

大学非计算机专业理工科计算机应用教材

INTERNET 教程

王士元 编著

INTERNET
JIAOCHENG

南开大学出版社

大学非计算机专业理工科计算机应用教材

Internet 教程

王士元 编著

南开大学出版社
天津

内容简介

本书从网络概念与如何建立局域网开始，讲述了网络的一些基础知识，并进而引入到 Internet 中，讲述了 Internet 的一些概念和 Internet 的应用，如网页浏览、电子邮件、BBS、阅读新闻组、文件下载、Gopher、网络电话、网上寻呼机、电子商务等，最后讲述了制作网页的标记语言 HTML 与网页编辑器 FrontPage 的精编版 FrontPage Express（该编辑器是捆绑在 Windows 98 的 IE 4.0 上），并分别介绍了如何制作个人网页，如何将网页提交到 Web 服务器上，以供在 Internet 上浏览。

本书可作为非计算机专业理工科学生教材——《数据结构与数据库系统》的后继教材，也可单独作为计算机应用课的教材，同时也适合用作计算机培训与广大计算机爱好者自学用书。

图书在版编目（CIP）数据

Internet 教程/王士元编著. —天津：南开大学出版社，2000. 11
大学非计算机专业理工科计算机应用教材
ISBN 7-310-01479-0

I. I. . . II. 王. . . III. 因特网-高等学校-教材
IV. TP393. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 45167 号

出版发行	南开大学出版社 地址：天津市南开区卫津路 94 号 邮编：300071 电话：(022) 23508542
出版人	肖占鹏
承 印	天津宝坻第十印刷厂印刷
经 销	全国各地新华书店
版 次	2000 年 11 月第 1 版
印 次	2000 年 11 月第 1 次印刷
开 本	880mm×1230 mm 1/16
印 张	10. 75
字 数	336 千字
印 数	1-3000
定 价	19. 00 元

前 言

由于网络技术的发展,把一个浩大的地球变成了一个地球村,Internet 热在不断升温,应用领域愈来愈广。虽然读者可能自己不会成为一个网络工程师、网络管理员,但懂得网络的一些基本概念,尤其对 Internet 技术有较多的了解则是必须的。如何通过网页将信息发布到 Internet 上去,这是现代大学生必须具备的技能,本书便是适应这种要求而编写的。

本教材是软件技术课程的第二本教材,接在《数据结构与数据库系统》一书之后。为了增加讲授的灵活性并考虑到教材内容的差异与讲授课时的限制,因而将 Internet 内容单独作为一本教材出版,它既是前一本教材《数据结构与数据库系统》的后继本,又是一本可单独使用的教材。

本书从网络的基本概念和如何组建局域网开始,逐渐将 Internet 广阔而诱人的空间展现在读者面前。主要涉及了 TCP/IP 协议和 IP 地址的概念,并用简单易懂的解释讲解了 Internet 中用到的一些关键术语,讲解了如何将用户的计算机或一个局域网联入到 Internet 中。当知道了如何联入 Internet 中后,接着用较多篇幅讲解了 Internet 的应用,如网页浏览、电子邮件、文件下载、Gopher、电子公告牌 BBS、阅读新闻组、网络电话、网上寻呼机、电子商务等,最后讲解了如何使用制作网页的标记语言——HTML,并介绍了如何用 HTML 制作一个个人主页,如何用流行的网页编辑器 FrontPage 的精缩版 FrontPage Express 制作一个网页(该编辑器是捆绑在 Windows 98 的 IE 4.0 上),以及如何将制作好的网页提交到 Internet 上,以供网上浏览。这些内容都应是当代大学生必备的计算机应用手段。由于通过 C 语言与《数据结构与数据库系统》的学习,学生计算机自学能力已大大提高,另外限于讲授课时,本书许多内容可由学生上机时自己实践掌握。当本教材一些关键内容讲授后,许多操作内容可作为学生的上机指导,由学生独立完成。

本教材在写作过程中得到骆家舜、朱耀庭、朱思愈等教授的指导,特表示感谢。

本教材第 3 章由邓蓓编写,插图由马雪勇制作。王刚制作了本教材的多媒体光盘,王梅参加了网络部分的工作。

由于时间仓促及本人水平所限,书中错误在所难免,望读者批评指正。

作者

2000 年 7 月于南开大学

计算机网络基本概念

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络的产生是通信与计算机相结合的产物。通信技术为计算机间的数据传输和交换提供了手段，计算机技术又提高了通信水平。

计算机网络的发展经历了四个阶段：

1. 第一代计算机网络

一台计算机远程连接了许多终端，终端是没有计算机处理能力的设备，如打印机、显示器等。计算机是网络的中心与控制者，终端围绕中心计算机分布在各各地。计算机的主要任务是接收信息并进行处理，终端仅用来向计算机发送信息与接收计算机的处理结果。

第一代计算机网络又称为面向终端的计算机通信网，20 世纪 60 年代初开始出现这种网络，并得到了发展。它的特点是各个终端通过通信线路共享远程连接的主机资源。

2. 第二代计算机网络

许多计算机主机和终端通过通信线路连接，主机和终端都处在网络的外围，构成了用户资源子网，用户的信息通过通信子网进行分组（打包），再进行存储转发，并送到目的主机或终端上去，用户不仅可共享通信子网的资源，也可共享资源子网的许多资源。

分组交换和电路交换是有差别的，打电话时接通电路后，此线路一直被双方占用，当挂断后，另外用户又可占用该线路，即该线路又让给另外用户使用，这称为电路（线路）交换。

计算机发送信息的时间很短（比起线路连通的时间要短得多），它是让线路始终为大家公用，不交换，将用户信息分组（打包），当包上写有发送与接收地址时，这样大家可同时共用线路（线路不交换），不同用户的信息包在线路中同时传送，各信息包到达目的地后，将分组信息再组合成完整信息。

20 世纪 70 年代为第二代计算机网络发展的时期。

3. 第三代计算机网络

由于社会的发展，不同网络结构的用户希望不同网络间实现互联，以共享资源与交换信息，于是 1977 年成立了 ISO（国际标准化组织），以进行网络互联标准的制定，推出了开放系统互联基本参考模型 OSI/RM（Open System Interconnection/Reference Model），简称为 OSI，从此网络进入第三代，最典型的例子是出现了全球网络性质的 Internet。

