

第 2 章 计算机网络体系结构



本章导读

开放系统互连（OSI）参考模型是应用在局域网（LAN）和广域网（WAN）中的一套普遍适用的规范集合，它使得全球范围的计算机平台可以进行开放式通信。OSI 参考模型说明了网络的架构体系和标准，并描述了网络中信息是如何传输的。本章首先介绍了网络体系结构的概念，然后重点介绍了 OSI 七层参考模型，并在此基础之上介绍了 TCP/IP 参考模型。



本章要点

- 协议的含义
- ISO/OSI 参考模型
- TCP/IP 参考模型

2.1 网络体系结构

计算机网络是由若干台计算机连成的一个非常复杂的系统。面对这样的系统，应当采取有效的方法对其进行分析和综合处理，然后研究它们之间的各种交互结构。很多情况下，网络中的计算机可能是不同类型，它们可能来自不同的生产厂家、具有不同的体系结构、使用不同的操作系统等。由于这些原因，在早期的数据通信中，是不能实现相互通信的，只有同一制造商生产的一系列计算机才可以相互通信，这就限制了网络通信的范围，限制了不同结构的计算机和不同网络之间的相互通信。

为了使不同品牌的计算机能在互联网络中通信，1974 年，美国的 IBM 公司宣布了系统网络体系结构，该体系结构按照分层的思想进行制定。随后很多的公司纷纷推出了不同的体系结构。但是不同的体系结构仍然不能实现不同设备之间的互联，很难实现互通。然而全球经济的发展迫切需要不同网络体系结构的用户相互之间交换信息，于是在 1977 年由国际标准化组织（ISO）成立了专门机构进行研究。国际标准化组织制定了一个参考模型，允许现存的和正在演变中的标准化活动有一致的框架和前景，其最终目标是允许任一品牌的计算机之间都可以实现相互通信。该模型称为 ISO 开放系统互连（Open System Interconnection）参考模型，简称 ISO/OSI。这个模型不仅涉及具体计算机通信网络的应用，它还描述了通信软件的结构，借助于这种结构，提供可靠的数据透明传输服务，而与任何具体厂商的设备或规则无关，从而支持全球范围的应用。

下面来讨论网络体系结构的一些概念，这对以后的学习很有帮助。

2.1.1 协议的概念

在计算机网络中很多计算机之间要进行数据交换，就必须按照事先约定好的一定的规则进行，而这些规则明确规定了所交换数据的格式以及数据的同步问题等。这些为进行网络中数据交换而建立的规则、标准和约定称为“协议”。网络的协议主要由三要素组成，即语法、语义和同步。什么是语法呢？语法规定通信双方彼此“如何讲”，是数据与控制信息的结构或格式。什么是语义？语义规定通信双方彼此“讲什么”，是需要发出何种控制信息、完成何种动作，以及做出何种响应。什么是同步？同步是事件实现顺序的详细说明。

协议是计算机网络中的一个重要部分，要保证计算机网络中大量计算机之间有条不紊地交换数据，就必须制定一系列的通信协议。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，其中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和达到同步，而信息的交换必须按照预先共同约定好的过程进行。

例如，网络中一个微型机用户和一个大型主机的操作员进行通信，由于这两个数据终端所用字符集不同，因此他们所输入的命令彼此不认识。为了能进行通信，规定每个终端都要将各自字符集中的字符先变换为标准字符集的字符后才进入网络传送，到达目的终端之后，其他特性，如显示格式、行长、行数、屏幕滚动方式等也需要作相应的变换。这样的协议通常称为虚拟终端协议。又如，通信双方常常需要约定何时开始通信和如何通信，这也是一种协议。所以协议是通信双方为实现通信所进行的约定或对话规则。

2.1.2 体系结构的概念

网络协议对于计算机网络来说是不可缺少的，一个功能完备的计算机网络需要制定一整套复杂的协议集，对于结构复杂的网络协议来说，最好采用层次结构模型，我们将计算机网络的各层及其协议的集合称为网络的体系结构（Architecture），换一种说法，计算机网络的体系结构就是计算机网络及其组成部分所应完成的功能的精确定义，而这些功能是用什么样的硬件与软件去完成的则是具体的实现问题。体系结构是抽象的，而实现是具体的，它是指能够运行的一些硬件和软件，例如 IBM 公司研究的 SNA（System Network Architecture）、DEC 公司研究的 DNA（Digital Network Architecture）、美国国防部提出的 TCP/IP 网络结构、CCITT 提出的公共数据网 X.25 建议。

2.2 OSI 参考模型

OSI 参考模型是国际标准化组织（ISO）为网络通信制定的标准，根据网络通信的要求，OSI 分为七层：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，并规定了每层完成的功能及相应的协议。

