

计算机 网络 技术教程

JISUANJI
WANGLUO JISHU JIAOCHENG

彭云峰 刘开芬 主编



电子科技大学出版社

计算机 网络 技术教程

JISUANJI
WANGLUO JISHU JIAOCHENG



彭云峰 刘开芬 主编



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术教程 / 彭云峰, 刘开芬主编. —成

都: 电子科技大学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-5647-3438-1

I. ①计… II. ①彭… ②刘… III. ①计算机网络—
教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第001614号

计算机网络技术教程

彭云峰 刘开芬 主编

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 罗 雅
责任编辑: 罗 雅
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 四川永先数码印刷有限公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 13.5 字数 350 千字
版 次: 2016年1月第一版
印 次: 2016年1月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-3438-1
定 价: 42.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络发展历史和发展趋势	2
1.3 计算机网络的功能和应用	4
1.4 计算机网络的体系结构	6
1.5 网络标准化	13
第 2 章 数据通信基础	15
2.1 数据通信基础理论	15
2.2 信道特性	20
2.3 数据的编码和调制技术	23
2.4 数据同步技术	28
2.5 多路复用技术	29
2.6 通信方式	31
2.7 数据交换技术	34
2.8 差错的检测与校正	37
第 3 章 网络传输介质与设备	38
3.1 线缆	38
3.2 光纤	41
3.3 网卡	42
3.4 中继器、集线器、调制解调器	46
3.5 交换机	51
第 4 章 局域网基础知识	53
4.1 局域网概述	53
4.2 以太网	59
4.3 交换式局域网	74
4.4 虚拟网络	77
4.5 无线局域网	79

第 5 章 Internet 基础	87
5.1 Internet 概述	87
5.2 Internet 的功能	91
5.3 Internet 协议体系结构	99
5.4 Internet 接入技术	100
5.5 Intranet 的规划与建设	117
5.6 配置 Web 服务器	122
第 6 章 广域网	130
6.1 概念	130
6.2 广域网的结构与种类	130
6.3 广域网标准	131
6.4 典型广域网技术简介	131
6.5 网络层的主要协议	134
6.6 广域网中的分组转发机制	135
6.7 拥塞控制	137
第 7 章 应用层	141
7.1 应用层概述	141
7.2 域名系统(DNS)	141
7.3 电子邮件系统	145
7.4 万维网(WWW)	149
第 8 章 网络管理和网络安全	155
8.1 网络管理的功能	155
8.2 网络资源管理的方法	158
8.3 网络安全	159
8.4 安全防范技术与实现	186
参考文献	208

第 1 章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的定义

首先我们将给出一个网络实例来说明其功能并定义网络的概念。

图 1-1 是一个典型的校园网络。师生可以借助这个校园网在网络上共享资源、访问 Internet、发送电子邮件、用聊天软件交流、在学习平台上互动等。

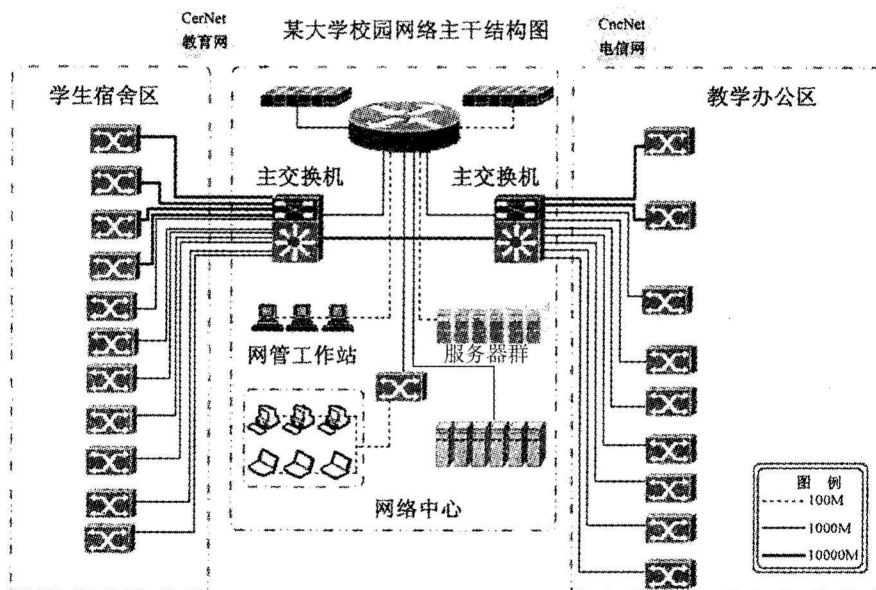


图 1-1 网络举例

由图 1-1 可见，计算机网络是计算机技术和通信技术发展和结合的产物，是“使用通信线路把分布在不同地点的计算机连接起来，通过通信协议软件，达到资源共享目的的系统”。

