

# 第 1 章

## 了解计算机网络基础知识

### 学习目标

- (1) 了解计算机网络的定义。
- (2) 掌握计算机网络的组成。
- (3) 了解计算机网络的发展过程。
- (4) 能按照不同的分类标准对计算机网络进行分类。
- (5) 能对计算机网络的功能和应用进行阐述。
- (6) 了解最近的计算机网络热点。

### 学习重点

- (1) 计算机网络的定义和组成。
- (2) 计算机网络的分类。

## 1.1 计算机网络的定义与组成

### 1.1.1 计算机网络的定义

#### 想一想

平时浏览网络信息、玩网络游戏的时候,你是否想过:什么是计算机网络?

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。它的发展不仅促进了人类社会的信息化和全球经济一体化,也改变了人们的生活习惯。

对“计算机网络”这个概念的理解和定义,随着计算机网络本身的发展,人们提出了各种不同的观点。

计算机网络最简单的定义是：一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机、手机等网络设备的集合。

另外，从逻辑功能上看，计算机网络是以传输信息为基础目的，用通信线路将多台计算机连接起来的计算机系统的集合。一个计算机网络的组成包括传输介质和通信设备。

从用户角度看，计算机网络是这样定义的：存在一个能为用户自动管理的网络操作系统。由它根据用户的需求进行资源的调配，而整个网络像一个大的计算机系统一样，对用户是透明的。

综上所述，把计算机网络定义为：把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互联成一个规模大、功能强的系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享硬件、软件、数据信息等资源。简单来说，计算机网络就是由通信线路互相连接的许多自主工作的计算机构成的集合体。

从定义中看出计算机网络的 3 个核心问题：

- (1)至少有两台计算机互连。
- (2)通信设备与线路介质。
- (3)网络应用软件、通信协议和网络操作系统。

### 1.1.2 计算机网络的组成

计算机网络通常由 3 部分组成，即通信子网、资源子网和通信协议。通信子网是计算机网络中负责数据通信的部分，通信传输介质可以是双绞线、同轴电缆、无线电、微波、光导纤维等。资源子网是计算机网络中面向用户的部分，负责全网络面向应用的数据处理工作，其主体是连入计算机网络中的所有计算机及这些计算机所拥有的面向用户端的外部设备、软件和可以共享的数据等。为使网内各计算机之间的通信可靠有效，通信双方必须共同遵守的规则和约定称为通信协议，计算机网络与一般计算机互联系统的区别在于有无通信协议的作用。

## 1.2 计算机网络的发展过程

为了更好地了解网络的概念，这里首先了解计算机网络的演变。从计算机的概念中我们了解到，计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物，一直以来它们紧密结合，相互促进，相互影响，共同推进计算机网络的发展。图 1-1 所示为计算机网络发展演进图。

### 1. 主机互联阶段

这种产生于 20 世纪 60 年代初期，基于主机之间的低速串行连接的联机系统是计算机网络的雏形。在这种早期的网络中，终端借助电话线路访问计算机，由于计算机（一般为大型计算机）发送/接收的为数字信号，电话线传输的是模拟信号，这就要求在终端和主机间加入调制解调器(modem, 俗称“猫”)，进行数/模转换。