2.2.1 OSI 参考模型的产生

国际标准化组织（ISO）制定的模型，称为开放系统互连参考模型。OSI 参考模型是一个逻辑结构，并不是一个具体的计算机设备或网络，但是任何两个遵守协议的标准系统都可以互连通信，这正是“开放”的实际意义。“系统”是在现实系统中与互连有关的各部分，只考虑

与互连有关的一部分。OSI 参考模型是一个抽象的概念，在 1983 年成为著名的 ISO7498 标准，也就是下面要讨论的七层协议体系结构。

为了减少协议设计和调试过程的复杂性，OSI 参考模型采用了分层的方式。所谓分层是一种构造技术，允许开放系统网络用分层的方式进行逻辑组合。整个通信子系统划分为若干层，每层执行一种明确定义的功能，并由较低层执行附加的功能，为较高层提供服务。

2.2.2 七层协议

OSI 参考模型的逻辑结构如图 2-1 所示，它由 7 个协议层组成。最低 3 层（1~3）是依赖网络的，涉及将两台通信计算机连接在一起所使用的数据通信网的相关协议，实现通信子网功能。高 3 层（5~7）是面向应用的，涉及允许两个终端用户用进程交互作用的协议，通常是由本地操作系统提供的一套服务，实现资源子网功能。中间的传输层为面向应用的上 3 层屏蔽了与网络有关的下 3 层的详细操作。从实质上讲，传输层建立在由下 3 层提供服务的基础上，为面向应用的高层提供与网络无关的信息交换服务。

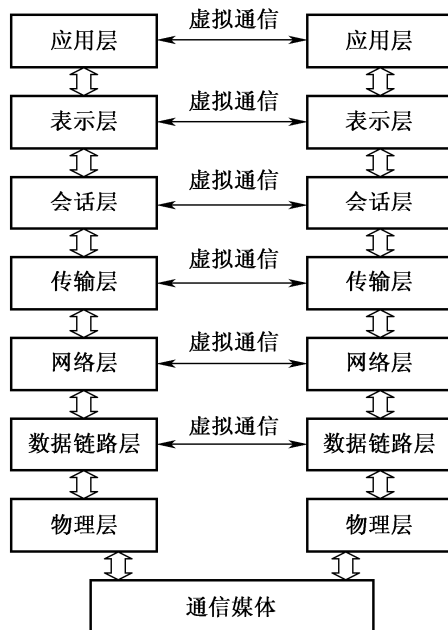


图 2-1 七层参考模型

OSI 参考模型每一层的功能以协议形式正规描述，协议定义了某层与另一（远程）系统中的一个对等层通信所使用的一套规则和约定；每一层向相邻上层提供一套确定的服务，并且使用与它相邻的下层提供的服务。因此，对等层之间的通信称为虚拟通信。

下面分别简要介绍 OSI 参考模型各层的作用和功能。

1. 物理层

物理层包括设备之间物理链路的接口和用户设备以及网络端设备之间数据传输的规则，它为数据链路层提供在两个通信系统之间传送一系列比特流的途径。物理层有 4 个重要特性：机械特性、电气特性、功能特性和过程特性，以便建立、维持和拆除物理连接。如双方如何建

立和拆除连接、连接器插脚个数；规定“1”和“0”的电平值，1比特的时间宽度；每个插脚所代表的信号意义；信号传递方向特性以及所采用的编码等。

物理层的任务就是透明地传送比特流。在物理层上所传数据的单位是比特。传递信息所利用的一些物理媒体，如双绞线、同轴电缆、光缆等，并不在物理层之内而是在物理层的下面。因此有人将物理媒体当作第0层。

2. 数据链路层

数据链路层在物理层提供的比特流服务基础上，建立相邻节点之间的数据链路，传递按一定规格组织起来的位组合，即数据帧。本层为网络层提供可靠的信息传递机制，将数据组成适合于正确传递的帧形式。如在帧中包含应答、流控制和差错控制等信息，以实现应答、差错控制、数据流控制和发送顺序控制，确保接收数据的顺序与原发送顺序相同等功能。

3. 网络层

网络层是在通信子网中传输信息包或报文分段(具有地址标识和网络层协议信息的格式化信息组)，它向传输层提供信息包(报文分组)的传输服务，使传输实体无需知道任何数据和用于连接系统的交换技术。网络层服务负责建立、保持和终止通过中间设备的连接，负责通信网内路径选择和拥塞控制功能。

4. 传输层

传输层的目的是提供在不同系统的进程间数据交换的可靠服务，在网间建立端到端通信信道，用以传输信息或报文。本层提供两端点之间的可靠、透明数据传输，执行端到端差错检测和恢复、顺序控制和流控制功能，管理多路复用。本层是面向应用的高层和与网络有关的下层协议之间的接口。它为会话层提供与网络类型无关的可靠信息传送机制，对会话层屏蔽了下层网络的细节操作。为了适应不同的网络类型，传输层提供若干级别的服务。根据不同的网络类型，提供不同的服务质量(QoS)。