在这个定义中要掌握以下三个要点。

第一，不同地点的计算机，包括不在同一位置的计算机。例如一个家庭住户内部的 3 台计算机，或学校实验室、教室、宿舍中的计算机。

第二，通信协议，它是某些约定的集合。如同人们在做贸易之前签订的合同，其中写了许多条款，像如何交货、如何付款、出现质量问题如何解决等，在具体履行过程中，按合同的条款执行就可以了。在设备种类繁多、服务功能复杂的网络上，会有更多的十分必

要的约定条款，它们被集合起来，称为协议。协议如同游戏的规则，没有规则，游戏就没办法玩下去。

对于网络的规则，很多组织和厂商甚至个人设计了大量的协议，其中最著名、最常用的协议是 TCP/IP 协议（后面章节将会介绍这个协议）。

第三，资源共享。在网络上，数据资源、软件和硬件资源很多，通过网络与他人共享丰富的资源是计算机网络应用的主要目标之一。

1.2 计算机网络发展历史和发展趋势

1.2.1 网络的发展历史

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。一般而言，计算机网络的发展可分为四个阶段。

第一阶段：计算机技术与通信技术相结合，形成计算机网络的雏形。

第二阶段：在计算机通信网络的基础上，完成网络体系结构与协议的研究，形成计算机网络。

第三阶段：在解决计算机联网与网络互联标准化问题的背景下，提出开放系统互联参考模型与协议，促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

第四阶段：计算机网络向互联、高速、智能化方向发展，并得到广泛应用。

在计算机时代早期，计算机世界被名为分时系统的大系统所统治。分时系统允许用户通过只含显示器和键盘的“傻瓜”终端使用主机，“傻瓜”终端很像 PC，但没有 CPU、内存和硬盘。通过这样的终端，成百上千的用户可以同时访问主机。由于分时系统是将主机时间分成片后分配给用户的，时间片很短，会让用户产生错觉，以为主机完全为他/她服务。

1969 年 12 月，Internet 的前身——美国的 ARPA 网——投入运行，它标志着计算机网络的兴起。

之后，在 20 世纪 70 年代，大的分时系统被微机系统取代。微机系统在小规模上采用了分时系统。在分时计算机系统基础上，远程终端计算机系统通过调制解调器（Modem）和公用电话网（PSTN）向地理分布不同的远程终端用户提供共享资源的服务。这虽然还不能算真正的计算机网络系统，却是计算机与通信系统结合的最初尝试。远程终端用户已经体会到“计算机网络”的服务了。在远程终端计算机系统基础上，人们开始研究把计算机与计算机通过 PSTN 等已有的通信系统互联起来。为了使计算机之间的通信连接可靠，建立了分层通信体系和相应的网络通信协议，于是诞生了以资源共享为主要目的的计算机网络。由于网络中计算机之间具有数据交换的能力，提供了在更大范围内计算机之间协同工作、实现分布处理甚至并行处理的能力，联网用户之间直接通过计算机网络进行信息交换的通信能力也大大提高。

20 世纪 80 年代初，随着 PC 机应用的推广，PC 联网的需求也随之增大，各种基于 PC

互联的微机局域网纷纷亮相。这个时期是微机局域网快速发展时期,是一种典型的客户机/服务器模式。典型结构是在共享传输线路通信网平台上共享文件服务器,网络文件服务器为所有联网的PC提供可共享的文件资源服务。每个PC机用户只在需要访问共享的文件资源时才通过网络访问文件服务器,体现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。

计算机网络系统中计算机的型号和其他设备比较复杂,所应用的软件也不相同,计算机之间相互通信涉及许多复杂的技术问题,为实现网络中设备之间、系统之间的“沟通”和“交流”,国际标准化组织ISO在1984年正式颁布了“开放系统互联基本参考模型”OSI国际标准,初衷是想利用这套标准推进计算机网络体系结构的标准化进程。

20世纪90年代,计算机技术、通信技术以及计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是在1993年,美国宣布建立国家信息基础架构(National Information Infrastructure, NII)后,许多国家纷纷制定和建立本国的NII,从而极大地推动了计算机网络技术的发展,使计算机网络进入了一个崭新的发展阶段。

网络互联和高速计算机网络正成为最新一代的计算机网络的发展方向。全球以美国为核心的高速计算机互联网络Internet已经成为人类最重要的、最丰富的知识宝库。美国政府分别于1996年和1997年开始研究更加快速可靠的互联网2(Internet 2)和下一代互联网(Next Generation Internet)。我国目前也在实验下一代互联网,已经开通IPv6实验网(可以参考中国教育科研网的IPv6网,网址:<http://www.cernet2.edu.cn>)。