在这种连接中，计算机是网络的中心，同时也是控制者。这是一种非常原始的计算机网络，它的主要任务是通过远程终端与计算机的连接，提供应用程序执行、远程打印和数据服

务等功能。

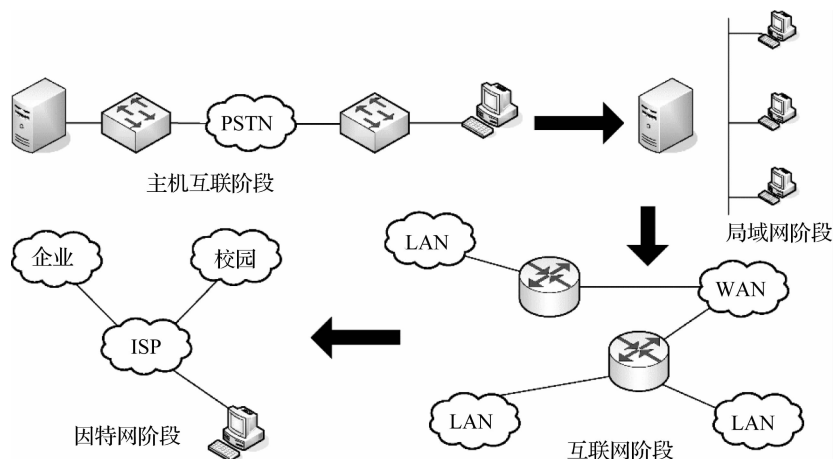


图 1-1 计算机网络发展演进图

## 2. 局域网阶段

20 世纪 70 年代,随着计算机体积减小、价格下降,出现了以个人计算机为主的商业计算模式。商业计算的复杂性要求大量终端设备的资源共享和协同操作,导致了对本地大量计算机设备进行网络化连接的需求,局域网由此产生。

当今的主流局域网技术——以太网就是在此时期产生的。1973 年,Xerox(施乐)公司的 Robert Metcalfe 博士(以太网之父)提出并实现了最初的以太网。后来 DEC、Intel 和 Xerox 合作制定了一个产品标准,该标准最初以这 3 家公司名称的首字母命名,称为 DIX 以太网。其他流行的 LAN 技术还有 IBM 的令牌环技术等。

## 3. 互联网阶段

由于单一的局域网无法满足对网络的多样性要求,20 世纪 70 年代后期,广域网技术逐渐发展起来,以便将分布在不同地域的局域网互相连接起来,其典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)建立的广域网 ARPANET。1983 年,ARPANET 采用传输控制协议(transmission control protocol, TCP)和因特网协议(Internet protocol, IP)作为其主要的协议族,使大范围的网络互联成为可能。

## 4. 因特网阶段

20 世纪 80 年代到 90 年代是网络互联发展时期。在这一时期,ARPANET 网络的规模不断扩大,将全球无数的公司、校园、ISP<sup>①</sup> 和个人用户联系起来,最终演变成今天的几乎延伸到全球每一个角落的 Internet。1990 年,ARPANET 正式被 Internet 取代,退出了历史舞台。越来越多的机构、个人参与到 Internet 中来,使得 Internet 获得了高速发展。而到现在,网络几乎联系着所有国家和地区,网络已经成为名副其实的世界信息资源最丰富的信息资源库。网络被认为是未来全球信息高速公路的雏形。

21 世纪以来互联网发展迅猛,随着移动网络的普及,Wi-Fi、4G 甚至 5G 网络等在大中小城市及一些乡镇农村的覆盖率不断扩大,为移动互联网的快速发展打下了良好的基础。移动互联网网络伴随着移动网络通信基础设施的快速发展与升级,促进了我国移动互联网网络

的快速发展,使得服务模式和商业模式大规模创新。

### 小练习

去图书馆查资料或者通过网络了解一下计算机网络的“前世今生”。

## 1.3 计算机网络的分类、功能和应用

### 1.3.1 计算机网络的分类

#### 1. 按照网络覆盖的地理范围分类

按照网络覆盖的地理范围分类,计算机网络可以分为广域网、城域网和局域网。

(1)广域网(wide area network, WAN)又称远程网,网络跨越国界、洲界,甚至全球范围。由于分布范围广,常常借用传统的公共传输(电报、电话)网来实现。广域网的布局不规则,使用权限和网络的通信控制比较复杂,要求网络用户必须严格遵守电信部门所制定的各种标准和规程。著名的 Internet 就是一种 WAN。

(2)城域网(metropolitan area network, MAN)规模介于广域网和局域网之间,其大小通常覆盖一个城市,传输介质主要是光纤。城域网在核心技术上属于广域网技术。

(3)局域网(local area network, LAN)一般被限制在中等规模的地理区域内,是专用的,由单一组织机构所使用。通常,一个 LAN 的范围不超过 10 km,并且经常局限于一个单一的建筑物或一组距离很近的建筑物内。LAN 的特点是组建方便、使用灵活。局域网是组成其他两种类型网络的基础。

### 想一想

自己总结一下,广域网、城域网和局域网最主要的区别是什么?我们学校的网络属于哪一种?