5. 会话层

会话层提供应用进程间对话控制的规则。会话层为在两个层实体间建立的一次连接叫做会话。它组织和同步它们的对话及为管理它们的数据交换提供必要的手段。如对话双方的资格审查和验证、对话方向的交替管理、故障点定位及恢复等各种服务。

6. 表示层

表示层在两个通信应用层协议实体之间的传送过程中负责数据的表示语法，其目的在于解决格式化数据表示的差别。本层执行通用数据交换功能，提供标准应用接口、公共通信服务，如加密和解密、正文压缩、终端格式化转换等。

7. 应用层

应用层提供应用进程 OSI 环境的手段，负责管理和执行应用程序。本层为网络传输的分布信息服务的用户提供接口，这些服务包括文件传送、访问和管理，以及诸如电子邮件这样的一般文档和信息交换服务。

OSI 参考模型的第4层及其以上各层一般称为高层协议。高层协议是端到端的协议，与网络传输设备无关。

2.2.3 协议层数据传输的过程

一个系统包含一个或多个实体。所谓实体(Entity)是指能够发送和接收信息所涉及的内

容和相应的设备。例如，应用程序、文件传送模块、数据管理系统、电子邮件设施等。OSI 参考模型的每一层都由多个实体构成，处在同一层的实体被认为是同等实体。

在某一层实体之间的通信，要使用下一层实体提供的服务。某层实体之间是按照该层的功能，并明确定义了本层向上一层实体提供哪些服务。

在 OSI 参考模型中，通信是在系统进程（实体）之间进行的。要注意的是，除物理层外，在对等层之间只有逻辑上的通信，并无直接的通信，较高层间的通信要使用较低层提供的服务。在物理层以上，每个协议实现顺序向下送到较低层，以便使数据最终通过物理信道到达它的对等层实体。

下面以网络一端的用户 A 向另一端的用户 B 发送电子邮件为例来说明信息的流动过程，其中至少包括用户 A 向用户 B 的电子服务器发送邮件和用户 B 从服务器上自己的电子信箱读取邮件两次通信过程。

用户 A 把电子邮件的内容（用户数据）通过电子邮件应用程序发出。在应用层（电子邮件应用程序的一个进程），把一个报头（PCI，协议数据信息）附加于用户数据上，这个控制信息是第 7 层协议所要求的，组成第 7 层的协议数据单元。然后把第 7 层的协议数据单元（用户控制信息作为一个单元整体）传送给表示层（第 6 层）的一个实体。表示层又把这个单元附加上自己的报头（协议控制信息），组成第 6 层的协议数据单元再向传输层传送。重复这一过程直到数据链路层（第 2 层），它除了加上帧头外，还加上帧尾。数据链路层中的协议数据单元称为帧，然后通过物理层传送到传输介质。当这一帧被用户 B 所登录的电子邮件系统服务器接收后，各层理解并执行相应层次协议控制信息的内容，并开始相反的过程。数据从较低层向较高层传输，每层都拆掉其最外层的报头，而把剩余的部分向上传输，一直到服务器电子邮件系统运行的某个进程（对等的应用层）把用户 A 的邮件存放到服务器上用户 B 的电子信箱中。

当用户 B 在自己的机器上运行电子邮件应用程序，从电子信箱中读取邮件时，执行的是从电子信箱所在的服务器向用户 B 的计算机传送数据的通信过程。这个过程可能不止传送用户 A 的邮件，同时传送的还有其它用户给用户 B 的信件。这个过程是两台计算机运行的电子邮件应用系统进程实体相互理解并执行的功能，即应用层功能，但双方的高层都用到了下面各层的服务。

2.3 TCP/IP 参考模型

OSI 的七层协议体系结构很复杂，而且实用性不强，但是它的概念清晰，体系结构理论较完整。TCP/IP 的协议现在得到了广泛的应用，但它原先并没有一个明确的体系结构。TCP/IP 参考模型最初被 ARPANET 网络使用，后来成为现实的工业标准被 Internet 所使用。它并不是严格按照七层模型组织的计算机网络层次结构模型，存在很多不完善的地方，但是它的结构简单、易实现，所以被广泛使用。

按照 TCP/IP 参考模型，计算机网络由低到高依次被划分为主机—网络层、互联网层、传输层、应用层 4 层，其结构图如图 2-2 所示。主机—网络层相当于 OSI 模型中的物理层和数据链路层。与 OSI 参考模型相比，TCP/IP 参考模型没有表示层和会话层。互联网层相当于 OSI 模型的网络层。