1.2.2 发展趋势

近几年,网络在无线通信和下一代互联网、双核或多核半导体器件技术、人工智能、高性能计算机、网络安全等基础研究方面取得重大进展。在前沿信息技术的发展动向中,以下网络技术的发展和研究成为热点。

1. 蓝牙技术

蓝牙技术是应用时间最长的一种近距离无线通信技术。蓝牙技术发展的重点将放在性能、安全和功耗上,以完善其功能。

2. Wi-Fi(无线相容认证)技术

Wi-Fi(无线相容认证)技术在欧美和亚太地区的机场、交通枢纽和商务区大量部署,发展势头强劲。

3. ZigBee技术

ZigBee技术具有近距离、低功耗、低成本等特点,但数据传输速率低,在固定或移动设备的无线连接上将有广泛的应用。

4. 超宽带无线UWB技术

超宽带无线UWB技术由于其广泛的应用面,有望补充和替代蓝牙技术和Wi-Fi技术。众多厂商因此蜂拥而上进行相应的产品开发。

5. W1Msx技术

W1Msx技术是最值得关注的无线宽带上网技术,具有许多优势,能给用户提供真正

❖ 计算机网络技术教程 ❖

的无线宽带网络服务甚至是移动通信服务，其标准已被制定。

6. 宽带通信技术

借助已有电话线路的 DSL 技术是目前发展最为迅猛的宽带通信技术。广播电视部门大力发展的光纤同轴混合网 HFC 技术已进入商业化应用阶段。光纤配合局域网接入方式正成为新的宽带接入方式。电力宽带（BRL）则有利于市场竞争。正交频分复用 OFDM 技术与无线通信领域的多输入多输出（MIMO）技术相结合，应用于下一代无线宽带网，将是无线通信技术领域中的长期热点。软件无线电有望实现多种标准兼容，实现有线网与无线网融合。

7. 万兆铜缆以太网传输技术

万兆铜缆以太网传输技术已开始使用，但仍需解决若干难题。

8. 后 3G 技术

尽管 3G 通信尚未在全球普及，但后 3G 技术的研究已蓬勃开展，一些公司已推出样品。对后 3G 时代影响最大的是向 3.5G 升级以及将移动互联（WLAN）整合到广域网络。其中，最值得关注的是高速下行分组数据业务接入 HSDPA 技术（有人称之为 3.5G 技术），它有可能将 3G 的能力扩充为一个全 IP 网络，并将无线通信和有线通信进行整合。

9. 视频通信技术

视频通信技术已获得较广泛应用，已有不少产品问世，IP 电话（VoIP）在发达国家推广迅速，基于互联网协议（全 IP）的计算机网络、有线电视网络和互联网的三网合一获得重要进展。

此外，网络技术将在宽带技术的进一步完善和提高方面、移动网络和无线通信技术的应用方面、多媒体网络与传统网络的结合方面、网络技术与计算机技术的紧密结合方面和网络安全环境方面，有更大的发展空间。

1.3 计算机网络的功能和应用

1.3.1 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要体现在以下几方面。

1. 实现计算机系统的资源共享

资源共享是计算机网络最基本的功能之一。用户所在的单机系统，无论硬件还是软件资源总是有限的。单机用户一旦连入网络，在操作系统的控制下，该用户就可以使用网络中其他计算机资源来处理自己提交的大型复杂问题；可以使用网上的高速打印机打印报表、文档，可以使用网络中的大容量存储器存放自己的数据信息。对于软件资源，用户可以使用各种程序、各种数据库系统等。

当今社会的发展，信息产业已成为国民经济中的重要产业，现代社会离不开科技信息、文化信息、经济信息，而计算机网络是加工处理信息的最有力的工具。随着计算机网络覆盖地域的扩大和网络的发展，信息交流与访问愈来愈不受地理位置和时间的限制。例如，连入 Internet 的用户可以随时访问网上的各种信息、获取各种知识。

计算机网络使人们能对计算机软硬件和信息互通有无,大大提高资源的利用率,提高信息的处理能力,节省数据信息处理的平均费用。

2. 实现数据信息的快速传递

计算机网络是现代通信技术与计算机技术结合的产物,分布在不同地域的计算机系统可以及时、快速地传递各种信息,极大地缩短不同地点计算机之间数据传输的时间。这对于股票和期货交易、电子邮件、网上购物、电子贸易是必不可少的传输平台。

3. 提高可靠性

在一个系统内,单个部件或计算机的暂时失效是可能发生的,因此只能通过改换资源的办法来维持系统的继续运行。建立计算机网络后,重要资源可通过网络在多个地点互做备份,并可使用户可通过几条路由来访问网内某种资源,从而有效避免单个部件、计算机或通信链路的故障对用户访问的影响。

