连接器和插针分配”，与 EIARS-449 兼容。

(4) CCITT V.24：称为“数据终端设备（DTE）和数据电路终接设备之间的接口电路定义表”，其功能与 EIARS-232-C 及 RS-449 兼容于 100 系列接口电路标准。

3.2.2 数据链路层

数据链路层是 OSI 模型的第二层，负责通过物理层从一台计算机到另一台计算机无差错地传输数据帧，允许网络层通过网络连接进行虚拟无差错地传输。数据链路可以理解为数据通道。物理层要为终端设备间的数据通信提供传输媒体及其连接。数据链路层的最基本功能是向该层用户提供透明的和可靠的数据传送基本服务。媒体是长期的，连接是有生存周期的。在连接生存周期内，收发两端可以进行不等的一次或多次数据通信。每次通信都要经过建立通信联络和拆除通信联络两过程。这种建立起来的数据收发关系称为数据链路。数据链路层的流量控制和差错校验功能将不可靠的物理链路变成可靠的数据链路，为网络层提供传送数据的功能和过程。物理媒体上传输的数据难免受到各种不可靠因素的影响而产生差错，为了弥补物理层上的不足，为上层提供无差错的数据传输，就要能对数据进行检错和纠错。数据链路的建立与拆除、对数据的检错和纠错是数据链路层的基本任务。数据链路层的通信规程主要有两类：面向字符的通信规程和面向比特的通信规程。

数据链路层是对物理层传输原始比特流的功能的加强，将物理层提供的可能出错的物理连接改造成为逻辑上无差错的数据链路，使之对网络层表现为一无差错的线路，数据链路层将本质上不可靠的传输媒体变成可靠的传输通路并提供给网络层。在 IEEE 802.3 情况下，数据链路层分成了两个子层：一个是逻辑链路控制；另一个是媒体访问控制。

③ 帧的定界。引入帧后，数据链路层必须提供关于帧边界的识别功能，即帧定界（frame boundary）。帧定界就是标识帧的开始与结束。顺序控制即对帧的收发顺序的控制。

(2) 链路连接的建立、拆除、分离。

链路管理功能主要用于面向连接的服务。在链路两端的节点要进行通信前，必须首先确认对方已处于就绪状态，并交换一些必要的信息以对帧序号初始化，然后才能建立连接。在传输过程中则要维持该连接。如果出现差错，需要重新初始化并自动建立连接。传输完毕后则要释放连接。数据链路层连接的建立、维持和释放就称作链路管理。

(3) 差错检测和恢复。

差错控制的主要作用是通过发现数据传输中的错误，以便采取相应的措施减少数据重传。常见检错码有：

1) 奇偶校验码。奇偶校验的规则是在原数据位后附加一个校验位，将其值置为“0”或“1”，使附加该位后的整个数据码中“1”的个数成为奇数或偶数。使用奇数个“1”进行校验的方案被称为奇校验；使用偶数个“1”的校验方案被称为偶校验。奇偶校验有三种使用方式，即水平奇偶校验、垂直奇偶校验和水平垂直奇偶校验。

2) 水平垂直奇偶校验。

3) 循环冗余校验码 CRC。帧丢失用序号检测，各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。用以使发送方确认接收方是否正确收到了由它发送的数据信息的方法称为反馈差错控制。通常采用反馈检测和自动重发请求（ARQ）两种基本方法来实现。

① 反馈检测法。反馈检测法也称回送校验法或“回声”法，主要用于面向字符的异步传输，如终端与远程计算机间的通信。这是一种无须使用任何特殊代码的差错检测法。双方进行数据传输时，接收方将接收到的数据（可以是一个字符，也可以是一个帧）重新发回发送方，由发送方检查是否与原始数据完全相符。若不相符，则发送方发送一个控制字符（如 DEL）来通知接收方删去出错的数据，并重新发送该数据；若相符，则发送下一个数据。

反馈检测法原理简单、实现容易，也有较高的可靠性。但每个数据均被传输两次，信道利用率很低。这种差错控制方法一般用于面向字符的异步传输，因为这种场合下的信道效率并不是主要矛盾。

② 自动重发请求法（ARQ 法）。发送方将要发送的数据帧附加一定的冗余检错码一并发送，接收方则根据检错码对数据帧进行差错检测，若发现错误，就返回请求重发的应答，发送方收到请求重发的应答后，便重新传送该数据帧。这种差错控制方法就称为自动重发请求法（Automatic Repeat reQuest, ARQ）。

(4) 流量控制。

在数据链路层只有差错控制机制还是不够的，其不能解决因发送方和接收方速率不匹配所造成的帧丢失。为此，在数据链路层引入了流量控制机制。流量控制的作用就是使发送方所发出的数据流量不要超过接收方所能接收的速率。流量控制的关键是需要有一种信息反馈机制，使发送方能了解接收方是否具备足够的接收及处理能力。存在各种不同的流量控制机制。如上面所提到的简单停等协议就可以实现流量控制功能，但其实现效率太低。下面所介绍的滑动窗口协议则可以将确认机制与流量控制机制巧妙地结合在一起。