#### 2. 按照网络的拓扑结构分类

按照网络的拓扑结构分类,计算机网络可以分为星型网络、环型网络、总线型网络、树型网络和网状网络等几种。

(1)星型网络。各站点通过点到点的链路与中心站相连。其特点是很容易在网络中增加新的站点,容易控制数据的安全性和优先级,容易实现网络监控,但中心节点的故障会引起整个网络瘫痪。

(2)环型网络。各站点通过通信介质连成一个封闭环形。环型网络容易安装和监控,但容量有限,网络建成后,难以增加新的站点。

(3)总线型网络。所有站点共享一条数据通道。总线型网络安装简单方便,需要敷设的电缆最短,成本低,某个站点故障一般不会影响整个网络。但介质故障会导致网络瘫痪,网络安全性低,监控比较困难,增加新站点也不如星型网络容易。



(4)树型网络、网状网络等其他类型拓扑结构的网络都是以上述三种拓扑结构为基础的。

现在,星型网络是局域网中最常见的网络结构,总线型网络在局域网中多是主干网形式,环型网络趋于淘汰,网状网络一般多是广域网络。

#### 做一做

根据上面的描述,自己动手画出星型网络、环型网络、总线型网络、树型网络的拓扑结构。

### 3. 按照网络使用的传输介质分类

按照网络使用的传输介质分类,计算机网络可以分为同轴电缆网络、双绞线网络、光纤网络和无线网络。

(1)同轴电缆网络。同轴电缆是一种常见的联网方式,它比较经济,安装较为便利,但传输速率和抗干扰能力一般,传输距离较短。

(2)双绞线网络。双绞线价格便宜,安装方便,但容易受到干扰,传输速率较低,传输距离比同轴电缆要短。

(3)光纤网络。光纤网络采用光纤作为传输介质。光纤传输距离长,传输速率高,可达数千兆比特每秒,抗干扰性强,不会受到电子监听设备的监听,是高安全性网络的理想选择。

(4)无线网络。无线网络采用无线传输介质(如无线电波、微波、红外线等)作为传输介质,以电磁波作为载体来传输数据。

#### 比一比

用列表格的方法,总结上面所说的几种传输介质的优缺点,比较它们各自的优势和劣势。

### 4. 按照网络通信方式分类

按照网络通信方式分类,计算机网络可以分为点对点传输网络和广播式传输网络。

(1)点对点传输网络。其数据以点到点的方式在计算机或通信设备中传输。星型网络、环型网络均采用这种传输方式。

(2)广播式传输网络。其数据在共用介质中传输。无线网络和总线型网络均属于这种类型。

### 5. 按照网络使用目的分类

按照网络使用目的分类,计算机网络可以分为共享资源网、数据处理网和数据传输网。

(1)共享资源网。使用者可共享网络中的各种资源,如文件、扫描仪、绘图仪、打印机及各种服务。Internet 是典型的共享资源网。

(2)数据处理网。数据处理网是用于处理数据的网络,如科学计算网络、企业经营管理网络等。

(3)数据传输网。数据传输网是用来搜集、交换、传输数据的网络,如情报检索网络等。

## 6. 按照网络服务方式分类

按照网络服务方式分类,计算机网络可以分为客户机/服务器网和对等网。

(1)客户机/服务器网。在客户机/服务器网中,服务器是指专门提供服务的高性能计算机或专用设备,客户机是指用户计算机。这是客户机向服务器发出请求并获得服务的一种网络形式,多台客户机可以共享服务器提供的各种资源。这是最常用、最重要的一种网络类型,它不仅适合于同类计算机联网,而且适合于不同类型的计算机联网,如 PC<sup>®</sup>、Mac 的混合联网。这种网络的安全性容易得到保证,计算机的权限、优先级易于控制,监控容易实现,网络管理规范化。网络性能在很大程度上取决于服务器的性能和客户机的数量。目前,针对这类网络有很多优化性能的服务器,称为专用服务器。银行、证券公司都采用这种类型的网络。