4. 提供负载均衡与分布式处理能力

负载均衡是计算机网络的一大特长。举个典型的例子:一个大型 ICP (Internet 内容提供商) 为了支持更多的用户访问他的网站,在全世界多个地方放置了相同内容的 WWW 服务器;通过一定技术使不同地域的用户看到放置在离他最近的服务器上的相同页面,这样来实现各服务器的负载均衡,同时用户也获得了最快捷的访问路由。

分布式处理是把任务分散到网络中不同的计算机上并行处理,而不是集中在一台大型计算机上,使其具有解决复杂问题的能力,这样可以大大提高效率和降低成本。

5. 集中管理

对于那些地理位置上分散而事务需要集中管理的组织、部门,可通过计算机网络来实现集中管理。例如飞机、火车订票系统,银行通存通兑业务系统,证券交易系统,数据库远程检索系统,军事指挥决策系统等。由于业务或数据分散于不同的地区,而又需要对数据信息进行集中处理,单个计算机系统是无法完成任务的,此时就必须借助网络完成集中管理和信息处理。

6. 综合信息服务

网络的一大发展趋势是多维化,即在一套系统上提供集成的信息服务,包括来自政治、经济、生活等各方面的资源,同时还提供多媒体信息,例如图像、语音、动画等。

1.3.2 计算机网络的应用

计算机网络由于其强大的功能,已成为现代信息产业的重要支柱,被广泛地应用于现代生活的各个领域,下面从几个领域看看有关计算机网络的应用。

1. 办公自动化

随着时代的发展,人们已经不满足于用微机进行文字处理及文档管理,也不满足传真机、复印机等第一代办公自动化设备的使用,现在人们要求把同一个单位的微机、数字复印机、数字打印机等连成网络,可靠、高效地完成公文处理、会议管理、信息发布、车辆调度等各项业务。

2. 管理信息系统

对于现代化的企业,计算机网络的应用给现代管理信息系统提供了网络平台,企业内

的各个子系统,例如计划统计、劳动人事、仓库设备、生产管理、财务管理及厂长经理查询子系统,可以在计算机网络上运行,网络可以实现各个子系统数据信息的共享和数据信息的传输,提高了企业的管理水平,企业信息化水平的不断提高都是以网络应用为基础的。

3. 过程控制

在现代化的工厂里,各生产车间的生产过程和自动化控制可以用网络来相互通信、交换数据,控制各种设备协调工作。这样,可以大大提高生产效率,提高产品质量,从而有效地增加效益。

4. Internet 应用

(1) 电子邮件(E-mail)。电子邮件是 Internet 最早的应用之一,出现于 20 世纪 70 年代,90 年代中期以后,Internet 快速发展,使得电子邮件成为广大网络用户得心应手的网络交流方式之一。电子邮件具有方便、快速、费用低廉等优点,能够实现更为复杂、多样的服务,包括:一对多的发邮件,邮件的转发和回复,在邮件中包含声音、图像等多媒体信息等;人们还可以像订购报纸杂志一样在网上订购所需的信息,通过电子邮件定期送到自己的电子邮箱中。

(2) 信息发布。随着 WWW 的飞速发展,越来越多的企业、政府、学校甚至个人都建立起了自己的网站(Web site),上网查询信息已经不仅仅是一种时尚,更是快速获得所需信息的重要手段。网上的信息越丰富,人们对上网获取信息的依赖就越强,网上信息发布的效果也就越明显。Internet 已经成为继报纸、广播、电视之后的“第四媒体”。

(3) 电子商务(E-Commerce)。电子商务是因特网应用的第三阶段,是网络技术直接促进商品经济发展的最尖端应用。它包括 B-B(商业机构对商业机构)、B-C(商业机构对个人)、B-G(商业机构对政府)、C-C(个人对个人)等各种模式,电子商务为人们展示了一个全新、璀璨的世界。尽管电子商务的应用在安全、法律、技术等方面还存在很多问题,但它的全面应用是知识经济时代发展的必然趋势。

(4) 远程音频、视频应用。计算机技术的发展及网络通信技术的长足进步使得跨地区甚至跨国界的声音、图像传递成为现实。例如,通过视频点播(VOD)服务,点播用户只要操作遥控器,主动点播,就能收看和欣赏节目库中自己喜爱的任何节目。远程音频、视频主要应用于 IP 电话、网上可视电话、远程多媒体教学、网上医院、影像传输等。

1.4 计算机网络的体系结构

1.4.1 计算机网络体系结构的形成

计算机网络体系结构的形成与计算机网络本身的发展有着密切的联系。计算机和通信技术的结合形成了计算机网络,用户的应用需求促进了网络的发展。早期的网络都是各个公司根据用户的要求而独立开发的,都提出了基于本公司产品的网络体系结构,如 IBM 的 SNA、DEC 的 DNA 等,但这种体系结构相互独立,不能互联操作。