滑动窗口协议是指一种采用滑动窗口机制进行流量控制的方法。通过限制已经发送但还未得到确认的数据帧的数量，滑动窗口协议可以调整发送方的发送速度，如图 3-6 所示。

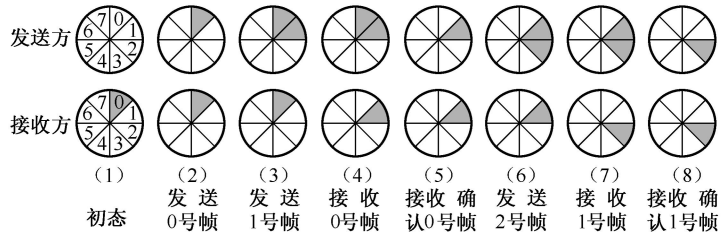


图 3-6 滑动窗口协议工作原理

①初始态，发送方没有帧发出，发送窗口前后沿相重合。接收方 0 号窗口打开，表示等待接收 0 号帧；

②发送方已发送 0 号，此时发送方打开 0 号窗口，表示已发出 0 帧但尚未确认返回信息。此时接收窗口状态同前，仍等待接收 0 号帧；

③发送方在未收到 0 号帧的确认返回信息前，继续发送 1 号帧。此时，1 号窗口打开，表示 1 号帧也在等待确认之列。至此，发送方打开的窗口数已达规定限度，在未收到新的确认返回帧之前，发送方将暂停发送新的数据帧。接收窗口此时状态仍未变；

④接收方已收到 0 号帧，0 号窗口关闭，1 号窗口打开，表示准备接收 1 号帧。此时发送窗口状态不变；

⑤发送方收到接收方发来的 0 号帧确认返回信息，关闭 0 号窗口，表示从重发表中删除 0 号帧。此时接收窗口状态仍不变；

⑥发送方继续发送 2 号帧，2 号窗口打开，表示 2 号帧也纳入待确认之列。至此，发送方打开的窗口又已达规定限度，在未收到新的确认返回帧之前，发送方将暂停发送新的数据帧，此时接收窗口状态仍不变；

⑦接收方已收到 1 号帧，1 号窗口关闭，2 号窗口打开，表示准备接收 2 号帧。此时发送窗口状态不变；

⑧发送方收到接收方发来的 1 号帧收毕的确认信息，关闭 1 号窗口，表示从重发表中删除 1 号帧。此时接收窗口状态仍不变。

2. 数据链路层的主要协议

数据链路层协议是为对等实体间保持一致而制定的，也为了顺利完成对网络层的服务。主要协议如下：

(1) ISO1745-1975：称为“数据通信系统的基本型控制规程”，这是一种面向字符的标准，利用 10 个控制字符完成链路的建立、拆除及数据交换。对帧的收发情况及差错恢复也是靠这些字符来完成。ISO1155、ISO1177、ISO2626、ISO2629 等标准的配合使用，可形成多种链路控制和数据传输方式。

(2) ISO3309-1984：称为“HDLC 帧结构”，ISO4335-1984：称为“HDLC 规程要素”，ISO7809-1984：称为“HDLC 规程类型汇编”，这 3 个标准都是为面向比特的数据传输控制而制定的。有人习惯上把这 3 个标准组合称为高级链路控制规程。

(3) ISO7776：称为“DTE 数据链路层规程”，与 CCITT X.25LAB “平衡型链路访问规程”相兼容。

3.2.3 网络层

网络层的目的是实现两个端系统之间的数据透明传送，具体功能包括寻址和路由选择，

连接的建立、保持和终止等。它提供的服务使传输层不需要了解网络中的数据传输和交换技术。

网络层为一个网络连接的两个传送实体间交换网络服务数据单元提供功能和规程的方法，它使传送实体独立于路由选择和交换方式。网络层的任务是把源计算机发出的信息分组经过适当的路径传送到目的计算机，从源端到目的端可能要经过若干中间节点。网络层是处理端到端传输的最低层，如图 3-7 所示。

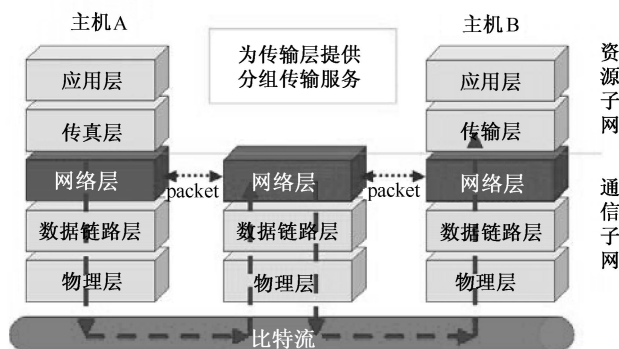


图 3-7 处理端到端传输的网络层

网络层的产生也是网络发展的结果，在联机系统和线路交换的环境中，网络层的功能没有太大意义。当数据终端增多时，它们之间有中继设备相连，此时会出现一台终端要求不只是与一台而是能和多台终端通信的情况，这就产生了把任意两台数据终端设备的数据链接起来的问题，也就是路由，或者叫寻径。另外，当一条物理信道建立之后被一对用户使用，往往有许多空闲时间被浪费掉，人们自然会希望让多对用户共用一条链路，为解决这一问题就出现了逻辑信道技术和虚拟电路技术。

1. 网络层的两种实现方式

网络层的两种实现方式为数据报和虚电路。

(1) 数据报 (datagram): 在数据报操作方式中，每个分组被称为一个数据报，若干个数据报构成一个要传送的报文或数据块。每个数据报自身携带有足够的信息，它的传送是被单独处理的。一个节点接收到一个数据报后，根据数据报中的地址信息和节点所存储的路由信息，找出一个合适的出路，把数据报原样地发送到下一个节点。