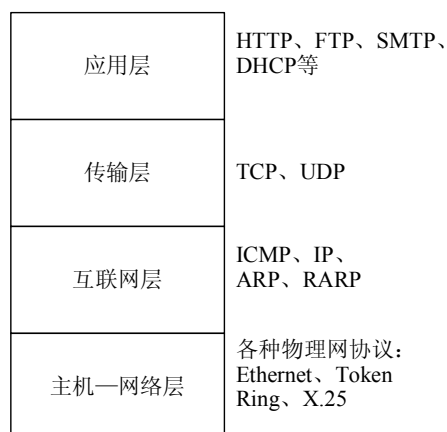


图 2-2 TCP/IP 参考模型结构

2.3.1 TCP/IP 参考模型的层次

现在结合 Internet 的情况，自上而下地介绍一下各层的主要功能。

1. 应用层

应用层确定进程之间通信的性质以满足用户的需要。大致对应于OSI模型的应用层和表示层，借助于协议如Winsock API、FTP（文件传输协议）、TFTP（普通文件传输协议）、HTTP（超文本传输协议）、SMTP（简单邮件传输协议）以及DHCP（动态主机配置协议），应用程序通过该层利用网络传输，它是面向用户服务的层，为用户进程提供服务。

2. 运输层

运输层的功能是使源主机的进程和目标主机的进程进行通信。在这一层定义了两个端到端的协议。一个是传输控制协议TCP（Transmission Control Protocol），它是一个面向连接的协议，允许从一台机器发出的字节流无差错地发往另一台机器。它将输入的字节流分成报文段并传给互联网层。TCP要处理流量控制，以避免快速发送方、低速接收方发送过多的报文而使接收方无法处理。另一个协议是用户数据报协议UDP（User Datagram Protocol），它是一个不可靠的、无连接的协议。

3. 互联网层

互联网层又叫网际层。它是TCP/IP体系结构的关键部分，功能是使主机可以把分组发往任何网络并使分组独立地传向目标（可能经由不同的网络）。互联网层负责寻址、打包和路由选择。互联网层的核心协议是IP、ARP、ICMP、IGMP协议等。

4. 主机—网络层

主机—网络层是参考模型的最低层，它负责通过网络发送和接收IP数据报。TCP/IP参考模型允许主机连入网络时使用多种现成的与流行的协议，例如局域网协议或其他一些协议。在该层中包括各种物理网协议，例如局域网的Ethernet、局域网的Token Ring、分组交换网的X.25等。

2.3.2 TCP/IP 协议栈

在 Internet 所使用的各种协议中，最重要的和最著名的就是 TCP 和 IP 两个协议。现在人们经常提到的 TCP/IP 并不一定是指 TCP 和 IP 这两个具体的协议，而往往是表示 Internet 所使

用的体系结构或指整个的 TCP/IP 协议族（Protocol Suite）。

TCP/IP 协议族中的子协议或 TCP/IP 核心协议被设计成运行在 OSI 模型的传输层或网络层的协议，它们为网络中的各主机提供通信服务。它们也对四层模型的最高层——应用层中的协议提供服务。其中 TCP 和 IP 是 TCP/IP 协议族中最重要的核心协议。

1. 互联网协议

互联网协议（IP）属于 TCP/IP 模型和互联网层，提供关于数据应如何传输以及传输到何处的信息。IP 是一种使 TCP/IP 可用于网络连接的协议，即 TCP/IP 可跨越多个局域网段或通过路由器跨越多种类型的网络。在一个网际环境中，被连接在一起的单个网络被称为子网。使用子网是 TCP/IP 联网的一个重要部分。

数据帧的 IP 部分被称为一个 IP 数据报，IP 数据报如同数据的封面，包含了路由器在子网中传输数据所必需的信息。IP 数据报包括报头和数据，总长度不能超过 65535 字节。下面描述了 IP 数据报头的各部分，并描绘在图 2-3 中。

0		16		31	
版本	互联网头长度	服务类型	总长度		
标志号			标志符	段偏移量	
生存时间		协议	头校验和		
源IP地址					
目标IP地址					
可选项					填充位
数据					

图 2-3 IP 数据报头的各部分

（1）版本：标识协议的版本号。接收方工作站首先查看该域以决定它是否能够读取该输入数据。若不能，它将拒绝该数据包。然而，由于大多数 TCP/IP 网络使用 IP 版本 4（IPv4），很少发生拒绝事件。一个更高级的 IP 版本，即 IP 版本 6（IPv6）已经开发出来并将在不久使用。IPv6 将具有向后兼容性以便能够接收 IPv4 的数据。

（2）网际报头长度（IHL）：用 32 位编组形式标识 IP 报头的长度。最常用的 IP 报头由 4 个编组或 20 个 8 位字节组成。该域的重要性在于它向接收点指示了数据从何处开始（在报头结束之后立即开始）。