进入 20 世纪 90 年代，计算机网络飞速发展，网络向综合化、高速化发展。目前出现的综合业务数字网——ISDN(Integrated Services Digital Network)，它可以将语言、声音、数据图像都以二进制的数字形式综合到一个网络中传递，网络速度可达到几百兆比特/秒，甚至更快。

目前出现的异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 又称为信元模式，可使网络速度更快，这种网又称为高速综合业务数字网 B-ISDN(Broadband-ISDN)。

注意：Internet 是全球互联网，但连接的网络可以是不同网络结构的，如可以是 ISDN 网络，也可以是 ATM 网络，当然还可以是以太网等，即 Internet 不是一种网络结构。

1.2 网络的一些基本概念

1. 什么是网络

以现在的眼光来看，计算机网络是指以相互共享资源方式而连接起来的一群计算机系统。它们在完成硬件的物理相互连接后，在网络操作系统的管理下，采用通信协议进行计算机间的相互通信和共享相互的资源。

2. 建立网络的目的

建立网络的主要目的有两个，一是共享网上资源。这些资源包括硬件设备、软件以及数据库中的数据。网上的一些较昂贵设备，如激光打印机、绘图仪、扫描仪等，每个网上用户都可以共享（当然也可以进行限制，只允许部分用户使用），用户也可以共享网中的计算机和在计算机上存放的一些软件、数据库等信息资源。

建立网络的第二个目的是进行通信。由于网络通信的实现，从而出现了一种高效、高速、高质量、高保险的通信手段，它不仅可用文字进行通信，也可用声音、图像等多种媒体同时进行通信，从而改变了用电话、信件、传真等手段进行通信的传统方式。

网络通信的出现，帮助人们跨越了时间、空间的障碍，克服了单一的用文字或声音传递信息的缺陷，而代之以多媒体方式。

3. 局域网、广域网

在一较小地理范围内（如几公里到十几公里范围）将许多计算机连接所构成的网络称为局域网，如在一个企业或公司内组建的局域网（又称为企业网或公司网），一个学校组建的校园网，一个单位、一栋楼内组建的楼域网等。将连接了几十台计算机的网络，仅分布在一间或几间房子中的网络称为小型网。如一个实验室中由几十台甚至几台计算机组建的实验室网，一个办公室内由几台计算机联成的工作组网，都属于局域网。

人们把几十到几千公里范围内，甚至地球上各区域的计算机联结构成的网络称为广域网，如一个城市组建的网络称为城域网，城域网是指覆盖了一座城市的网络，如天津信息港实际上就是一个联到 Internet 上的城域网。一个行业组建的网络连接了许多本行业内的局域网形成的全行网，都属于广域网。

Internet 是将世界上许多国家或地区的广域网和各局域网连接而成的一个全球性网络，因而它是一个最大的广域网。

4. 客户机（工作站）、服务器

按照网络节点间资源共享的关系，计算机网络可分为客户机/服务器（Client/Server）网络和对等（Peer to Peer）网络。在客户机/服务器网络中，至少需要一台专门的计算机作为网络的服务器，它是一台高速、高功能的为客户机提供服务的计算机。通常作为服务器的计算机具有大容量的磁盘存储器，它为网上的客户机提供资源共享，存放大量的共享文件及数据，又可对网络上的用户合法性和权限进行监督及对网络实施管理。由于服务器上存放的各种资源太多，因而有时需要由许多服务器分别承担不同的业务资源，如有存放文件的文件服务器、存放网页的 WWW 服务器、管理电子邮件与给用户设置邮箱的邮件服务器、管理网络的域控制服务器等。

在客户机/服务器网络中，客户机是一台完整的计算机，它可以单独完成一些处理工作，可以运行程序，用户可以在客户机上登录上网进行通信和享受服务器提供的资源，也可对有些文件与数据在客户

机上进行处理, 客户机上的部分资源也可提供网上共享。客户机也称为工作站 (Workstation)。

对等网络中每个计算机既可是一台客户机, 也可是一台服务器, 即一个计算机在网络中扮演的角色是双重的。网络中没有专门的服务器, 大家都可作为服务器, 同时又可作为客户机来使用, 也就是说在对等网络中的计算机权利都是对等的。而在客户机/服务器网络中, 服务器是专门为网上客户提供服务的, 而客户机专门是为提供给用户上网的, 且可以共享服务器上的资源, 接受服务器的服务。

5. 信道

计算机间进行通信时, 必然要有传输信号的通道, 这个通道称为信道。信道和电路并不相同, 信道一般指向某一方向传送信息的媒体, 而一条通信电路应包含有接受信道和发送信道, 因而信道可以看成是电路的逻辑组成。由于传输信号有模拟和数字之分, 因而信道也有模拟信道和数字信道之分, 计算机用电话线联网时, 其通信信道为模拟的, 而用双绞线联网时, 则通信信道为数字信道。

6. 节点

网络上的每台工作站、服务器、共享打印机、网络连接设备 (如路由器、网桥、网关等) 都称为节点 (Node)。每个节点必须具备唯一的一个地址, 以便能被识别, 一个网络就是由许许多多这样的节点通过传输介质连起来的。

1.3 网络操作系统

操作系统是管理和控制计算机硬件和软件资源的系统程序, 如大家熟悉的 DOS 和 Windows 9x, 而网络操作系统 NOS 是使网络上所有计算机都能方便有效地共享网络资源, 为网上用户提供各种服务的操作软件及其协议的集合。网络操作系统除具有一般操作系统的处理器管理、存储器管理、设备管理和文件管理功能外, 还必须具有高效可靠的网络通信能力、必须具有各种网络服务功能, 如文件传输服务、电子邮件服务、远程登录等等。

网络操作系统可建立在联机的操作系统基础上, 即在操作系统支持下, 运行网络操作系统, 假如说操作系统是管理单个计算机的, 则在该计算机上的网络操作系统则是管理联网计算机上的共享网络资源、负责网络通信、管理该机上的网络应用程序和审核网络客户身份、管理网络安全的。但对于专用的服务器, 一般网络操作系统是独立运行的。

目前比较流行的网络操作系统有如下三种:

1. Windows NT

它是由微软公司推出的网络操作系统, 目前流行的有:

(1) Windows NT 4.0

该网络操作系统有两个版本, 即 Windows NT Server 4.0 和 Windows NT Workstation 4.0, 它们的操作界面如同 Windows 9x 一样, 是窗口式的。前者是运行在服务器上的一个网络服务操作系统, 后者为运行在工作站客户端上的操作系统, 当然也可以作为单用户的个人计算机上的操作系统, 用 Windows NT 组网的工作站还可用 Windows 9x 或 Windows 2000 personal, Windows NT 4.0 是一个客户机/服务器网络的操作系统。

(2) Windows NT 5.0

它也有两个版本, 即 Windows NT Server 5.0 和 Windows NT Workstation 5.0, Windows NT 5.0 比 Windows NT 4.0 在结构上有较大的变化, 也有了较多的改进。

在 Windows 2000 系列中, Windows 2000 Server 和 Windows 2000 Workstation 实际上就是 Windows NT 5.0。

2. Netware

Netware 是由 Novell 公司推出的网络操作系统，在 Windows NT 未推出前，它占领了网络操作系统的大部分份额。

Netware 是以文件服务器为中心的局域网操作系统，它主要由文件服务器内核、工作站外壳、低层通信协议模块三个基本部分组成。

Netware 服务器内核完成网络服务与管理。

在工作站上运行工作站外壳程序（即 Netware Shell），对用户的操作命令进行解释，当用户发出的是 DOS 命令，工作站外壳程序将命令交由 DOS 操作系统去执行；若用户发出的是请求网络服务的命令，便将其交由工作站上的通信软件发往服务器，而进行网络服务。

3. UNIX 操作系统

UNIX 是 AT&T 公司的贝尔实验室推出的一个多用户、多任务的操作系统，经过 30 多年的不断发展和完善，今天已成为适用机型最多（从巨型机、大型机、小型机到微型机）、应用范围最广的一种操作系统，由于它具有强大的网络通信功能，因而它是构造大型网络与分布式信息处理系统的理想操作系统。目前许多大型网络系统的网络主服务器均运行在 UNIX 操作系统下。

1.4 客户机/服务器网络和对等网络

按照网络节点间资源共享的关系，计算机网络可分为客户机/服务器（Client/Server）网络和对等（Peer to Peer）网络两种类型。

1.4.1 客户机/服务器（Client/Server）网络

在客户机/服务器网络中，至少需要一个专门的服务器，即完全为客户机（工作站）提供服务的高功能的计算机。通常，这种专门的服务器有很大的磁盘存储容量和高速运算能力，并且所有网络用户都把共享的文件存在服务器硬盘上。很多情况下，程序文件也存放在服务器硬盘上。用户运行网络程序、访问文件或进行其他计算工作都必须经过服务器。客户机/服务器网络使每个用户都依赖于服务器，假如服务器出了问题，任何人都不能在计算机上工作。客户机作为网络工作站是用户登录上网（由客户机将客户账号与密码送交服务器，由服务器审核确认）的计算机，上网后的客户接受共享的网上资源，并可与别的客户机进行网络通信。实际上，客户机往往是一群联网的个人计算机。在金融、商业领域，为了安全起见，许多客户机/服务器网络更进一步地采用过去的主机终端模式，将不带磁盘的 PC 机作为客户机使其变成不带磁盘的工作站，这个工作站实际是一个智能终端，仅用来向计算机发送信息与接收计算机的处理结果。这样做虽然可以防止非法拷贝，但却把工作站变成了服务器的奴隶，而不是客户。图 1.1 表示了一个客户机/服务器网络。

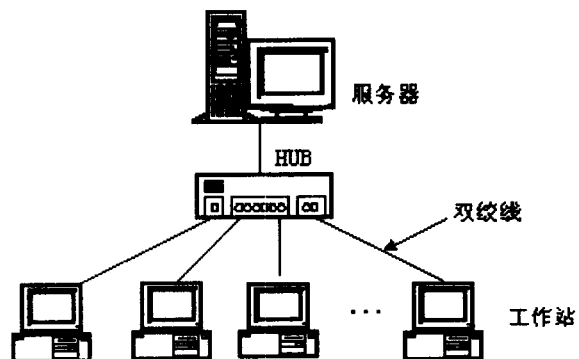


图 1.1 一个客户机/服务器网络

1.4.2 对等 (Peer to Peer) 网络

在一个对等网络中,每个计算机既可起客户机的作用,又可起服务器的作用。例如,对一台 PC 机来说,本机用户可以在其上运行文字处理程序 WPS,而网络上其他用户又可在该机硬盘上存取文件,与此同时,这台计算机还可用作该地区其他 PC 机的打印机服务器。这种情况与客户机/服务器网络形成鲜明的对比。在客户机/服务器网络中,专门规定用于文件打印和通信功能的计算机是不供个人使用的;在对等网络中,网络上所有计算机地位都是对等的,即都可作为服务器提供相同的功能,且还能用作客户机工作站。因而在对等网络上可以省掉专用服务器,每个网络至少可以节省几万元的开销。

所以在对等网络中,没有专用服务器,网络中的每个计算机既是一台客户机又是一台服务器,每台计算机的地位都是对等的。

对等网络与客户机/服务器网络连接方案可以一样,即使用相同的硬件:以太(Ethernet)或令牌环(Token Ring)适配器网卡和同轴或双绞线电缆。它们之间的差别在于网络资源和所采用的操作系统的逻辑结构不同。用户如果想联一个对等网络,应该怎么做呢?这很简单,用户在有了计算机和打印机之后,只需要购买网卡(每台计算机配置一块),插在计算机的扩展槽内,连好相应的电缆,再运行对等网络软件即可。

对等网络软件有很多种,如微软的 Windows 9x (也可用 Windows 2000)、Lan Manager、Windows for Workgroup, Novell 公司的 Netware Lite、Personal Netware、Novell DOS 7 等,目前,大多数对等网络软件使用 DOS 作为其底层操作系统,因而在文件与存储管理以及多任务功能方面存在一些缺陷。然而,随着对等网络的能力和重要性的提高,当今的对等网络操作系统在功能和性能上正在迅速接近基于服务器的网络操作系统,许多对等网络操作系统都能增强系统功能,如时间分片和存储器管理,进一步提高性能和可靠性。另外,对等网络不仅能够独立构成一个网络系统,而且能与比较传统的网络一起运行,使用户获得更多的性能和更大的自由度。例如,Netware 与 Novell DOS 7 叠加。