(2)对等网。对等网不要求有文件服务器,每台客户机都可以与其他客户机对话,共享彼此的信息资源和硬件资源,组网的计算机一般类型相同。这种网络灵活方便,但是较难实现集中管理与监控,安全性低,较适合于部门内部协同工作的小型网络。

### 做一做

自己查阅相关资料,然后在老师的带领下组建一个对等网。

## 1.3.2 计算机网络的功能

当前,计算机网络的功能主要有以下几个方面:

### 1. 资源共享

计算机网络最具吸引力的功能是计算机网络中的用户可以共享网络中各种硬件和软件资源,这样可以使网络中各部分的资源互通有无、分工协作,从而提高系统资源的利用率。

### 2. 数据传输

数据传输是计算机网络的基本功能之一,用于实现计算机与终端或计算机与计算机之间的信息传输,从而提高计算机系统的整体性能,也大大方便了人们的工作和生活。

### 3. 集中管理

计算机网络技术的发展和运用,使得现代的办公、经营管理方式等发生了很大的变化。通过计算机网络管理系统可以将地理位置分散的生产单位或业务部门连接起来进行集中管理,提高工作效率,增加经济效益。

### 4. 分布处理

对于综合性的大型问题可以采用合适的算法,将任务分散到网络中的各台计算机上进行分布式处理,以达到均衡使用网络资源、多人协作处理的目的。

### 5. 负载均衡

负载均衡是指任务被均匀地分配给网络上的各台计算机。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负载过重时,系统会自动转移部分工作到负载较轻的计算机中去处理。

### 6. 提高安全性与可靠性

借助计算机网络可降低计算机系统出现故障的概率,提高系统的可靠性。另外,可将重



要的资源分布在不同的计算机上。这样,即使某台计算机出现故障,用户也可以通过网络来访问其他计算机中的这些资源。

### 想一想

计算机网络的功能如此强大,那么我们在实际学习和生活中使用计算机网络做了什么呢?

### 1.3.3 计算机网络的应用

计算机网络已经成为现代生活必不可少的工作、学习和娱乐工具。中国互联网络信息中心将网络应用划分为“信息获取”“交流沟通”“商务交易”和“网络娱乐”等几类,从计算机网络的角度来看,其主要应用包括如下几方面:

#### 1. 办公自动化

办公自动化(OA)是计算机网络一个重要的应用领域。随着网络技术的发展,OA系统不仅能够处理文字和数据,还能处理图像、音频、视频等多种信息,将计算机、电视、录像、录音、电话、传真等多种元素通过网络融为一体。

#### 2. 工业过程控制

计算机网络应用于工业过程控制可以提高产品的数量和质量,获得显著的经济效益。其可靠性高,便于安装与操控,实时响应速度快,也可通过软件改变控制算法,将上层控制和下层控制相结合,实现较高级的控制策略。

#### 3. 远程教育

由于计算机网络覆盖的地理范围非常广,网络中可以传输各种各样的数据,利用这种功能可以开办远程教育,使本地的学生通过网络聆听专家学者的远程授课,从而使得教育资源能够得到更充分的利用。目前,通过网络学习已成为获得持续知识的主要方法之一。

#### 4. 电子商务

现代计算机网络的普及和高速发展使得通过计算机网络销售和购买商品成为计算机网络的重要功能之一。

我国政府已相当重视电子商务对经济的拉动作用,出台了一系列政策规范和引导电子商务发展;业界电子商务的发展也如火如荼,不仅涌现出许多平台类电子商务网站,也有越来越多有远见的传统企业开始进军电子商务领域。在这种大形势下,预期未来几年电子商务会保持快速发展之势。