当端系统要发送一个报文时，将报文拆成若干个带有序号和地址信息的数据报，依次发给网络节点。此后，各个数据报所走的路径就可能不同了，因为各个节点随时根据网络的流量、故障等情况选择路由。由于各行其道，各数据报不能保证按顺序到达目的节点，有些数据报甚至可能在途中丢失。在整个数据报传送过程中不需要建立虚电路，但网络节点要为每个数据报做路由选择。

(2) 虚电路 (virtual circuit): 在虚电路操作方式中，为了进行数据传输，网络的源节点的目的节点之间先要建立一条逻辑通路，因为这条逻辑通路不是专用的，所以称之为“虚”电路。每个节点到其他任一节点之间可能有若干条虚电路，支持特定的两个端系统之间的数据传输，两个端系统之间也可以有多条虚电路为不同的进程服务，这些虚电路的实际路径可能相同，也可能不同。一条虚电路可能要经过多个中间节点，在节点间的各段物理信道上都要占用一条逻辑信道用以传送分组。由于各节点均独立地为通过的虚电路分配逻辑信道，即同一条虚电路

通过各段信道所获取的逻辑信道可能是不相同的，所以各节点内部必须建立一张虚电路表，用以记录该点的各条虚电路所占用的各个逻辑信号。请读者参照表 3-3 对数据报和虚电路进行比较。

表 3-3 数据报与虚电路的对比

	数据报	虚电路
连接的建立	不需要	必须有
目的站地址	每个分组都有目的站的全地址	仅在连接建立阶段使用，每个分组使用短的虚电路号
路由选择	每个分组独立选择路由	在虚电路连接建立时进行，所有分组均按同一路由
分组的顺序	到达目的站时可能不按发送顺序	总是按发送顺序到达目的站
当路由器出故障	出故障的路由器可能会丢失分组，一些路由可能会发生变化	所有通过了出故障的路由器的虚电路均不能工作
端到端的差错处理	由主机负责	由通信子网负责
端到端的流量控制	由主机负责	由通信子网负责
拥塞控制	难	如果有足够的缓冲区分配给已经建立的虚电路，则容易控制

2. 网络层的主要功能

网络层为建立网络连接和为上层提供服务，应具备以下主要服务功能：

(1) 路由选择。

通信子网源节点和目的节点提供了多条传输路径的可能性。网络节点在收到一个分组后，要确定向下一节点传送的路径，这就是路由选择。在数据报方式中，网络节点要为每个分组路由做出选择；而在虚电路方式中，只需在连接建立时确定路由。确定路由选择的策略称为路由算法。设计路由算法时要考虑诸多技术要素。首先是路由算法所基于的性能指标，一种是选择最短路由，一种是选择最优路由；其次要考虑通信子网是采用虚电路还是数据报方式；其三，是采用分布式路由算法（即每节点均为到达的分组选择下一步的路由）还是采用集中式路由算法（即由中央点或始发节点来决定整个路由）；其四，要考虑关于网络拓扑、流量和延迟等网络信息的来源；最后，确定是采用动态路由选择策略还是选择静态路由选择策略。

静态路由选择策略：静态路由选择策略不用测量也无须利用网络信息，这种策略按某种固定规则进行路由选择，其中还可分为泛射路由选择、固定路由选择和随机路由选择三种算法。

①泛射路由选择。这是一种最简单的路由算法。一个网络节点从某条线路收到一个分组后，再向除该线路外的所有线路重复发送收到分组。结果，最先到达目的节点的一个或若干个分组肯定经过了最短的路径，而且所有可能的路径都尝试过。这种方法用于诸如军事网络等对强壮性要求很高的场合。即使有的网络节点遭到破坏，只要源节点和目的节点间有一条信道存在，则泛射路由选择仍能保证数据的可靠传送。另外，这种方法也可用于将一个分组数据源传送到所有其他节点的广播式数据交换中。它还可被用来进行网络的最短路径及最短传输延迟的测试。

②固定路由选择。这是一种使用较多的简单算法。每个网络节点存储一张表格，表格中

每一项记录着对应某个目的节点的下一节点或链路。当一个分组到达某节点时,该节点只要根据分组上的地址信息,便可从固定的路由表中查出对应的目的节点及所应选择的下一节点。一般网络中都有一个网络控制中心,由它按照最佳路由算法求出每对源节点和目的节点的最佳路由,然后为每一节点构造一个固定路由表并分发给各个节点。固定路由选择法的优点是简便易行,在负载稳定、拓扑结构变化不大的网络中的运行效果很好。它的缺点是灵活性差,无法应付网络中发生的阻塞和故障。

③随机路由选择。在这种方法中,收到分组的节点在所有与之相邻的节点中,为分组随机选择出一个节点。方法虽然简单,但实际路由不是最佳路由,这会增加不必要的负担,而且分组传输延迟也不可预测,故此法应用不广。

动态路由选择策略:节点的路由选择要依靠网络当前的状态信息来决定的策略,称为动态路由选择策略。这种策略能较好地适应网络流量和拓扑结构的变化,有利于改善网络的性能。但由于算法复杂,会增加网络的负担。独立路由选择、集中路由选择和分布路由选择是三种动态路由选择策略的具体算法。