根据用户和厂商的这种需求,国际标准化组织(ISO)联合了许多厂商和专家,在已提出的各种计算机网络体系结构的基础上加以总结,最终提出了开放系统互联/参考模型

(Open System Interconnect/Reference Model, OSI/RM), 由此衍生出一系列的 OSI 标准。

所谓网络体系就是为了完成计算机间的通信合作, 把每个计算机互联的功能划分成有明确定义的层次, 规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。将这些同层进程通信的协议以及相邻层接口统称为网络体系结构。

1.4.2 协议的基本概念

一个计算机网络有许多互相连接的节点, 在这些节点之间要不断地进行数据的交换。要做到有条不紊地交换数据, 每个节点就必须遵守一些事先约定好的规则。这些为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定即称为网络协议。

网络协议主要由以下 3 个要素组成。

(1) 语法: 即数据与控制信息的结构或格式。例如, 在某个协议中, 第一字节表示源地址, 第二字节表示目的地址, 其余字节为要发送的数据等。

(2) 语义: 定义数据格式中每一个字段的含义。例如, 发出何种控制信息、完成何种动作以及做出何种应答等。

(3) 同步: 收发双方或多方在收发时间和速度上的严格匹配, 即事件实现顺序的详细说明。

1.4.3 网络的层次结构

计算机网络系统是一个十分复杂的系统。将一个复杂系统分解为若干个容易处理的子系统, 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”就是系统分解的最好方法之一。

在图 1-2 所示的一般分层结构中, N 层是 $N-1$ 层的用户, 又是 $N+1$ 层的服务提供者。 $N+1$ 层虽然只直接使用了 N 层提供的服务, 实际上它通过 N 层还间接地使用了 $N-1$ 层以及以下所有各层的服务。

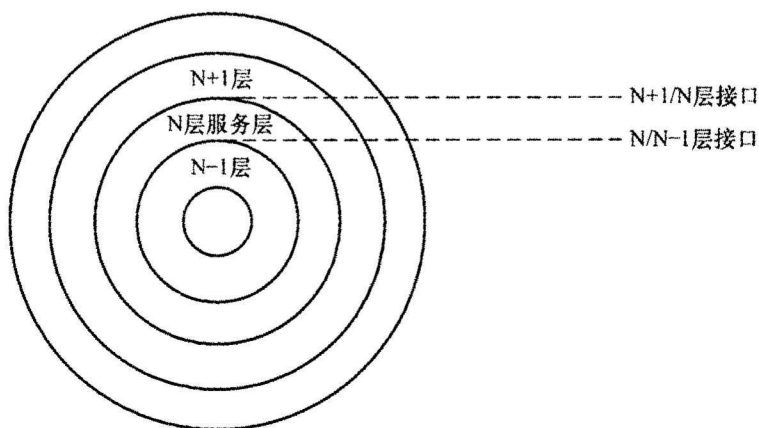


图 1-2 网络的层次结构

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。层次结构划分的原则如下。

(1) 每层的功能应是明确的, 并且是相互独立的。当某一层的具体实现方法更新时,

❖ 计算机网络技术教程 ❖

只要保持上、下层的接口不变,便不会对邻居层产生影响。

(2) 层间接口必须清晰,跨越接口的信息量应尽可能少。

(3) 层数应适中。若层数太少,则造成每一层的协议太复杂;若层数太多,则体系结构过于复杂,使描述和实现各层功能变得困难。

网络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。

1.4.4 OSI 参考模型结构

开放系统互联/参考模型(OSI/RM)是由国际标准化组织于1997年开始研究、于1983年正式批准的网络体系结构参考模型。这是一个标准化开放式计算机网络层次结构模型。在这里,“开放”的含义是表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行互联。

OSI的体系结构定义了一个七层模型,从下向上依次为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,各层表示如图1-3所示。