对于较大的机构,采用客户机/服务器网络比采用对等网络具有更大的优点,首先客户机/服务器网络更灵活,供该网络使用的软件较多,升级也容易。其另一个优点是网络管理者可容易地管理与控制网络,但在对等网络中,大家都是自己资源的管理者,又都不能管理对方的资源,因而对整个网络来说没有统一管理,网络出现故障难于查找,网络资源管理不能统一进行控制。

客户机/服务器网络有很好的扩展性,如可扩展到上百个用户节点,甚至对广域网来说,可扩展到上万个用户节点。但在对等网络中,扩展到几千个节点时,网络就不能很好地工作了。

从网络安全角度来考虑,客户机/服务器网络安全性要高,因为每个客户要根据其账号才能登录网络,并按照授予他的权限来访问网络资源,对等网络就没有这样的安全措施。

当然,客户机/服务器网络费用较高,组建要比对等网络困难。但中、大型网络必须要采用客户机/服务器网络,Windows NT Server 4.0、Windows NT Server 5.0 就是组建客户机/服务器网络的一种很好的操作系统。

1.4.3 Windows NT 工作组网

在 Windows NT 网络操作系统控制的网络中,出现了工作组网的概念,工作组网实际上是一个小型的对等网络。

在 Novell 网络中必须要有文件服务器和工作站,文件服务器通过网络操作系统来控制网络,它协调所有工作站的工作,规定工作站共享网络资源的方式,规定谁能使用打印机,哪些文件由哪个工作站打开等等。文件服务器有大容量硬盘,网络上的所有文件均放在这个硬盘中,而不是存放在各个工作站

上, 这些网络上的资源被集中管理, 因此文件服务器是 Novell 网络的“心脏”, 它管理服务器与各工作站之间的通信, 对网络资源进行管理, 以实现资源共享, 根据工作站提出的请求, 对网络用户提供服务。

网络工作站是联在网上的一台个人计算机, 每台工作站仍保持自我个人计算机的原有功能, 运行自己的操作系统 (如 DOS、Windows 9x 等), 处理自己的各种文件。当作为网络上的工作站时, 首先要启动工作站启动程序, 建立工作站与网络的连接, 并登录到文件服务器上, 从而可访问文件服务器、共享网络资源, 并可从文件服务器中取出程序和数据, 在工作站上处理后, 再送回文件服务器。

在 Windows NT 网中, 也有服务器与工作站之分, 但他们的功能可以在 Windows NT 安装时进行设定。对于小型网络, 并不一定要将网上资源集中到服务器上, 由服务器集中管理。也可将资源与管理分散到网上的各计算机上, 网上的各计算机既是服务器, 又是工作站, 它们各自管理自己的资源, 并决定这些资源供哪些用户共享, 每台计算机又可访问其他计算机中的资源。也就是说, 网上的每台计算机具有双重功能, 是服务器又是工作站, 用这种方式组成的网, 称为工作组方式的网络。实验室、教研室、科室均可组建为一个工作组网, 因为组成这些室的成员地位都是对等的, 因而成员的计算机联网后地位也应对等的。

Windows 9x 或 Windows NT Workstation 可以安装在每台计算机上, 可以用资源共享设置, 将该计算机上的资源提供给一些用户共享。

当将 Windows NT Server 4.0, 或 Windows NT Server 5.0 (在 Windows 2000 中称为 Windows 2000 Server) 安装在计算机上时, 可选择安装为一般服务器, 这样它便既是一个服务器, 又是一个工作站。许多这样的计算机连接后, 便形成了一个工作组形式的小型网, 网中的每台计算机可提供服务, 又可享受别的计算机提供的服务。这样, 整个网络不需再设置网络管理员来管理网络资源与网络用户, 每台计算机上的资源均由用户自己管理。图 1.2 就是一个工作组网。

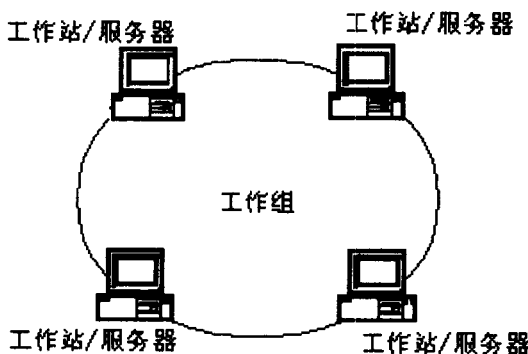


图 1.2 一个工作组网

1.5 OSI (开放系统互联) 参考模型与网络协议

现代计算机网络系统是按结构化方式进行设计的, 即将一个网络系统抽象地设计成分层结构, 也就是说每层的功能由相应的协议实现, 每一层都具有明确的功能, 并约定了应遵守的规则或称协议, 这样各层具有的功能组合就保证了该网络可实现的服务功能。

计算机网络系统是将许多分散的、独立的计算机系统进行互联而实现信息交换和资源共享, 因而在分层结构的计算机网络系统中, 每个互联的计算机系统均应遵守分层的各协议, 即应遵守实现如下的规定:

1. 联网的各计算机系统网络结构都应具有相同的分层构造, 且各层相互独立, 每一层的内部变化不能影响另一层。相邻层之间有一接口, 使得低层可为高层提供操作服务, 低层的功能实现对高层来说是透明可见的。

2. 联网中的每个计算机系统的分层结构并不是层间绝缘的, 而是相邻层的功能是建立在下一层的基础上, 下一层又为高一层提供一定的服务。

按照上述规定进行分层的网络系统可有如下的优点:

- 1. 复杂的网络中的通信控制分散在各层之间，使每层只具有少数的功能，这样进行分层管理就变得清晰而且简单了，因而也便于网络的设计。
 - 2. 一个层或接口的故障不会波及到其他层，即不会在系统中扩散，这样就不会使整个系统出现故障，从而可增加系统的安全可靠性。
 - 3. 由于各层功能独立，如同模块结构一样，因而便于修改和扩充。
- 在具有分层联网的各计算机系统中，当进行通信时，相当于每个系统的对等层都按照该层的规则和约定相互通信，因而宏观上就实现了网络上的各种功能。
- 分层结构的每一层都有相应的规则和约定，又称为协议。将每层的协议集合起来，就构成了该计算机网络系统的通信协议。
- 一般协议的结构由语法、语义和定时三部分组成，语法规定了数据与控制信息的结构或格式，语义规定了发生何种控制信息、完成何种动作与何种应答，定时规定了操作的时间顺序。