（3）服务类型（ToS）：通过指定数据的速度、优先权或可靠性，通知 IP 如何处理输入的数据报。

（4）总长度：用字节标识数据报的总长度，其包括报头和数据。

（5）标识符：标识一个数据报所属的消息，以使得接收节点可以重组被分断或分段的消息。该域和下面两个域，即标识符和段偏移量，在数据报的分段和重组过程中起作用。

（6）标志：无分段（DF）或多个分段（MF），标识一个消息是否被分段，如果是，则表示数据报是否是最后一个段。

- (7) 分段偏移量：标识数据报段属于输入段集的哪一段。
- (8) 生存期 (TTL)：标识一个数据报在它被抛弃前在网络中存在的最大时间，单位为秒。TTL 对应于一个数据报通过路由器的数目；一个数据报每次通过一个路由器，TTL 将减去一秒，不论路由器是否花费一整秒进行数据处理。
- (9) 协议：标识将接收数据报的传输层协议类型（如 TCP 或 UDP）。
- (10) 报头校验和：决定 IP 报头是否已被破坏。
- (11) 源地址：标识源节点的完整的 IP 地址。
- (12) 目标地址：标识目标节点的完整的 IP 地址。
- (13) 可选项：可以包含可选的路由和实时信息。
- (14) 填充位：包含填充信息以确保报头是 32 位的倍数，该域的大小可变。
- (15) 数据：包括了由源节点发送的原始数据，外加 TCP 信息。

IP 协议是一种不可靠的、无连接的协议，即意味着它不保证数据的可靠传输。然而，TCP/IP 协议群中更高层协议可使用 IP 信息确保数据包按正确的地址进行传输。注意到 IP 数据报并不包含一个校验和部件，报头校验和仅仅验证 IP 报头中路由信息的完整性。如果当数据包被接收时伴随信息的校验和值不正确，则数据包将被认为已破坏并被抛弃，同时，一个新的数据包被发送。

2. 传输控制协议

传输控制协议 (TCP) 属于 TCP/IP 协议族中的传输层，提供可靠的数据传输服务。TCP 是一种面向连接的协议，意味着在该协议准备发送数据时，通信节点之间必须建立起一个连接。TCP 协议位于 IP 协议的上层，通过提供校验和、流控制及序列信息弥补 IP 协议可靠性的缺陷。如果一个应用程序只依靠 IP 协议发送数据，IP 协议将杂乱地发送数据，如不检测目标节点是否脱机，或数据是否在发送过程中已被破坏。另一方面，TCP 包括了可保证数据可靠性的几个组件。TCP 协议段的各个域的描述如下，图 2-4 描述了一个 TCP 协议段和它的各个域。

0位		16		31	
源端口			目标端口		
序号					
应答号					
TCP报头长度		代码		滑动窗口尺寸	
校验和			紧急段指针		
可选项					填充位
数据					

图 2-4 TCP 协议段的各个域

(1) 源端口：指示源节点的端口号。一个端口是位于主机上的一个地址。在端口处，一个应用程序可以获得输入数据。端口的一个例子如端口 80，该端口一般用于接收 Web 页请求。有关端口号更多的知识在这里就不讨论了，读者可以查阅相关资料。

- (2) 目标端口：指示目标节点的端口号。
- (3) 序号：标识了数据段在已发送的数据流中的位置。
- (4) 应答号 (ACK)：发送方通过返回一条消息来验证数据已被接收。
- (5) TCP 报头长度：指示了 TCP 报头的长度。
- (6) 代码：包括了标识特殊条件的标识符，例如一个消息是紧迫的，或源节点希望请求一个连接或结束一个连接。
- (7) 滑动窗口尺寸：指示了接收方机器可接收的数据块个数。
- (8) 校验和：允许接收节点判定 TCP 段是否在发送过程中被破坏。
- (9) 紧急段指针：能够指示出紧迫数据驻留在数据中的位置。
- (10) 可选项：用于具体指定一些特殊选项。
- (11) 填充：包含了确保 TCP 报头大小是 32 位整数倍的填充信息。
- (12) 数据：包含了由源节点发送的原始数据。

3. 用户数据报协议

用户数据报协议 (UDP) 如同 TCP，位于 TCP/IP 模型中互联网层和应用层之间的传输层中。不同于 TCP 的是，UDP 是一种无连接的传输服务，它不保证数据包以正确的序列被接收。事实上，该协议根本不保证数据包的接收，而且它不提供错误校验或序列编号。然而通过 Internet 进行实况录音或电视转播，要求迅速发送数据时，UDP 的不精确性使得它比 TCP 协议更加有效、更有用。在这些情况下，具有验证、校验和以及流控制机制的 TCP 协议将增加太多的报头，使得其难以发送。与 TCP 协议的 10 个域相对照，UDP 报头仅包含了 4 个域：源端口、目标端口、长度和校验和。