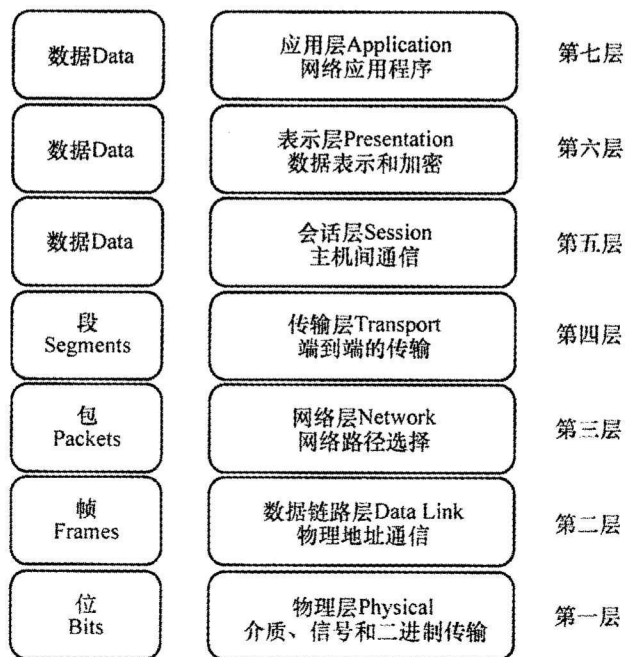


图 1-3 OSI 参考模型及各层数据格式

1.4.5 OSI 各层的功能

OSI各层功能简要介绍如下。

(1) 物理层(Physical Layer)。定义了为建立、维护和拆除物理链路所需的机械的、

电气的、功能的和规程的特性，其作用是使原始的数据比特流能在物理媒体上传输。具体涉及接插件的规格、0/1 信号的电平表示、收发双方的协调等内容。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)。比特流被组织成数据链路协议数据单元 (通常称为帧)，并以其为单位进行传输。帧中包含地址、控制、数据及校验码等信息。数据链路层的主要作用是通过校验、确认和反馈重发等手段，将不可靠的物理链路改造成对网络层来说无差错的数据链路。数据链路层还要协调收发双方的数据传输速率，即进行流量控制，以防止接收方因来不及处理发送方传输来的高速数据而导致缓冲器溢出及线路阻塞。

(3) 网络层 (Network Layer)。数据以网络协议数据单元 (分组) 为单位进行传输。网络层关心的是通信子网的运行控制，主要解决如何使数据分组跨越通信子网从源传送到目的地的问题，这就需要在通信子网中进行路由选择。另外，为避免通信子网中出现过多的分组而造成网络阻塞，需要对流入的分组数量进行控制。当分组要跨越多个通信子网才能到达目的地时，还要解决网络互联的问题。

(4) 传输层 (Transport Layer)。第一个端一端，也即主机—主机的层次。传输层提供的端到端的透明数据传输服务，使高层用户不必关心通信子网的存在，由此用统一的传输原语书写的高层软件便可穿行于任何通信子网上。传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。

(5) 会话层 (Session Layer)。进程—进程的层次，其主要功能是组织和同步不同的主机上各种进程间的通信 (也称为对话)。会话层负责在两个会话层实体之间进行对话连接的建立和拆除。在半双工情况下，会话层提供一种数据权标来控制某一方何时有权发送数据。会话层还提供在数据流中插入同步点的机制，使得数据传输因网络故障而中断后，可以不必从头开始而仅重传最近一个同步点以后的数据。

(6) 表示层 (Presentation Layer)。为上层用户提供共同的数据或信息的语法表示变换。为了让采用不同编码方法的计算机在通信中能相互理解数据的内容，可以采用抽象的标准方法来定义数据结构，并采用标准的编码表示形式。表示层管理这些抽象的数据结构，并将计算机内部的表示形式转换成网络通信中采用的标准表示形式。数据压缩和加密也是表示层可提供的表示变换功能。

(7) 应用层 (Application Layer)。开放系统互联环境的最高层。不同的应用层为特定类型的网络应用提供访问 OSI 环境的手段。网络环境下不同主机间的文件传送访问和管理 (FTAM)、传送标准电子邮件的文电处理系统 (MHS)、使不同类型的终端和主机通过网络交互访问的虚拟终端 (VT) 协议等都属于应用层的范畴。

1.4.6 TCP/IP 体系结构

网络互联是目前网络技术研究的热点之一，并且已经取得了很大的进展。在诸多网络互联协议中，传输控制协议/互联网协议 (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, TCP/IP) 是一个使用非常普遍的网络互联标准协议。目前，众多的网络产品厂家都支持 TCP/IP，并被广泛用于因特网 (Internet) 连接的所有计算机上，所以 TCP/IP 已成为一个事实上的网络工业标准，建立在 TCP/IP 结构体系上的协议也成为应用最广泛的协议。

TCP/IP 模型采用四层的分层体系结构，由下向上依次是网络接口层、网络层、传输层和应用层。TCP/IP 四层协议模型以及与 OSI 参考模型的对照关系如图 1-4 所示。

1.4.7 TCP/IP 体系结构中各层的功能

TCP/IP 体系结构中各层的主要功能如下。

(1) 网络接口层。TCP/IP 模型的最底层是网络接口层，它相当于 OSI 参考模型的物理层和数据链路层，它包括那些能使 TCE/IP 与物理网络进行通信的协议。然而，TCP/IP 标准并没有定义具体的网络接口协议，而是旨在提供灵活性，以适应各种网络类型。一般情况下，各物理网络可以使用自己的数据链路层协议和物理层协议，不需要在数据链路层上设置专门的 FCE/IP。