1.5.1 开放式的网络体系结构

我们将网络的分层结构和各层的协议称为网络的体系结构。

一些计算机网络厂家都制定了自己网络产品的网络体系结构，例如 IBM 公司的 SNA 网络体系、DEC 公司的 DNA 网络体系和 UNIVAC 公司的 DCA 网络体系。

由于不同网络体系结构都有自己的分层和协议，这样两个不同的网络体系很难互联在一起再构成一个网络。只有将网络体系结构进行标准化，每个厂家的网络产品均遵守这一标准，这样才能实现不同网络的互联。

目前国际标准化组织（ISO）、国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T，前 CCITT）、电器和电子工程师协会（IEEE）、美国国家标准协会（ANSI）等制定标准化的团体均致力于网络体系结构的标准化工作，其中 ISO 于 1977~1979 年期间综合 SNA、DNA、DCA 网络结构特点开发提出的开放系统互联（OSI-Open Systems Interconnection）参考模型已被广泛接受。所谓开放是指任何遵守该模型协议规定的计算机通信系统都是对同样遵守该模型协议的通信系统开放的，即可以互联。虽然 OSI 直到目前仍不是一个工业标准，但许多厂家在设计网络协议时，仍在遵守它。

1.5.2 OSI 七层模型

OSI 模型将网络体系结构分成七层，并且规定了每层的功能及各层之间如何接口。

OSI 七层模型结构如图 1.3 所示。

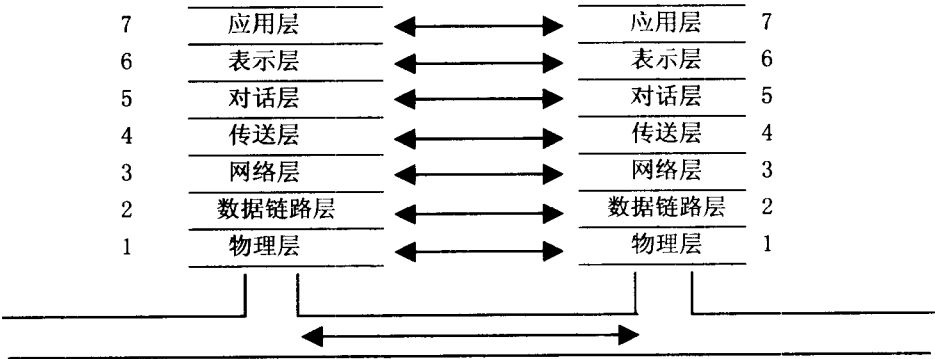


图 1.3 OSI 参考模型

在上述的七层模型结构中，两个通信节点间的数据传送过程是：发送节点（如用户已上网的一台计算机）将发送的数据先由高层“垂直”地向本节点的下一层发送，在该层添加上由本层协议规定的一些附加信息，然后再向下一层发送，也就是说每层传送的基本数据就是上层数据再加上本层要求加的附加信息，如图 1.4 所示。用户甲要传送的数据（文字、图表、文件等）就是最顶层的原始数据（如用户发送的电子邮件与传送的文件就是这种情况），此原始数据在应用层（如发送电子邮件的程序）加上一些附加信息，如图 1.4 中所示的 AP1 就变成了表示层的原始数据，在表示层再添加上该层要求的信息 PP1 就变成了对话层的原始数据，传送到对话层又加上该层附加信息 SP1 变成了传送层原始数据，该数据传送到传送层后，又添加上信息 TP1，如此向下传送，直到物理层。在物理层中将这一层层均附加了信息的数据变成了串行的二进制位流（比特流）在通信信道（线路）中传送，当到达接收节点处时（如另一台已上网的计算机），由物理层接收（如网卡）并向上垂直传送，每向上传送一层，便去掉在该层发送节点上附加的信息，这样一层层地去掉该各层附加的信息，最终在接收节点的用户乙便得到了发送用户的原始数据。

OSI 七层参考模型将七层分成上、中、下三层，应用层、表示层和对话层为上层，又称为应用控制层，提供应用服务；中间层（即第四层）为传送层，提供传送服务，它是上层和下层之间的接口；网络层、数据链路层和物理层为下层，又称为传输控制层，它是构成网络的最基本层。许多网络结构均声称遵守 OSI 模型协议，但实际上并不一定由这七层组成，往往合并和取消了某些层，但最下面的三层都是具备的。

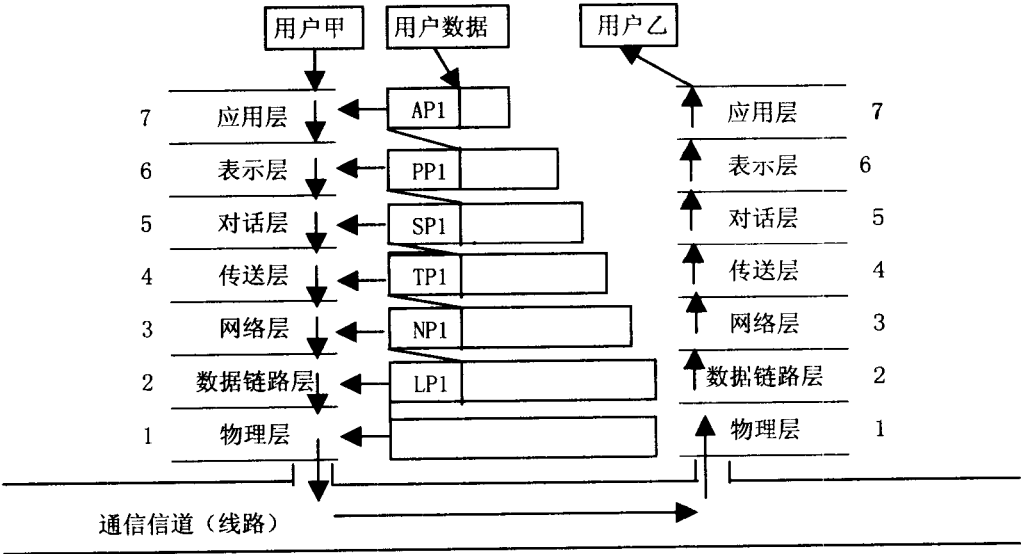


图 1.4 七层协议数据的变化与传送

现将七层的主要功能介绍如下：

1. 物理层 (Physical Layer)