4. 网际控制报文协议

虽然 IP 能确保数据包到达正确的目标点，但当发送过程出了某些问题时，网际控制报文协议 (ICMP) 将通知发送方且数据不再被传送。ICMP 位于 TCP/IP 模型互联网层的 IP 协议和 TCP 协议之间，它不提供错误控制服务，而是仅仅报告哪一个网络是不可到达的、哪一个数据包因分配的生存时间 (它们的 TTL) 过期而被抛弃。ICMP 常用于诊断实用程序中，如 ping 和 TRACERT 等。

5. 地址解析协议

地址解析协议 (ARP) 是一个互联网层协议，它获取主机或节点的 MAC 地址 (物理地址) 并创建一个本地数据库将以 MAC 地址映射到主机 IP (逻辑) 地址上。ARP 协议与 IP 协议紧密协作，因为 IP 在指导发送数据到目标主机之前必须具有目标主机的地址。如果一个主机需要知道在同一子网的另一主机的 MAC 地址，第一个主机将向网络发送一条广播消息“IP 地址为 AA.BB.CC.DD 的计算机请发送给我你的 MAC 地址”。在本地子网中具有 IP 地址 AA.BB.CC.CC 的主机将广播一条包括目标主机物理地址的 ARP 响应。为使 ARP 更加有效，计算机在一个缓冲区保存已经知道的 IP-MAC 地址映射表，这样就无须广播冗余请求。

6. TCP/IP 应用层协议

除核心的传输层和互联网层协议之外，TCP/IP 协议群还包括几个应用层协议。这些协议工作于 TCP 或 UDP 及 IP 协议之上，将用户的请求翻译成网络可阅读的格式。下面简单介绍较通用的应用层协议。

- (1) 远程登录协议 (Telnet)。Telnet 协议是 TCP/IP 协议族中的一员，是 Internet 远程

登录服务的标准协议和主要方式。它为用户提供了在本地计算机上完成远程主机工作的能力。在终端使用者的计算机上使用 Telnet 程序，用它连接到服务器。终端使用者可以在 Telnet 程序中输入命令，这些命令会在服务器上运行，就像直接在服务器的控制台上输入一样。可以在本地就能控制服务器。要开始一个 Telnet 会话，必须输入用户名和密码来登录服务器。例如，网络管理员使用 Telnet 从家中登录到公司的路由器上以修改路由器的配置。

(2) 文件传输协议 (FTP)。一种借助 TCP/IP 协议进行发送和接收文件的协议。FTP 是一种客户机/服务器协议，在该协议中运行 FTP 协议服务器部分的主机接收来自于运行 FTP 客户机部分的另一主机的命令。它通过一组非常简单的命令构成它的用户接口。

(3) 简单邮件传输协议 (SMTP)。该协议负责将消息从一个邮件服务器上传输到 Internet 上或其他基于 TCP/IP 协议的网络上的另一个邮件服务器。SMTP 使用简单的请求—响应机制传输信息，并依据更复杂的协议，如邮局协议 (POP) 来跟踪邮件的存储和转发。

(4) 简单网络管理协议 (SNMP)。一种用于管理 TCP/IP 网络设备的通信协议。为使用 SNMP，网络中的每个设备将运行一个代理程序以收集关于该设备的信息。SNMP 将收集到的信息传输给一个中央数据库。所有的标准网络管理程序都使用 SNMP。

2.4 OSI、TCP/IP 和五层体系结构

从前面的章节中我们了解到一些 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的不同。从相同的角度来进行考虑，它们都是层次结构的模型，其底层都是面向通信子网的；它们的高层都有运输层，是一个面向端到端传输的服务层次，提供了面向连接的和无连接的服务；在高层都有应用层，是一个面向应用的层次，为用户进程提供服务。从不同的角度看，两者划分的层数不一样，OSI 具有七层，TCP/IP 只有四层；TCP/IP 参考模型中没有会话层和表示层；没有明确指出下层的具体协议，也不再区分物理层和数据链路层；并且重点强调了互联网层的功能，给出了 TCP/IP 运行时需要的核心协议是 IP 协议。

开放系统互连参考模型是由官方的 ISO 和 CCITT 共同制定的国际标准，提供了一个相对完整的系统结构，在制定的过程中，吸收了当时已有的各个公司自己制定的网络体系结构。在 20 世纪 80 年代末和 90 年代初，许多专家认为 OSI 模型及其协议可以取代其他所有网络的体系结构，但是这没有成为现实，尽管 OSI 模型得到了各国政府部门和官方的大力支持，主要除了技术上的原因，比如在协议复杂、缺乏测试等方面因素，还有不适当的策略和时机也是一个重要的因素。

TCP/IP 体系结构不一样，它不是先给出模型而后再规定每层的协议，而是先有协议，网络运行之后再给出参考模型，根据实际的运行经验总结得出。其核心协议 TCP 和 IP 被精心设计过，并且很好地实现，但对于有一些协议并不是这样做的。TCP/IP 体系机构并不是一个官方的国际标准，但是由于 Internet 的影响太大了，它已经成为一种事实上的国际工业标准。