(2) 网络层。在因特网标准中正式定义的第一层。网络层所执行的主要功能是消息寻址以及把逻辑地址和名称转换成物理地址。通过判定从源计算机到目标计算机的路由，该层还控制通信子网的操作。在网络层中，最常用的协议是网络协议（IP），此外还包含互联网控制报文协议（ICMP）、地址转换协议（ARP）和反向地址转换协议（RARP）。

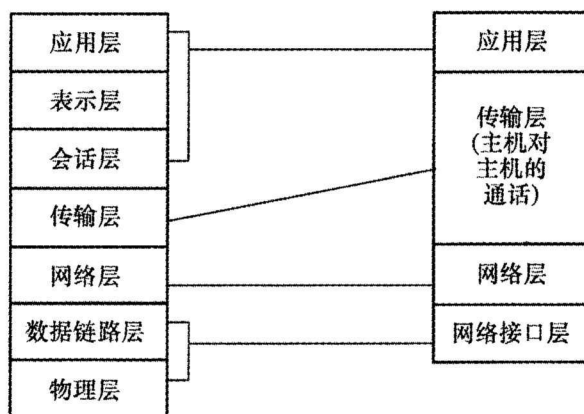


图 1-4 TCP/IP 四层与 OSI 七层对应关系

(3) 传输层。在 TCP/IP 模型中，传输层的主要功能是提供从一个应用程序到另一个应用程序的通信，常称为端对端的通信。现在的操作系统都支持多用户和多任务操作，一台主机可能运行多个应用程序（并发进程），因此所谓端到端的通信实际是指从源进程发送数据到目标进程的通信过程。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），分别支持两种数据传送方法。

(4) 应用层。TCP/IP 模型的应用层是最高层，但与 OSI 的应用层有较大区别。实际上，TCP/IP 模型的应用层的功能相当于 OSI 参考模型的会话层、表示层和应用层共 3 层的功能，最常用的协议包括文件传输协议（FTP）、远程登录（Telnet）、域名服务（DNS）、简单邮件传输协议（SMTP）和超文本传输协议（HTTP）等。

1.4.8 OSI 与 TCP/IP 体系结构的比较

OSI/RM 与 TCP/IP 的差别主要体现在以下两方面。

1. 出发点不同

OSI/RM 是作为国际标准而制定的，兼顾各方体系结构，大而全，协议的数量和复杂性都远高于 TCP/IP，以致成熟的产品推出迟缓，妨碍厂家开发相应的硬件、软件产品，

影响市场占有率和发展。而 TCP/IP 是为军用网 ARPAnet 设计的体系结构，一开始就考虑了一些特殊要求，如可用性、鲁棒性（健壮性）、安全性、网络互联性以及处理瞬间大信息量的能力等，很有特色。此外，TCP/IP 是最早的网络互联协议，它的发展顺应社会需求，来自实践，在实践中不断改进与完善，又与流行的 UNIX 操作系统相结合，因而有成熟的产品、强大的市场，为广大计算机工作者、厂商和用户所接受。

2. 对以下问题的处理方法不相同

(1) 对层次间的关系，OSI/RM 是严格按“层次”关系处理的，两个 (N) 实体通信必须通过下一层的 (N-1) 实体，不能越层。而 TCP/IP 则不同，它允许越层直接使用更低层次所提供的服务。因此，这种关系实际上是“等级”的，这种等级关系减少了一些不必要的开销，提高了协议的效率。

(2) 对异构网互联问题，TCP/IP 一开始就考虑到了，并将互联网协议 (IP) 单设一层。但 OSI/RM 最初只考虑用一个标准的公用数据网互联不同系统，后来认识到互联网协议的重要性，才在网络层中划出一个子层来完成 IP 任务。

(3) OSI/RM 开始只提供面向连接的服务，而 TCP/IP 一开始就将面向连接和无连接服务并重，因为无连接的数据报服务对互联网中的数据传送和分组话音通信是很方便的。