该层主要处理由网卡、传输介质发送和接收的信号，规定了网络设备间进行互联时，应遵守的机械的、电气的功能与规程，以便遵守这些规程的网络设备间可正确地传输由二进制位流组成的信号。

(1) 机械特性

物理层的机械特性规定了网络设备间进行互联时，所使用的连接器的形状、尺寸，引脚数量，各引脚的功能，传输介质的结构形状等。

(2) 电气特性

物理层的电气特性规定了在传输介质上传送的代表二进制数据流的信号电压幅度（即数字“1”和“0”的电压幅度）、传输速度、可直接传送的距离，也规定了对传输介质的一些电气性能要求，如传

输介质的阻抗要求、缆线类型等。同时规定了发送器和接收器的电气特性。

(3) 功能特性

物理层功能特性规定了物理接口设备间连接的传输线各线的功能定义，如应具有地线、数据线、控制线、定时线等。

(4) 规程特性

物理层的规程特性规定了传输的二进制数据流进行传输时的时序和传输操作的步骤。

本书后面将要讲到的以太网（Ethernet）的 10BASE-5、10BASE-2、10BASE-T 等标准，实际上就是物理层的标准，如现在普遍采用的 10BASE-T 标准就规定了采用无屏蔽双绞线进行联网，联网使用的连接插头、插座的标准，联网用双绞线的对数及各条线的信号名称等。采用的网卡也属于物理层，这类网卡的制造商严格遵守以太网物理层的标准制造，因而用以太网进行连接的各种网络系统，均使用同样的网卡、传输线、接头、插座等，如 Novell 网、Windows NT 网等。目前许多 VLSI（超大规模集成电路）芯片，如 USART（通用同步、异步接收和发送器）就是物理层的产物。

2. 数据链路层

数据链路指数据传输的逻辑通道。

该层主要处理发向物理层的数据信息如何进行分组打包，即规定了分组信息的格式或称数据帧的格式，在该层为每个信息分组赋予收发地址、校验和（Check sum）等，然后将其送往物理层。同样该层接收到物理层传来的比特流信息时，再将其变换成分组或帧的格式，并进行纠错处理，若发现接收出错时，要求重发，将正确的信息再向上发向网络层。数据链路层的基本功能是：

- (1) 数据链路的建立和释放。
- (2) 形成传送的信息帧。
- (3) 差错检测与控制。
- (4) 流量控制。
- (5) 数据链路管理。
- (6) 在多点连接和多条数据链路连接的情况下，提供路径选择。

数据链路层工作模型是：数据链路层从源主机网络层接收要传送的数据，根据网络层提供的路由选择信息，将传送的数据以帧（包）为单位，传送到选择的目的地主机的数据链路层上，将数据按一定的帧格式组织传送则由数据链路层实现。

3. 网络层

数据链路层只完成了对传输数据按定义格式组成帧，然后送到物理层中，以便在联网介质中进行传输，或进行相反过程。数据链路层只确定了两点间直接连接通行的路径（即只确定了两点在同一网中的地址），当两个点处于不同的网络中，这两个点被许多节点所间隔，因而传送的数据必须经过中间的许多节点时，如何选择传送数据的路径就成为一个必须考虑的问题，如图 1.5 所示。节点 1 要和节点 5 通信（它们分处在不同的网络中），由于中间有许多节点，因而可选择多条传输路径，如可选从节点 1→节点 2→节点 3→节点 5，也可选择节点 1→节点 2→节点 4→节点 6→节点 5，当然还可以选择另外几条，这种传送数据在网络中路径的选择又称为路由选择。显然选择上述的第一条路径最为短捷。然而当节点 1 和节点 3 连接中断，或该条线忙碌时，就得选择另外的路径了（如图 1.5 中断的情况，这时只能选择第二条路径）。网络层的任务就是正确选择数据传送的路径，使之通过网络，正确地到达目的节点。

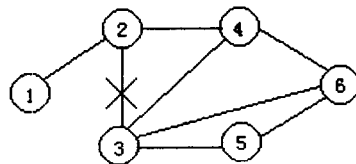


图 1.5 6 个节点互联

4. 传输层

传输层介于会话层与网络层之间，传输层为两个开放系统之间提供透明的数据传输，通信系统的高层无须知道底层的传输结构和各种技术细节，如采用什么物理介质连接？采用什么协议传送？所以实际上传输层为系统提供了一个标准的用户接口，该接口提供与通信线路无关

的数据传输服务，在底层这些数据被打包在网络中传输，在高层，有传输层提供无差错的极有序的收发。

5. 会话层

在通信双方进行通信之前，必须先建立连接，互相证明自己的身份，通过会话层，双方对通信中某些参数进行选择，如通信以谁为主？是采用全双工通信还是半双工通信（当一方传送信息时，另一方则不能向对方传送，称为半双工通信，而当双方均可在通信信道同时向对方传送信息时，称为全双工通信）？以什么速率通信？希望接受方开辟多大缓冲区？出错如何处理等。

6. 表示层

表示层向上对应用层服务，向下对会话层服务，它接受应用层送来的命令和内容，对其加以解释和说明，并赋予各种语法的应有含义，使从应用层传来的各种信息具有明确的表示意义。它向应用层提供的主要服务有：

- (1) 数据转换，将应用层送来的各种字符转换成代码，供机器使用。
- (2) 数据格式化，将数据按一定格式组织与改变。
- (3) 语法转换，把符合发送表示语法的比特序列转换成符合传送语法的比特序列。