①独立路由选择。在这类路由算法中,节点不仅根据自己搜集到的有关信息做出路由选择的决定,并且与其他节点不交换路由选择信息。这种算法虽然不能正确确定距离本节点较远的路由选择,但还是能较好地适应网络流量和拓扑结构的变化。一种简单的独立路由选择算法是 Baran 在 1964 年提出的热土豆 (Hot Potato) 算法:当一个分组到来时,节点必须尽快脱手,将其放入输出队列最短的方向上排队,而不管该方向通向何方。

②集中路由选择。集中路由选择也像固定路由选择一样,在每个节点上存储一张路由表。不同的是,固定路由选择算法中的节点路由表由人工制作,而在集中路由选择算法中的节点路由表由路由控制中心 (Routing Control Center, RCC) 定时根据网络状态计算、生成并分送到各相应节点。由于 RCC 利用了整个网络的信息,所以得到的路由选择是完美的,同时也减轻了各节点计算路由选择的负担。

③分布路由选择。在采用分布路由选择算法的网络中,所有节点定期地与其每个相邻节点交换路由选择信息。每个节点均存储一张以网络中其他节点为索引的路由选择表,网络中每个节点占用表中一项。每一项又分为两个部分,一部分是所希望使用的到目的节点的输出线,另一部分是估计到目的节点所需要的延迟或距离。度量标准可以是毫秒或链路段数、等待的分组数、剩余的线路和容量等。

(2) 路由算法。

路由算法使路由协议必须高效地提供其功能,尽量减少软件和应用开销。当实现路由算法的软件必须运行在物理资源有限的计算机上时,高效尤其重要。路由算法必须健壮,即在出现不正常或不可预见事件的情况下必须仍能正常处理,例如硬件故障、高负载和不正确的实现。

理想的路由算法的一些特点:

①正确性。必须是信息快速、正确的传输。

②简单性。计算简单可以减少时延。另外,路由选择的计算不应使网络的通信量增加太多的额外开销。

③坚固性。算法应能适应通信量和网络拓扑的变化,要有自适应性。有时称这种自适应性为“健壮性”(robustness)。

④稳定性。当通信量和网络拓扑发生变化时,路由算法应收敛于一个可以接受的解,而

不应产生过多的振荡。

⑤公平性。算法应对所有用户（除对少数优先级高的用户）都是平等的。

⑥最佳性。是指以最低的费用来实现路由算法。实际上，所谓“最佳”，只能是相对于某一种特定要求下得出的较为合理的选择而已。

（3）阻塞控制。

阻塞现象是指到达通信子网中某一部分的分组数量过多，使得该部分网络来不及处理，以致引起这部分乃至整个网络性能下降的现象，严重时甚至会导致网络通信业务陷入停顿，即出现死锁现象。阻塞导致网络性能下降的表现：信息报传输延迟增加和网络吞吐量下降，如图 3-8 所示为网络吞吐量与负载的关系。

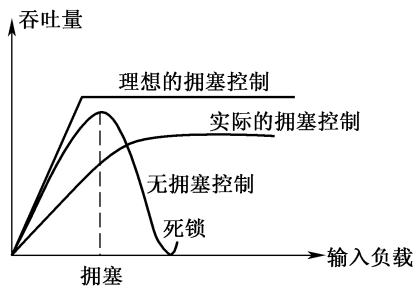


图 3-8 网络吞吐量与负载的关系

在一个出现阻塞现象的网络中，到达一个节点的分组将会遇到无缓冲区可用的情况，从而使这些分组不得不由前一节点重传，或者需要由源节点或源端系统重传。

控制阻塞产生的原因主要是防止网络因过载而引起吞吐量下降和时延增加；避免死锁；在互相竞争的各用户之间公平地分配资源。

（4）死锁及其防止。

阻塞的极端后果是死锁。死锁是网络中容易发生的故障之一，即使在网络负荷不是很重时也会发生。死锁发生时，一组节点由于没有空闲缓冲区而无法接收和转发分组，节点之间相互等待，即不能接收分组也不能转发分组，并永久保持这一状态，严重的甚至导致整个网络的瘫痪。此时，只能靠人工干预，重新启动网络解除死锁。但重新启动后并未消除引起死锁的隐患，所以可能再次发生死锁。死锁是由控制技术方面的某些缺陷所引起的，起因通常难以捉摸、难以发现，即使发现，常常不能立即修复。因此，在各层协议中都必须考虑如何避免死锁的问题。存储转发死锁及重装死锁是网络层解决死锁的常见方法。

（5）地址解析协议。

在以太网中，一个主机要和另一个主机进行直接通信，必须要知道目标主机的 MAC 地址。但这个目标 MAC 地址是如何获得的呢？它就是通过网络层的地址解析协议获得的。所谓“地址解析”就是主机在发送帧前，将目标 IP 地址转换成目标 MAC 地址的过程。ARP 协议的基本功能就是通过目标设备的 IP 地址，查询目标设备的 MAC 地址，以保证通信的顺利进行。

3. 网络层的主要标准

- （1）ISO.DIS8208：称为“DTE 用的 X.25 分组级协议”。
- （2）ISO.DIS8348：称为“CO 网络服务定义”（面向连接）。
- （3）ISO.DIS8349：称为“CL 网络服务定义”（面向无连接）。
- （4）ISO.DIS8473：称为“CL 网络协议”。