#### 5. 休闲娱乐

网络也同样改变了人们的休闲娱乐方式,越来越多的人开始利用网络游戏、网络音乐和网络视频进行休闲娱乐,网络休闲娱乐已成为互联网最主要的功能之一。

#### 6. 人际交流

现在,计算机网络已经逐渐成为人际交流的重要工具。人们通过电子邮件和即时通信软件(如QQ、微信)交流工作安排、学习计划、出行要求等,利用即时通信软件还可以进行语

音通信和视频通信。尤其是网络流行的微信、微博、博客和论坛等,使得任何人都可以通过网络发布自己的观点和看法,也可以对别人的看法提出不同的意见。

**想一想**

你使用 QQ 和微信吗? 它们是否给你带来了很多的便利? 你一般使用这些软件做什么呢?

## 1.4 网络体系结构概述

### 1.4.1 网络体系结构的概念

计算机网络体系结构是指计算机网络及其设备所应完成功能的一组抽象定义,是描述计算机网络通信方法的抽象模型结构。其思想是采用分层的设计方法,把复杂的网络互连问题划分为若干个较小的、单一的局部问题,在不同分层结构上予以解决。这些较小的局部问题总是比较易于研究和处理的,所以分层的目的是降低复杂性,提高灵活性。

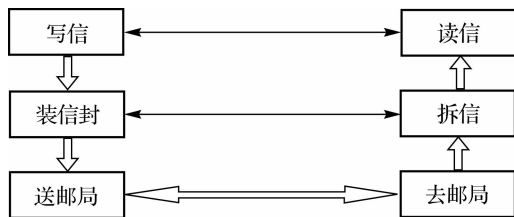


图 1-2 邮政服务的层次模型

在现实生活中处理一些复杂问题时,人们通常采用层次化的解决方式。例如,邮政服务的实现就是一种层次模型。当一个发信人要把一封信寄给一个收信人时,发信人完成写信、装信封、送邮局 3 个环节,也就是 3 个层次;同样,收信人在收信时也要经过 3 个环节,即去邮局、拆信、读信,即 3 个层次。整个过程如图 1-2 所示。

层次化的优势在于可以将问题的解决分配到各层中去,每一层解决一个小问题,最终解决整个问题。如图 1-2 中发信方通过写信、装信封、送邮局 3 个层次完成发信的过程,而收信方通过去邮局、拆信、读信完成收信的过程。同时,各层次之间又保持着密切的联系,高层进行操作时会使用到低层的服务,但高层并不需要知道低层服务的具体实现方法。分层模型体现了对复杂问题采取“分而治之”的处理方式。

网络体系结构(network architecture)就是为了完成主机之间的通信,把网络结构划分为有明确功能的层次,并规定了同层次虚通信的协议及相邻层次之间的接口与服务。因此,网络的层次结构模型与各层协议和层间接口的集合统称为网络体系结构。

**想一想**

除了上面的邮政服务的例子外,你还能举出其他的例子说明网络体系结构吗?





### 1.4.2 网络通信协议与分层体系结构

网络体系结构和网络通信协议是计算机网络的核心,要了解和理解计算机网络技术,就应该从网络通信协议和分层体系结构入手。

#### 1. 网络通信协议

在计算机网络中,为了使网络设备之间能成功地发送和接收信息,必须制定相互能接受并遵守的语言和规则,这些规则的集合就称为网络通信协议(protocol),如 TCP/IP、SPX/IPX、NetBEUI 协议。网络通信协议通常包括所传输数据的格式、差错控制方式以及在计时与时序上的有关约定。网络通信协议主要由以下 3 个要素组成:

- (1)语法(syntax):定义数据与控制信息的结构或格式,即做什么(what to do)。
- (2)语义(semantics):定义需要发出何种控制信息、完成何种协议以及做出何种应答,即怎么做(how to do)。
- (3)同步(timing):规定事件实现顺序的详细说明,确定通信状态的变化和过程,如通信双方的应答关系,即何时做(when to do)。

#### 想一想

网络通信协议在计算机网络中充当着什么样的角色?如果没有网络通信协议,那么计算机网络会是什么样子?