OSI 的七层体系结构中我们可以了解其概念清楚，理论也比较完整，但是七层的结构既复杂又不太实用。而 TCP/IP 体系结构非常简单，得到了非常广泛的应用。因此，下面的章节中，将以把 OSI 的七层体系结构和 TCP/IP 的四层体系结构进行折衷的方式来进行介绍，给出了一个五层的体系结构，如图 2-5 所示。这样在学习计算机网络原理的时候就综合了 OSI 和 TCP/IP 的优点，采用五层体系结构能够既简洁又可以把概念阐述清楚。

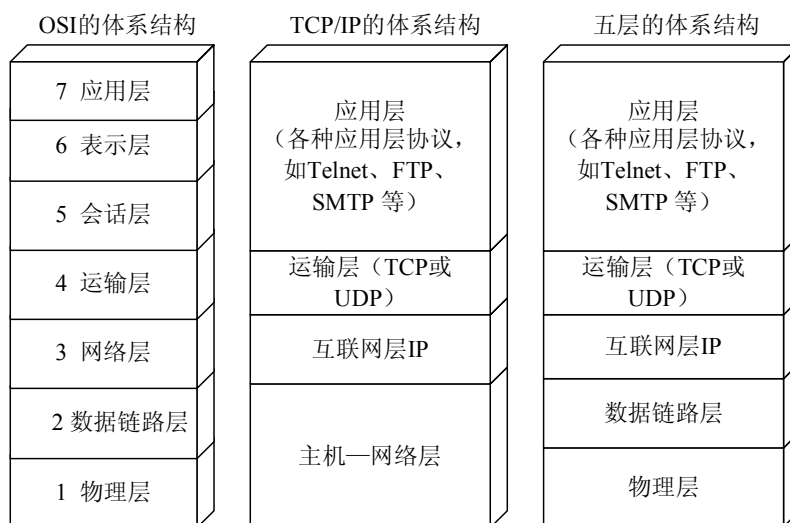


图 2-5 OSI 的体系结构、TCP/IP 的体系结构和五层的体系结构



本章小结

(1) 协议定义了网络上节点间的通信标准。在网络中术语协议是指协同工作以完成数据翻译、数据处理、错误校验和编址的一组或一套中的单个协议。

(2) OSI 模型将网络体系结构分成七层：物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。

(3) TCP/IP 协议由于其低成本及在不同平台之间的通信能力，使得它很快成为最流行的网络协议。它实际上是因特网上的一个标准，也通常成为局域网的首选。TCP/IP 协议具有可路由性和灵活性。大致对应于 OSI 模型第七层的 TCP/IP 协议群可分割成 4 个层次：应用层、传输层、互联网层、网络接口层。

(4) TCP/IP 的核心协议作用于 OSI 模型的传输层或网络层。它们对网络上各主机间提供通信服务。在 TCP/IP 协议群中最重要的核心协议是 IP 协议和 TCP 协议。

(5) IP 协议属于 TCP/IP 模型的互联网层，提供关于数据应发送何处及如何发送的信息。IP 协议是使 TCP/IP 协议群能进行网际操作的协议，即可以通过一个路由器跨越多个局域网段以及多种类型的网络。

(6) 传输控制协议 (TCP) 属于 TCP/IP 协议群中的传输层，能提供可靠的数据发送服务。TCP 协议是一种面向连接的子协议，即在发送数据前需要在通信节点之间建立一个连接。TCP 协议位于 IP 子协议的上层。通过它的校验和、流控制和排序信息弥补了 IP 协议可靠性不足的缺陷。

(7) 用户数据报协议 (UDP)，像 TCP 协议一样，位于 TCP/IP 协议模型的传输层，在网络层和应用层中间。与 TCP 协议不同的是 UDP 协议是一种无连接的传输服务。它不提供错误校验，不保证数据包以正确序列被接收。UDP 协议的不精确性使它比 TCP 协议更加有效，当数据必须被快速发送，如通过因特网进行声音或图像实时发送时，UDP 协议的高效性是非常

有用的。

(8) 网际控制报文协议 (ICMP), 是 TCP/IP 的另一个核心协议。该协议通知发送方在发送过程中出现了某些问题以及数据包未被发送。ICMP 协议位于 TCP/IP 模型中的互联网层的 IP 协议和 TCP 协议之间, 负责报告哪一个网络是不可到达的以及哪一个数据包因为被分配的发送时间过期而被放弃。

(9) 地址解析协议 (ARP) 属于 TCP/IP 模型的互联网层。它获取主机或节点的 MAC (物理) 地址, 创建了一个本地数据库以将 MAC 地址映射到主机的 IP (逻辑) 地址上。