(5) ISO.DIS8348:称为"网络层寻址"。

由于面对的网络不同,网络层将会采用不同的标准组合。在具有开放特性的网络中的数据终端设备都要配置网络层的功能。现在市场上销售的网络硬设备主要有网关和路由器。网络层主要协议:网际协议(IP)、地址解析协议(ARP)、反向地址解析协议(RARP)和互联网控制报文协议(ICMP)。其中,最重要的是IP协议。

3.2.4 传输层

传输层(Transport Layer)是OSI中最重要、最关键的一层,是唯一负责总体的数据传输和数据控制的一层。传输层提供端到端的交换数据的机制。传输层对会话层等高三层提供可靠的传输服务,对网络层提供可靠的的目的站点信息。

传输层是两台计算机经过网络进行数据通信时的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,它将提高服务,以满足高层的要求;当网络层服务质量较好时,它只用很少地工作。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层之间的一层,但是是很重要的一层,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。

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、数据传送、传输连接释放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。

1. 传输层的基本功能

传输层提供了主机应用程序进程之间的端到端的服务,基本功能如下:

- (1) 分割与重组数据。
- (2) 按端口号寻址。
- (3) 连接管理。
- (4) 差错控制和流量控制。

传输层要向会话层提供通信服务的可靠性,避免报文的出错、丢失、延迟时间紊乱、重复、乱序等差错。

2. 传输层的服务类型

传输层既是OSI层模型中负责数据通信的最高层,又是面向网络通信的低三层和面向信息处理的高三层之间的中间层。该层弥补高层所要求的服务和网络层所提供的服务之间的差距,并向高层用户屏蔽通信子网的细节,使高层用户看到的只是在两个传输实体间的一条端到端的、可由用户控制和设定的、可靠的数据通路。传输层提供的服务可分为传输连接服务和数据传输服务。

(1) 传输连接服务:通常,对会话层要求的每个传输连接,传输层都要在网络层上建立相应的连接。

(2) 数据传输服务:强调提供面向连接的可靠服务,并提供流量控制、差错控制和序列控制,以实现两个终端系统间传输的报文无差错、无丢失、无重复、无乱序。

3. 传输层的主要标准

(1) ISO8073: 称为“面向连接的传输服务定义”。

(2) ISO8073: 称为“面向连接的传输协议规范”。

传输层定义了两个主要的协议: 传输控制协议 (TCP) 和用户数据报协议 (UDP)。

TCP 提供的是面向连接的可靠的传输服务; 而 UDP 提供的是无连接的不可靠的传输服务, 一般用于数据量比较小的传输。

3.2.5 会话层

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, 对传输层不能完成的那部分工作, 由会话层对传输层功能差距予以弥补。

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。

1. 会话层主要的功能

会话层的主要功能是对话管理、数据流同步和重新同步。要完成这些功能, 需要有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。

(1) 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:

- ①将会话地址映射为运输地址。
- ②选择需要的运输服务质量参数。
- ③对会话参数进行协商。
- ④识别各个会话连接。
- ⑤传送有限的透明用户数据。

(2) 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、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 SPDU 进行的。

(3) 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建立功能协商, 也为了便于其他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。

2. 会话层的主要标准

(1) DIS8236: 会话服务定义。

(2) DIS8237: 会话协议规范。

3.2.6 表示层

OSI 模型中, 表示层以下的各层主要负责数据在网络中传输时不出错。但数据的传输没有出错, 并不代表数据所表示的信息不会出错。与低五层提供透明的数据运输不同, 表示层是处理所有与数据表示及运输有关的问题, 包括转换、加密和压缩。每台计算机可能有它自己的表示数据的内部方法, 例如 ACSII 码与 E-BCDIC 码, 所以需要协定和转换来保证不同的计算机

可以彼此理解。

表示层专门负责有关网络中计算机信息表示方式的问题。表示层负责在不同的数据格式之间进行转换操作,以实现不同计算机系统间的信息交换。除了编码外,还包括数组、浮点数、记录、图像、声音等多种数据结构,表示层用抽象的方式来定义交换中使用的数据结构,并且在计算机内部表示法和网络的标准表示法之间进行转换。表示层还负责数据的加密,以在数据的传输过程中对其进行保护。数据在发送端被加密,在接收端解密。使用加密密钥来对数据进行加密和解密。表示层还负责文件的压缩,通过算法来压缩文件的大小,降低传输费用。表示层的主要功能为:

- (1) 语法转换。将抽象语法转换成传输语法,并在对方实现相反的转换。涉及的内容有代码转换、字符转换、数据格式的修改,以及对数据结构操作的适应、数据压缩、加密等。
- (2) 语法协商。根据应用层的要求协商选用合适的上下文,即确定传输语法并传送。
- (3) 连接管理。包括利用会话层服务建立表示连接,管理在这个连接之上的数据传输和同步控制,以及正常或异常地终止这个连接。

3.2.7 应用层

应用层是 OSI 参考模型中最靠近用户的一层,是 OSI 体系结构中的最高层,一个重要特点就是自身的可扩展性。它直接与用户和应用程序打交道,负责对软件提供接口以使程序能使用网络。与 OSI 参考模型的其他层不同的是,它不为任何其他 OSI 层提供服务,而只是为 OSI 模型以外的应用程序提供服务,如电子表格程序和文字处理程序。包括为相互通信的应用程序或进程之间建立连接、进行同步,建立关于错误纠正和控制数据完整性过程的协商等。每个应用层协议都是为了解决某一类应用问题。