7. 应用层

应用层是为用户设计的层。它是为用户直接服务的，这一层实际上就是一些网络上的应用程序，如网络操作系统、文件传输、电子邮件、分布数据库、网络电话等。

1.5.3 Internet 的 TCP/IP 体系结构

除 OSI 参考模型外，目前广泛流行的是 TCP/IP 体系结构，或简称 TCP/IP。TCP/IP 原先并非国际标准，它也并不完全符合 OSI 各层协议。但目前 TCP/IP 实际上已成为事实上的国际标准。这是因为尽管 OSI 的体系结构从理论上讲比较完整，其各层协议也参考得很周到，然而事实上，符合 OSI 各层协议的产品都很少进入市场，这是因为 OSI 模型面面俱到，以至于不切实际。

在 Internet 中所使用的体系结构就是 TCP/IP，或者说在 Internet 中所使用的传输层协议为 TCP 协议，网络层协议为 IP 协议。

TCP/IP 与 OSI 有较大区别。由于 TCP/IP 并不考虑具体的物理层传输媒体，因而在 OSI 模型中的最低两层没有规定，因而 TCP/IP 体系只有三个层次，最高的是应用层，相当于 OSI 的第三层，这层有许多著名协议，如远程通信协议 TELET、文件传送协议 FTP、简单邮件传送协议 SMTP、超文本传输协议 http 等。

TCP/IP 的传输层，就是 TCP 协议——传输控制协议 (Transmission Control Protocol)。

TCP/IP 的网络层就是 IP 协议——网际互联协议 (Internet Protocol)。

由于 TCP/IP 考虑到各种异构网的互联问题，因而将网际互联协议 IP 作为 TCP/IP 的重要组成部分，但 OSI 最初只考虑到用一种标准共用数据网将不同系统互联起来。

关于 TCP/IP 将在第 2 章更详细地介绍。

1.6 网络拓扑

拓扑 (Topology) 原来是几何学中的一个名词，后来发展成一个分支学科——拓扑学。它是研究与大小和距离无关的几何图形的形状改变所具有的特性。计算机网络的拓扑结构分物理拓扑和逻辑拓扑，物理拓扑是指各节点与连线构成的不同几何图形，实际上就是网络的连线方式。逻辑拓扑是网络中

流的几何图形。

1.6.1 网络物理拓扑

用物理拓扑连接的一个网络，需要在控制网络的服务器上安装网络操作系统，在各工作站上也要安装带有网络功能的操作系统（如 Windows 9x, Windows 2000 Workstation 等）才能使网络运行起来。网络操作系统对网络的物理连接方式并没有要求，也就是说，物理连接的网络为网络操作系统的运行提供了硬件环境。

在 OSI 七层模型中，物理层规定的标准就是指物理连接的标准。

由于在 TCP/IP 网络体系中，并没有规定物理层，因而网络的各种物理连接都可以。

网络物理拓扑主要有四种：

1. 总线结构

局域网的总线结构是指：将网络中各节点连接到一条公共总线上，网络通信采用一点到多点的广播通信方式，当多点中的某点觉察到有人和自己通信时，便会接收通信的信息。一个点在信道中（线路中）发送数据采用 CSMA/CD 方式。过去在以太网网络结构中，常采用粗电缆或细电缆来将网络中一个网段连成总线型结构，如图 1.6 (a) 所示。

由于采用细缆或粗缆，因而又分为 10BASE-2 和 10BASE-5 结构，关于这两种布线结构的差别可参阅相关教材有关 10BASE-2 或 10BASE-5 的叙述。

总线网络结构的优点是：

- (1) 结构简单，联网容易。
- (2) 无须专用的中心网络设备，便于控制与管理。
- (3) 网络易于扩充和缩小。
- (4) 由于各节点公用一条总线，因而线路利用率高。

总线网络结构的缺点是：

- (1) 一旦网络中心的一台计算机出故障，将可能导致整个网络瘫痪。
- (2) 当网上计算机多时，通信时间延迟将明显增加。
- (3) 总线连接长度有限制，太长时，将使整个网络不能正常工作。

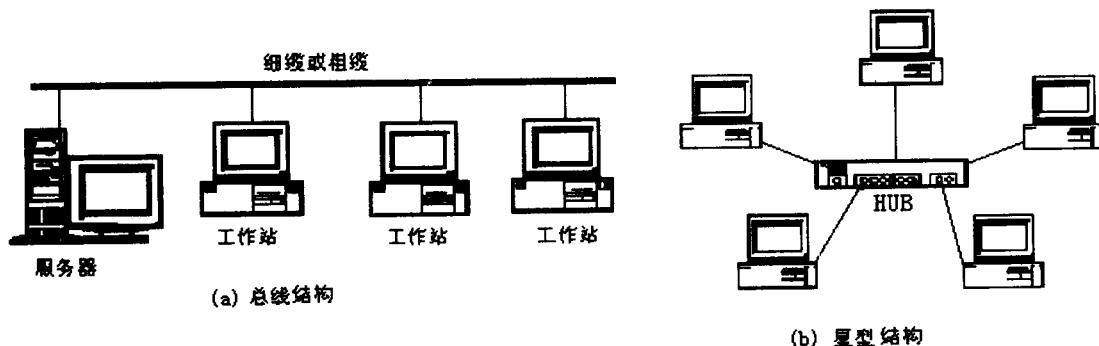


图 1.6 总线结构与星型结构网络

2. 星型结构

星型结构是指有一中心装置，网络上的计算机以点到点形式均连接到该中心装置上，其形状如同星型，目前中心装置多是集线器（又称 HUB），星型结构如图 1.6 (b) 所示。20 世纪 90 年代各种集线器（HUB）和交换机（Switch HUB）的出现，使得这种拓扑结构得到广泛地使用。

星型网络结构的优点是：

- (1) 结构简单，联网容易。
- (2) 便于控制与管理。
- (3) 易于扩充和缩小。
- (4) 一个节点故障，不会影响网络工作，且故障节点易于查找。
- (5) 各计算机直接和中心装置相连，中间环节少，因而延时小。
- (6) 易于采用结构化布线。

星型网络结构的缺点是：

- (1) 由于需要中心装置和布线较长，因而建造网络费用比总线结构要贵。
- (2) 网络的可靠性主要取决于中心装置，若它出了故障，将导致整个网络瘫痪。

由于电子器件集成度和可靠性及平均无故障时间的大大提高，中心装置故障率已降到很低程度，因而目前以 HUB 为中心的星型拓扑结构网络，在局域网中已成为最主要的网络结构。