(10) TCP/IP 协议包括许多有用的应用层协议, 如 Telnet、FTP、SMTP、SNMP。



习题 2

一、填空题

1. 因特网上使用最为广泛的协议是_____和_____。
2. ISO 的开放系统互连模型分为 7 层, 按从低到高的顺序分别是_____, _____、_____, _____、_____, _____、_____。
3. TCP/IP 参考模型从低到高分别为_____, _____、_____, _____、_____。

二、选择题

1. 网络中管理计算机通信的规则称为 ()。
A. 协议 B. 介质 C. 服务 D. 网络操作系统
2. 在 OSI 七层模型中, 网络层的功能有 ()。
A. 确保数据的传送正确无误 B. 确定数据包如何转发和路由
C. 在信道上传送比特流 D. 纠错与流量控制
3. 在 OSI 七层模型中, 实现对数据加密的是 ()。
A. 传输层 B. 表示层 C. 应用层 D. 网络层
4. TCP/IP 协议栈中传输层的协议有 ()。
A. TCP B. ICMP C. UDP D. IP
5. 在 OSI 参考模型中, 第 N 层和其上的第 N+1 层的关系是 ()。
A. 第 N+1 层将为从第 N 层接收的信息增加一个信头
B. 第 N 层利用第 N+1 层的服务
C. 第 N 层对第 N+1 层没有任何作用
D. 第 N 层为第 N+1 层提供服务
6. 在 OSI 参考模型中, 上层协议实体与下层协议实体之间的逻辑接口叫做服务访问点 (SAP)。在 Internet 中, 网络层的服务访问点是 ()。
A. MAC 地址 B. LLC 地址 C. IP 地址 D. 端口号
7. 在 OSI 参考模型中, 实现端到端的应答、分组排序和流量控制功能的协议层是 ()。
A. 数据链路层 B. 网络层 C. 传输层 D. 会话层
8. 在 Internet 上有许多协议, 下面的选项中能正确表示协议层次关系的是 ()。

A.

SNMP	POP3
UDP	TCP
IP	

B.

SNMP	POP3
TCP	ARP
IP	

C.

SNMP	Telnet
TCP	SSL
IP	UDP
ARP	

D.

SNMP	Telnet
TCP	UDP
IP	LLC
MAC	

9. 在 OSI 参考模型中, 物理层的功能是 (①)。对等实体在一次交互作用中传送的信息单位为 (②), 它包括 (③) 两部分。上下邻层实体之间的接口称为服务访问点, 网络层的服务访问点也称为 (④), 通常分为 (⑤) 两部分。

- ① A. 建立和释放连接
B. 透明地传输比特流
C. 在物理实体间传送数据位
D. 发送和接收用户数据
- ② A. 接口数据单元
B. 服务数据单元
C. 协议数据单元
D. 交互数据单元
- ③ A. 控制信息和用户数据
B. 接口信息和用户数据
C. 接口信息和控制信息
D. 控制信息和校验信息
- ④ A. 用户地址
B. 网络地址
C. 端口地址
D. 网卡地址
- ⑤ A. 网络号和端口号
B. 网络号和主机地址
C. 超网号和子网号
D. 超网号和端口地址
10. 关于 OSI 参考模型, 下列说法中不正确的是 ()。
- A. 不同系统同等层之间按相应的协议进行通信, 同一系统不同层之间通过接口进行通信
- B. 只有最底层物理层完成物理数据传送, 其他同等层之间的通信称为逻辑通信
- C. 一般用户由最上层的应用层提供服务
- D. 数据总是由物理层传输到应用层

11. 在使用路由器 R 的 TCP/IP 网络中, 两主机通过一路由器互联。提供主机 A 和主机 B 应用之间通信的层是 (①), 提供机器之间通信的层是 (②), 具有 IP 层和网络接口层的设备 (③); 在 A 与 R 和 R 与 B 使用不同物理网络的情况下, 主机 A 和路由器 R 之间传送的数据帧与路由器 R 和主机 B 之间传送的数据帧 (④), A 与 R 之间传送的 IP 数据报和 R 与 B 之间传送的 IP 数据报 (⑤)。

- ① A. 应用层
B. 传输层
C. IP 层
D. 网络接口层
- ② A. 应用层
B. 传输层
C. IP 层
D. 网络接口层

- ③ A. 包括主机 A、B 和路由器 R B. 仅有主机 A、B
 C. 仅有路由器 R D. 也应具有应用层和传输层
- ④ A. 是不同的 B. 是相同的
 C. 有相同的 MAC 地址 D. 有相同的介质访问控制方法
- ⑤ A. 是不同的 B. 是相同的
 C. 有不同的 IP 地址 D. 有不同的路由选择协议

三、简答题

1. 什么是网络体系结构？
2. 计算机网络采用层次结构模型有什么好处？
3. 为什么一个应用程序使用 UDP 比使用 TCP 能得到更好的性能？
4. 网络协议的三要素是什么？各有什么含义？