1. 应用层的主要功能

应用层的一个功能是文件运输、访问和管理。不同的文件系统有不同的文件命名原则,文本行有不同的表示方法。不同的系统之间,传输文件所需处理的各种不兼容问题也同样属于应用层的工作。此外还有电子邮件、远程作业输入、虚拟终端功能、名录查询和其他各种通用和专用的功能。应用层向应用程序提供服务,这些服务按其向应用程序提供的特性分成组,并称为服务元素。有些可为多种应用程序共同使用,有些则为较少的一类应用程序使用。其服务元素为:

- (1) 公共应用服务元素 CASE。CASE 提供最基本的服务,它成为应用层中任何用户和服务元素的用户,主要为应用进程通信、分布系统实现提供基本的控制机制。
- (2) 特定应用服务元素 SASE。SASE 则要满足一些特定服务,如文件传送、访问和管理、远程作业录入、银行事务、订单输入等。

应用层还有一些其他功能:

- ① 目录服务:它类似于电子电话本,提供了在网络上找人或查到可用服务地址的方法。
- ② 远程作业录入:允许在一台计算机上工作的用户把作业提交到另一台计算机上去执行。
- ③ 图形:具有发送如工程图在远地显示和标绘的功能。
- ④ 信息通信:用于家庭或办公室的公用信息服务。例如智能用户电报、电视图文等。

2. 应用层协议

应用层还包含大量的应用协议,如虚拟终端协议(Telnet)、简单邮件传输协议(SMTP)、简单网络管理协议(SNMP)、域名服务系统(DNS)和超文本传输协议(HTTP)等。

3.2.8 OSI 层次结构模型中数据的实际传送过程

数据从发送端进程到接收端进程，实际上是经过发送方各层从上到下传递到物理介质，从上到下逐层传递的过程中，每层都要加上报头。到最后层成为由“0”或“1”组成的数据比特流，然后转换为电信号，通过物理介质传输到接收方。接收方向上逐层剥去发送方相应层加上的控制信息，最后到达接收进程，如图 3-9 所示。

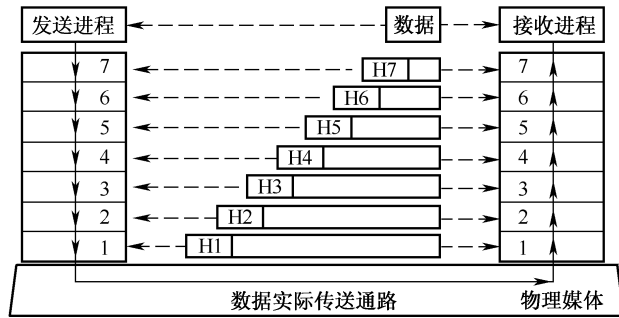
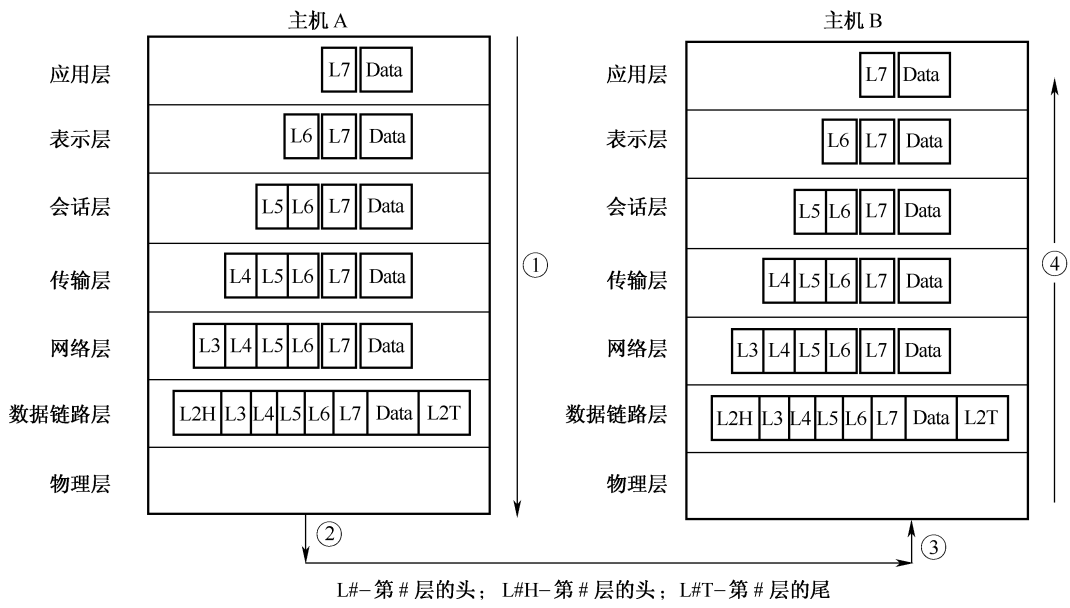