#### 2. 分层体系结构

计算机网络是一个十分复杂的系统,将其分解为若干个容易处理的层次(layer),然后“分而治之”,这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段。分层次是人们对复杂问题处理的基本方法,即将总体要实现的很多功能分配在不同的层次中,每个层次要完成的服务及服务实现的过程都有明确规定。不同的系统具有相同的层次,不同系统的同等层具有相同的功能,高层使用低层提供的服务时,并不需要知道低层服务的具体实现方法。

不同的计算机网络具有不同的体系结构,其层的数量、名称、内容和功能以及各相邻层之间的接口都不一样。但在不同的网络体系结构中,每一层都是为了向邻接上层提供一定的服务而设置的,且每一层都对上层屏蔽如何实现协议的具体细节。

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。每一层不必知道下面一层是如何实现的,只要知道下层通过层间接口提供的服务是什么以及本层向上层提供什么样的服务,这样就能独立设计。系统经过分层后,每一层的功能相对简单且易于实现和维护。此外,若某一层需要改动,只要不去改变它和上下层的接口服务关系,就不会影响其他各层,因此具有很大的灵活性和可维护性。

计算机网络体系结构采用分层模型的优点如下:

- (1)高层不需要知道低层是如何实现的,只需要知道低层所提供的服务,以及本层向上层提供的服务,各层独立性强。
- (2)当任何一层发生变化时,只要层间接口不发生变化,那么这种变化就不会影响到其他层,适应性强。

(3)整个系统已被分解为若干易于处理的部分,这种结构使得一个庞大而又复杂的系统实现和维护起来更容易。

(4)每层的功能与所提供的服务都有精确的定义和说明,有利于促进标准化。

### 1.4.3 层次结构的要点与划分原则

#### 1. 层次结构的要点

如果用一个表达式来表示网络体系结构,那么其定义表达如下:

$$\text{网络体系结构} = \{\text{分层, 协议, 接口}\}$$

通过网络体系结构的表达式能够看出,网络体系结构就是层、协议和服务所构成的集合。网络体系结构说明了计算机网络层次结构应如何设置,以及应该如何对各层的功能进行精确的定义。它是抽象的,而不是具体的,其目的是在统一的原则下设计、建造和发展计算机网络。网络体系结构仅给出一般性指导标准和概念性框架,至于用何种硬件和软件来实现定义的功能,则不属于网络体系结构的范畴。可见,对同样的网络体系结构,可采用不同的方法,设计完全不同的硬件和软件,来实现相应层次的功能。