3. 树型结构

树型结构实际上是星型结构的变种，当一个网络中的计算机较多时，或因计算机分布的位置、工作需要将网络分段时，每个网段组成一个星型结构，再将它们又连向上一级的星型结构，最后连至一个根节点上（如交换器），图 1.7 示出了这种结构。

目前在以 HUB 为中心的各个网络组成局域网时，实际上就是采用的这种结构，因 HUB 是可以级联的。

在广域网结构中，这种树型网络结构，也正适合于各级行政管理结构，如 Internet 网络中的域名结构，便是一种树型结构，它实际上也是一种网络树型结构的映射。

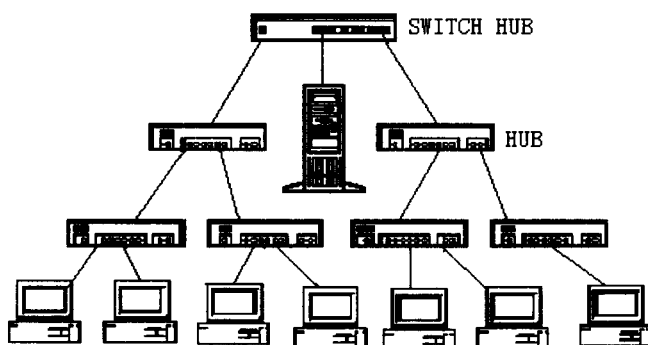


图 1.7 树型网络结构

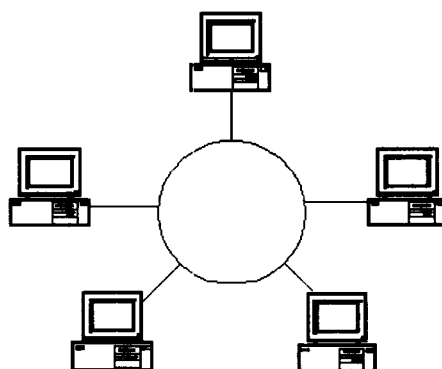


图 1.8 环型网络结构

4. 环型结构

环型结构是指将网络中的各计算机串接在一个环状回路中，如图 1.8 所示。

在环型结构中，数据流总是依顺时针（或者逆时针）方向流动，各节点对流动的数据检测是否是发向自己地址的，从而决定是否接收。计算机在网上通信的方式是采用逐点轮询，只有当该节点被轮到询问有数据发送吗？该节点才有权使用环路，发送数据。

令牌环、光纤分布式数据接口（FDDI）网络是常见的环型网络结构，在广域网中和一些校园、企业网的骨干网中，多采用这种结构。环型网络结构的优点是：

- (1) 结构简单，建网容易。
- (2) 数据信息流向确定，两节点间只有一条链路，因而路由选择简单，管理方便。
- (3) 由于数据环型流动一圈，时间是固定的，因而数据最大延迟时间是确定的。
- (4) 由于在环型结构中，流经每个节点的数据信息，均由该节点增强后，再送出，因而网络中流动的数据信息稳定，传送距离远。

环型网络结构的缺点是：

- (1) 环上节点过多时, 网上平均延迟增加。
- (2) 环型网上的任何一个节点出故障, 将影响到整个网络。
- (3) 由于环型网为一封闭结构, 因而进行网络扩充时, 整个网络得停止工作, 所以扩充比较困难。
- (4) 由于环型网中, 每一节点需要增加一些设备, 因而造价较贵。

1.6.2 网络逻辑拓扑

网络的逻辑拓扑是指信息数据是如何在网络中流动的, 即是依据什么几何路线进行传送的, 一个网络的逻辑拓扑并不一定和它的物理拓扑结构相一致。

1. 逻辑总线结构的网络拓扑

在逻辑总线结构的网络中, 节点发送的数据通过广播方式送到网络中各节点, 即每个节点均可收到这个数据, 但是只有目的节点才能保留这个数据, 因为发送的数据中包含有目的节点的地址, 当某个节点接收数据后, 发现数据的目的地址是本节点时, 便保留这个数据。

2. 逻辑令牌环网络拓扑

这种逻辑拓扑采用环形逻辑拓扑, 在环形回路中有一“电子令牌”在逐节点间传送, 当某节点得到此令牌后, 才能被允许发送数据。由于环路中仅有一张令牌, 因而一次只能由得到令牌的节点发送数据, 故不会发生数据碰撞。

在令牌环网络中, 得到令牌的节点, 只有当发送完数据后, 才释放令牌, 然后再进行传递, 某一节点要发送数据, 只能等令牌轮到它时, 才可发送。因此, 任何一个节点得到令牌的最长时间为一个数据在环形网中转一圈的时间。

令牌环网适合于用光纤进行组网, 很适合于大型网, 但由于网络中的检测和连接设备较贵, 因而这种网造价较高。

令牌环网卡具有令牌传送功能, 因而组成令牌环网络拓扑时, 必须使用令牌环网卡。

1.7 以太网与联网设备

目前小型局域网物理结构均采用以太网, 它们是按一定规则用联网介质、网卡和联网设备将计算机连接成网的, 因而有必要简单作一介绍。

联网介质有电缆和双绞线、光纤等, 联网设备有网卡、集线器和交换器等。关于联网介质和网卡的介绍请参阅第2章有关内容, 这里仅简单介绍集线器和交换器。网络互联设备有网桥、网关、路由器等, 对它们的介绍也在第2章中。

1.7.1 以太网 (Ethernet)

Ethernet 作为一种联网方式已经使用了十几年, 目前仍在大量使用, 它是美国 Xerox 研制的一种局域网连接方式, Xerox 为纪念物理学中曾经提出的存在以太 (Ether) 物质而将其研制的这种网称为 Ethernet。在历史上, 还不知道电磁波时, 当时将无线传输认为是由以太完成的。

Ethernet 采用总线逻辑拓扑, 介质访问采用 CSMA/CD (载波侦听多重访问/冲突检测), 网络数据传输速率为 10Mbit/s。网络连接采用同轴电缆, 目前多使用双绞线联网。

Ethernet 的网卡可以做成宽带的, 但目前仍以基带传输为主, 生产 Ethernet 网卡的厂家很多, 比