图 3-9 OSI 层次结构模型中数据的实际传送过程

在发送方从上到下逐层传递的过程中，每层都要加上适当的控制信息，即图 3-10 中 H7、H6、...、H1，统称为报头。到最后层成为由“0”或“1”组成和数据比特流，然后再转换为电信号，在物理媒体上传输至接收方。接收方在向上传递时的过程正好相反，要逐层剥去发送方相应层加上的控制信息。因接收方的某一层不会收到底下各层的控制信息，而高层的控制信息对于它来说又只是透明的数据，所以它只阅读和去除本层的控制信息，并进行相应的协议操作。发送方和接收方的对等实体看到的信息是相同的，就好像这些信息通过虚通信直接给了对方一样。



L#-第#层的头；L#H-第#层的头；L#T-第#层的尾

图 3-10 OSI 参考模型相邻层之间的通信

1. OSI 参考模型相邻层间的通信

为了向相邻的高层提供服务，每一层必须知道两层之间定义的标准接口。为了使 N 层获得服务，这些接口定义 N+1 层应向 N 层提供哪些信息及 N 层应向 N+1 层提供何种返回信息。

如图 3-11 所示是 OSI 类型通信的一个例子。主机 A 发送信息给主机 B。主机 A 的应用层与主机 B 的应用层通信，主机 A 的应用层再与主机 A 的表示层通信，主机 A 的表示层再与主机 A 的会话层通信等，直到到达主机 A 的物理层。物理层把信息放到网络物理介质上，并把信息从网络物理介质上传送并被主机 B 接收后，会以相反的方向向上通过主机 B 的各层（先是物理层，然后是数据链路层等），直到最终到达主机 B 的应用层。

数据是由主机 A 中的一些应用程序生成的。例如用户输入一条 E-mail 消息。每层生成一个头部，与所传数据一并传到下一层（图 3-10 中步骤 1 的箭头表示数据在不同层的传递过程）。将数据传到下一层意味着下一层需要为上一层提供某种服务。要完成这些服务，下一层需要在包头或包尾中加入一些信息。例如，传输层发送其数据和包头；网络层在其包头中加入正确的网络层目的地址，以使包能被传送到其他计算机上。

2. 不同计算机上同等层之间的通信

如图 3-11 所示提供了同等层之间通信的概念模型。主机 A 的应用层与主机 B 的应用层通信。同样，主机 A 的传输层、会话层和表示层也与主机 B 的对等层进行通信。

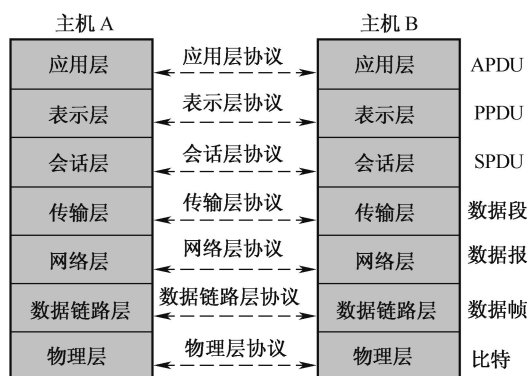


图 3-11 不同计算机上同等层之间的通信

OSI 参考模型的分层禁止了不同主机间的对等层之间的直接通信。因此，主机 A 的每一层必须依靠主机 A 相邻层提供的服务来与主机 B 的对应层通信。假定主机 A 的第 4 层必须与主机 B 的第 4 层通信。那么，主机 A 的第 4 层就必须使用主机 A 的第 3 层提供的服务。第 4 层叫服务用户，第 3 层叫服务提供者。第 3 层通过一个服务接入点（SAP）给第 4 层提供服务。这些服务接入点使得第 4 层能要求第 3 层提供服务。

将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统，层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。OSI 参考模型对网络的七层划分应用在很多领域，使不同厂商在开发设备的时候有个公共的标准，让不同厂商开发出来的设备能够互相通信，使不同系统之间能够互相通信，如 UNIX、Windows 和 Mac。分层使数据处理分步，互相之间不造成影响。

OSI 模型也存在一些欠缺之处，会话层和表示层这两层几乎是空的，而数据链路层和网络层包含内容太多，有很多的子层插入，每个子层都有不同的功能。OSI 模型及相应的服务定义和功能，如流量控制和差错控制，都会在每一层上重复出现，从而降低了系统的效率。

3.3 TCP/IP 参考模型

ISO 制定的 OSI 参考模型过于庞大、复杂，招致了许多批评。与此相比，TCP/IP 参考模型获得了更为广泛的应用。

3.3.1 TCP/IP 的概述

TCP/IP 协议模型是美国国防部高级研究计划局计算机网（Advanced Research Projects Agency Network, ARPANET）和其后继因特网使用的参考模型。

它是一种新的参考体系结构。这个体系结构在它的两个主要协议 TCP 协议、IP 协议出现以后，被称为 TCP/IP 参考模型。在 TCP/IP 参考模型中，去掉了 OSI 参考模型中的会话层和表示层（这两层的功能被合并到应用层实现）。同时将 OSI 参考模型中的数据链路层和物理层合并为网络接口层。如图 3-12 所示

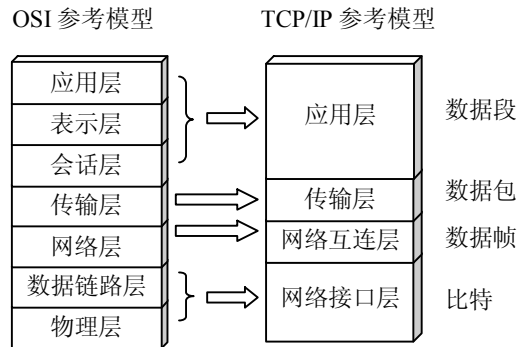


图 3-12 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型

3.3.2 TCP/IP 的层次结构

如图 3-13 所示的网络接口层是 TCP/IP 与各种 LAN 或 WAN 的接口。网络接口层在发送端将上层的 IP 数据报封装成帧后发送到网络上；数据帧通过网络到达接收端时，该节点的网络接口层对数据帧拆封，并检查帧中包含的 MAC 地址。如果该地址就是本机的 MAC 地址或者是广播地址，则上传到网络层，否则丢弃该帧。