计算机网络都采用层次化的体系结构,由于计算机网络涉及多个实体间的通信,其层次结构一般以图 1-3 所示的垂直分层模型来表示。

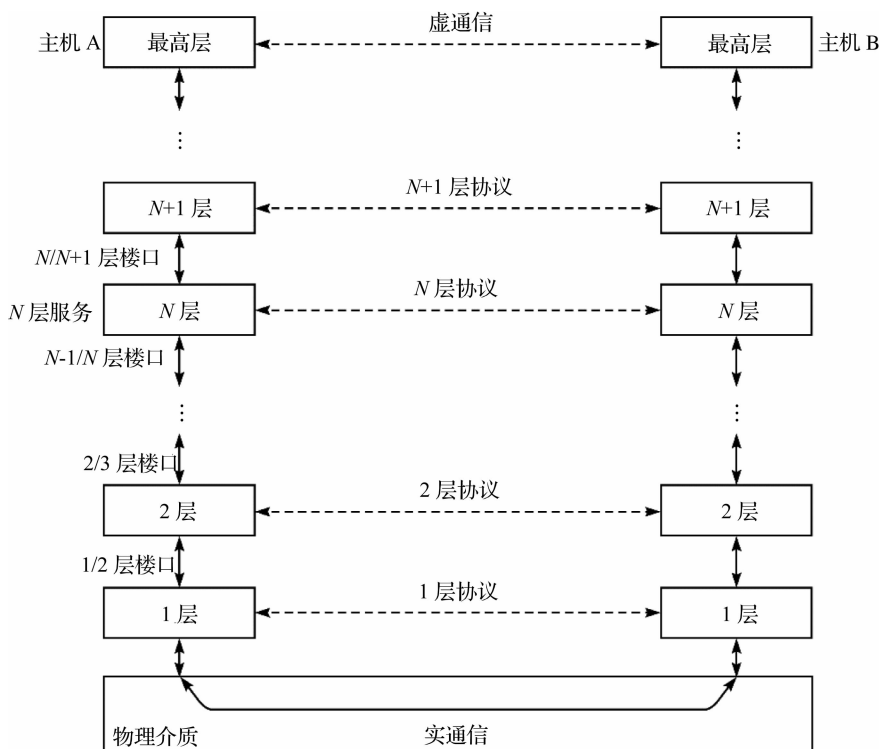


图 1-3 计算机网络的垂直分层模型

在一般分层结构中,  $N$  层是  $N-1$  层的用户, 又是  $N+1$  层的服务提供者。  $N+1$  层虽然直接使用了  $N$  层提供的服务, 实际上它还通过  $N$  层间接地使用了  $N-1$  及其以下所有各层的服务。

这种层次结构的要点可归纳如下：

- (1)除了物理介质上进行的是实通信外,其余各对等实体间进行的都是虚通信。
- (2)对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- (3) $N$ 层和 $N-1$ 层的虚通信是由 $N-1$ 层提供的服务来实现的。

## 2. 层次结构的划分原则

层次结构的划分一般要遵循以下原则：

- (1)每层的功能应是明确的,并且是相互独立的。每个层次所要实现的功能或服务均有明确的规定。
- (2)层间接口必须清晰,接口包含的信息量应尽可能少,接口功能要明确,以利于标准化。
- (3)层的数量应适中。若层次太少,则多种功能混杂在一层中,造成每一层的协议太复杂;若层次太多,则体系结构过于复杂,使描述和实现各层功能变得困难。

## 1.5 OSI 参考模型

在计算机网络产生之初,每个计算机厂商都有一套自己的网络体系结构的概念,它们之间互不相容。为此,国际标准化组织(ISO)在1979年建立了一个分委员会来专门研究一种用于开放系统互连(open systems interconnection, OSI)的体系结构。“开放”这个词表示:只要遵循OSI标准,一个系统可以和位于世界上任何地方的也遵循OSI标准的其他任何系统进行连接。开放系统互连(OSI)参考模型定义了连接不同计算机厂家的计算机的标准框架。

OSI参考模型分为7层,从下往上分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,如图1-4所示。

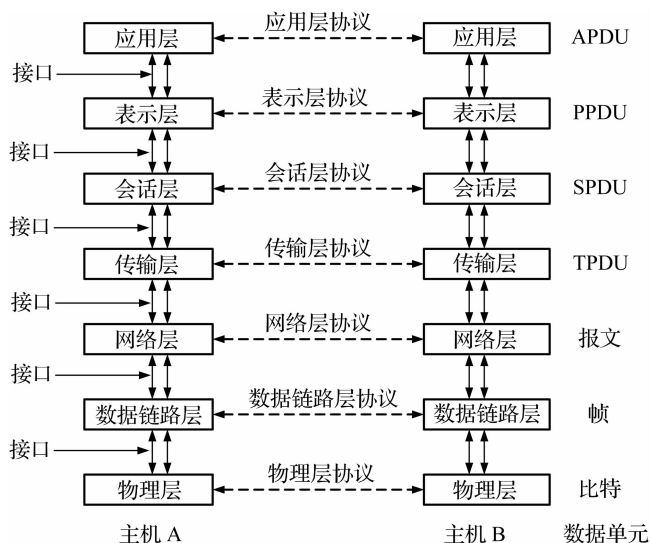


图 1-4 OSI 参考模型