此外，TCP/IP 有较好的网络管理功能，而 OSI/RM 也是到后来才考虑这个问题。

1.4.9 数据传输的过程

图 1-5 给出了 OSI 环境中数据传输过程，用户 A 的应用进程 A 和用户 B 的应用进程 B 进行通信，步骤如下。

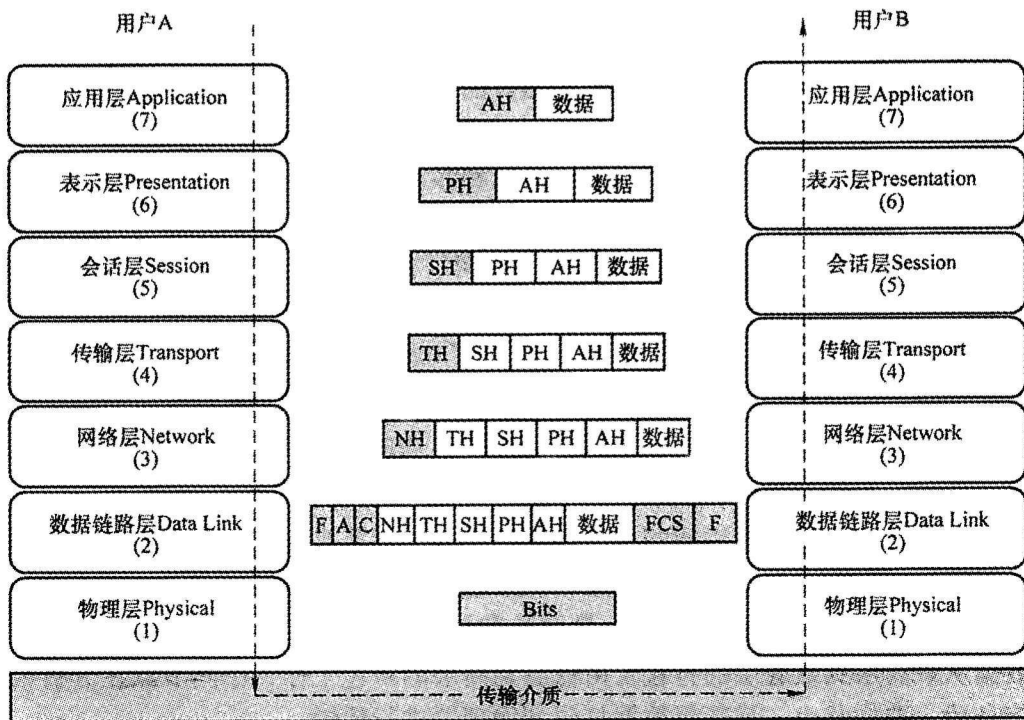


图 1-5 OSI 参考模型中的数据传递

(1) 当应用进程 A 的数据传送到应用层时,应用层为数据加上本层控制报头 (Application Head, AH) 后,组织成应用层的数据服务单元,然后再传输到表示层。

(2) 表示层接收到这个数据单元后,加上本层的控制报头 (PH),组成表示层的数据服务单元,再传送到会话层。依此类推,数据传送到传输层。

(3) 传输层接收到这个数据单元后,加上本层的控制报头 (TH),就构成了传输层的数据服务单元,它被称为报文 (Message)。

(4) 传输层的报文传送到网络层时,由于网络层数据单元的长度有限制,传输层报文将被分成多个较短的数据字段,加上网络层的控制报头 (NH),就构成网络层的数据服务单元,它被称为分组 (Packet)。

(5) 网络层的分组传送到数据链路层时,加上数据链路层的控制信息 (对 Packet 封装帧头和帧尾),就构成了网络层的数据服务单元,它被称为帧 (Frame)。

(6) 数据链路层的帧传送到物理层后,物理层将以比特流的方式通过传输介质传输出去。当比特流到达目的节点计算机 B 时,再从物理层依层上传,每层对各层的控制报表进行处理,将用户数据上交高层,最终将进程 A 的数据送给用户 B 的进程 B。

进程 A 的数据从应用层依次向下传递,添加每一层的标记,这是一个数据封装的过程;进程 B 接收数据,去掉每层添加的标记,是一个解封装的过程。尽管应用进程 A 的数据在 OSI 环境中经过复杂的处理过程,才能送到另一台计算机的应用进程 B,但对于每台计算机的应用进程来说,OSI 环境中数据流的复杂处理过程是透明的。应用进程 A 的数据好像是“直接”传送给应用进程 B,这就是开放系统在网络通信过程中最本质的作用。

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。其发展经历了从简单到复杂、从低级到高级的过程,分为第一代面向终端的计算机网络、以分组交换为核心的第二代计算机网络、以 OSI 为核心的第三代计算机网络和以高速和多媒体应用为核心的第四代计算机网络。

一般对计算机网络的定义是:计算机网络是一个系统的集合,这个系统包括联网的计算机、终端设备、数据传输设备,以共享资源 (硬件、软件和信息) 为目的。网络的主要功能是向用户提供资源的共享和数据的传输,而用户本身无须考虑自己以及所用资源在网络中的位置。

计算机网络可按不同的标准进行分类,按网络的应用范围,可将计算机网络划分为广域网、城域网和局域网;按拓扑结构,可划分为总线型、环形、星形和网状网络;按计算机网络的系统功能可分为资源子网和通信子网两大部分。

网络体系是为了完成计算机间的通信合作,把每个计算机互联的功能划分成有明确定义的层次,规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口及服务。常见的网络体系结构有 OSI 的七层模型和 TCP/IP 的四层模型,具体的数据传输时,在源主机和目的主机上重复进行的是数据从最高层到最底层的打包及由低层到高层的解包工作,中间节点在分析数据报的网络层信息后,选择路由,重新将数据打包到物理层进行传输。