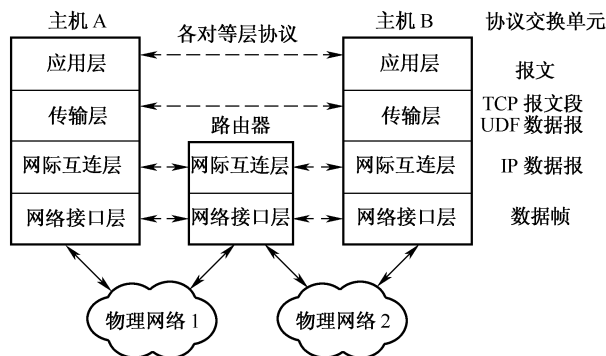


图 3-13 TCP/IP 的层次结构

3.3.3 TCP/IP 协议簇

1. 应用层

应用层对应于 OSI 参考模型的高层，为用户提供所需要的各种服务，例如 FTP、Telnet、DNS、SMTP 等。

2. 传输层

传输层对应于 OSI 参考模型的传输层，为应用层实体提供端到端的通信功能。该层定义了两个主要的协议：传输控制协议（TCP）和用户数据报协议（UDP）。

TCP 协议提供的是一种可靠的、面向连接的数据传输服务；而 UDP 协议供的是不可靠的、无连接的数据传输服务。

3. 网际互连层

网际互连层对应于 OSI 参考模型的网络层，主要解决主机到主机的通信问题。该层有四个主要协议：网际协议（IP）、地址解析协议（ARP）、互联网组管理协议（IGMP）和互联网控制报文协议（ICMP）。

IP 协议是网际互连层最重要的协议，它提供的是一个不可靠、无连接的数据报传递服务。

4. 网络接口层

网络接口层与 OSI 参考模型中的物理层和数据链路层相对应。事实上，TCP/IP 本身并未定义该层的协议，而由参与互连的各网络使用自己的物理层和数据链路层协议，然后与 TCP/IP 的网络接口层进行连接。

3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较

OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较见表 3-4 和表 3-5。

表 3-4 OSI 七层的功能

应用层	包含大量人们普遍需要的协议
表示层	用于完成某些特定功能
会话层	允许不同机器上的用户之间建立会话关系
传输层	实现网络中不同主机上的用户进程之间可靠的数据通信
网络层	完成网络中主机间的报文传输
数据链路层	在不可靠的物理线路上进行数据的可靠传输
物理层	完成相邻节点之间原始比特流的传输

表 3-5 TCP/IP4 层功能

应用层	处理高层协议
传输层	在源节点和目的节点的两个进程实体之间提供可靠的、端到端的数据传输
网际互连层	处理上层发送请求，处理输入数据报，处理 ICMP 报文
网络接口层	涉及分组与网络接口

3.4.1 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的共同点

- (1) OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型都采用了层次结构的概念。
- (2) 都能够提供面向连接和无连接两种通信服务机制。

3.4.2 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的不同点

- (1) 服务、接口和协议。

OSI 参考模型的概念清晰,明确定义了这三个概念及它们之间的关系;而 TCP/IP 参考模型没有明确区分服务、接口和协议。

- (2) 模型和协议的关系。

OSI 是先有模型,后有协议,通用性强,但实现困难。

TCP/IP 是先有协议,后有模型,实用性强,但通用性不足。

- (3) 面向连接和无连接的服务。

OSI 参考模型的网络层既提供面向连接的服务,又提供无连接服务。但是传输层只提供面向连接的服务。

TCP/IP 参考模型的网际互连层只提供无连接服务,而传输层提供面向连接的服务(TCP)和无连接服务(UDP)。

OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型都不完美,由于在 ISO 制定 OSI 参考模型过程中总是着眼于通信模型所必需的功能,等待政府行为来统一各种网络协议,在制定过程中忽略了互联网协议的重要性。当考虑到这一点时,却由于功能复杂、难以实现等原因而失去了市场。而 TCP/IP 模型在现存的协议基础上,考虑到“将协议实际安装到计算机中如何进行编程最好”实际应用的问题,使得在实现上比较容易,得到了广大用户的支持,也得到了大厂商的支持,所以 TCP/IP 参考模型得到了发展。

习题 3

1. 网络协议至少包括哪三要素?
2. 简述网络的体系结构的特点。
3. OSI 参考模型有哪几层?
4. 数据链路层分为哪两个子层?
5. 阐述链路层的主要功能。
6. 阐述滑动窗口协议的工作原理。
7. 阐述网络层的主要功能。
8. 传输层的服务类型有哪些?
9. 说明 OSI 层次结构模型中数据的实际传送过程。
10. 阐述 TCP/IP 参考模型的层次结构。
11. 阐述 TCP/IP 参考模型的网际互连层有哪些主要协议?
12. 阐述 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的差异。